MAGYARORSZÁG KULTÚRFLÓRÁJA

AZ ALMA

AGROINFORM

MAGYARORSZÁG KULTÚRFLÓRÁJA

II. KÖTET 3. FÜZET

AZ ALMA

Malus domestica Borkh.

(113 ábrával)

Többek közreműködésével írta
TÓTH MAGDOLNA

KULTÚRFLÓRA 77.

AGROINFORM
Agroinform Kiadó
2013

A „Magyarország Kultúrflórája” Szerkesztőbizottsága
(HESZKY LÁSZLÓ elnök, BARNABÁS BEÁTA, BERNÁTH JENŐ, CZIMBER GYULA, GYŐRI ZOLTÁN, JOLÁNKAI MÁRTON, KOVÁTS MARGIT, MÁTHÉ ÁKOS, MIHALIK ERZSÉBET, PRISZTER SZANISZLÓ, SURÁNYI DEZSŐ, SZABÓ ISTVÁN, SZABÓ LÁSZLÓ GY., SZABÓ T. ATTILA, SZŐKE ÉVA, TERPÓ ANDRÁS, TÓTH MAGDOLNA, TURCSÁNYI GÁBOR)

közreműködésével a kötetet szerkesztette
HÖHN MÁRIA és TÓTH MAGDOLNA

Szerkesztő-tanácsadó
TURCSÁNYI GÁBOR

Lektorok
BARTHA JÓZSEF (XVIII/2. fejezet)
ERŐS-HONTI ZSOLT (II. fejezet)
GLITS MÁRTON (XI/1. fejezet)
HEGEDŰS ATTILA (VIII. fejezet)
HÖHN MÁRIA (IV. fejezet)
MIHALIK ERZSÉBET (V. fejezet)
NYÉKI JÓZSEF (VII., XIII. és XIV/4. fejezet)
PAPP ISTVÁN (IX. fejezet)
PAPP JÁNOS (IV., XIV/1–3. és XVIII/1. fejezet)
PÉNZES BÉLA (XI/2. fejezet)
PORPÁCZY ALADÁR (VI. és XV. fejezet)
STEFANOVITSNÉ BÁNYAI ÉVA (X. fejezet)
SURÁNYI DEZSŐ (II. és XVI. fejezet)
SZABÓ LÁSZLÓ GY. (I. és III. fejezet)
SZABÓ TIBOR (XII. és XVII. fejezet)
SZŐKE ÉVA (XVIII/3. fejezet)

Színes képe a X. kötet 6-7. tábláján

Borítókép: a Hesztia fajtáról Varga Emma által készített akvarell részlete látható

Hátsó borítókép: a Cordelia fajta virágrügyének keresztmetszete látható
(metszet: Varga Dániel, fotó: Erős-Honti Zsolt)

Megjelent a Magyar Tudományos Akadémia és a Nemzeti Kulturális Alap támogatásával

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Természettudományi Kar
Kari Könyvtár
BF
14380

1 B2/200 00027031
TTK KARI kvt.
FÖLDTUDOMÁNYI Szakgy.

ISBN 978-963-502-968-6

Kiadja: Agroinform Kiadó
Felelős kiadó: Bolyki Etelka

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános előadás,
a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát, az egyes fejezeteket illetően is.

TARTALOMJEGYZÉK

SUMMARY 11

I. AZ ALMA NEVE (SURÁNYI DEZSŐ) 13
a) Okleveles adatok 14
b) Nyelvemlékek és nyelvtörténeti források 15

II. A NEMES ALMA RENDSZERTANI HELYE ÉS ROKONSÁGA (NAGY JÓZSEF) 21
1. A rózsafélék családja (Rosaceae Juss.) 21
2. A Rosaceae család infrafamiliáris rendszerezése 22
3. A *Malus* nemzetség (*Malus* Miller, Gard. Dict. Abr., ed. 4, [835]. 1754.) 23
4. A *Malus* nemzetség infragenerikus rendszerezése 24
5. A *Malus domestica* származása és rokonsági köre 28
6. A *Malus domestica* faj alatti taxonjai 35

III. ARCHEOBOTANIKAI ADATOK, KULTÚR- ÉS TERMESZTÉSTÖRTÉNETI VONATKOZÁSOK (SURÁNYI DEZSŐ) 41
1. Archeobotanikai adatok 41
2. Kultúrtörténeti vonatkozások 46
3. Termesztéstörténeti vonatkozások 52

IV. AZ ALMA KÜLSŐ ALAKTANA (TÓTH MAGDOLNA) 65
1. Gyökérrendszer 65
2. Hajtásrendszer 70
a) Törzs 70
b) Ágrendszer 70
c) Termésképzési jelleg és terméshozási típus 73
d) Hajtás, vessző 74
e) Levél 77
3. Virágzat, virág 80
4. Termés (Gyümölcs) és mag 82

V. AZ ALMA BELSŐ ALAKTANA (ERŐS-HONTI ZSOLT) 89
1. A vegetatív szervek anatómiája 89
a) A gyökér 89
b) A hajtás 92
2. A generatív szervek anatómiája 102
a) A virág 102
b) A termés 110
c) A mag 112

VI. AZ ALMA EGYEDFEJLŐDÉSE (TÓTH MAGDOLNA) 115
1. Csírázás 115
2. Fiatalkori (juvenilis) fázis 116
a) A magoncok kezdeti fejlődése és morfológiai jellemzői 116
b) A juvenilis időszak hossza és rövidítésének módjai 119
c) Indukált és részleges juvenilitás 120
3. Felnőttkori (termőkori) fázis 121
a) Magoncok felnőttkori szakasza 121
b) Többkomponensű fák életkori időszakai 121

VII. AZ ALMA FENOLÓGIÁJA (TÓTH MAGDOLNA ÉS BÉKEFI ZSUZSANNA) 125
1. Hajtás- és gyökérnövekedés 128
2. Virágrügyképződés 129
3. Virágzás, termékenyülés 131
4. Gyümölcsfejlődés, Gyümölcshullás és gyümölcsérés 133
a) Gyümölcsfejlődés 133
b) Gyümölcshullás 134
c) Érés 134

VIII. AZ ALMA ANYAGCSERÉJE (LUKÁCS NOÉMI, GÁSPÁR LÁSZLÓ ÉS PÓS VERONIKA) ... 135
1. Fotoszintézis 135
a) Az almára jellemző C3-típusú fotoszintézis fő folyamatai 135
b) A fotoszintézis intenzitását befolyásoló tényezők hatása 137
2. Szénhidrát-anyagcsere és légzés 140
a) Az asszimilátumok szállított formái almában 141
b) A nem-szerkezeti szénhidrátok megoszlása a különböző szervek között 143
c) A szénhidrátok anyagcseréje az almagyümölcs példáján 144
3. Biológiailag aktív vegyületek és szintézisük 149
a) Fenolos vegyületek 150
b) Az alma által kibocsátott illékony vegyületek 154
c) Az almában azonosított allergének 155

IX. A VEGETATÍV ÉS GENERATÍV FEJLŐDÉS ÉLETTANA (SZALAY LÁSZLÓ) 159
1. Hajtás- és gyökérnövekedés élettani háttere 159
a) Hajtásrendszer 159
b) Gyökérzet 161
2. A termőrügyképződés fiziológiája 162
a) A virágrügyképződés folyamata 162
b) A virágrügyképződést befolyásoló tényezők 166
3. Virágzás és megtermékenyülés 167
4. Termésfejlődés 169
a) A gyümölcsök növekedése 169
b) Biokémiai és élettani folyamatok 170
c) Környezeti tényezők hatása 173

X. AZ ALMAGYÜMÖLCS BELTARTALMI ANYAGAI (TÓTH MAGDOLNA ÉS FICZEK GITTA) . 175
1. Szénhidrátok 176
a) Az édes ízt meghatározó szénhidrátok 176
b) Vázanyag poliszacharidok 177
c) Tartaléktápanyag szénhidrátok 178
2. Szerves savak 178
3. Ásványi anyagok 179
a) Makroelemek 179
b) Mikroelemek 180
4. Polifenolos vegyületek 180
a) Az almagyümölcs összes polifenoltartalma 181
b) Az almagyümölcs legjelentősebb flavonoidvegyületei 182
c) Tanninok, mint a boralmafajták kritériumai 183
5. Aromaanyagok 184

XI. AZ ALMA BETEGSÉGEI ÉS KÁRTEVŐI 187
1. Az alma betegségei (HEVESI MÁRIA) 187

a) Vírusos betegség ... 187
b) Fitoplazmás betegség ... 187
c) Baktériumos betegségek ... 187
d) Gombás betegségek ... 190
2. Kártevők (BALÁZS KLÁRA) ... 194
a) Talajlakó kártevők ... 195
b) A fás részek kártevői ... 195
c) A lombfelület kártevői ... 197
d) A virág és a termés kártevői ... 199

XII. AZ ALMA ALANYAI (HROTKÓ KÁROLY) ... 203
1. Magoncalanyok ... 204
2. Ivartalanul szaporított alanyok ... 204

XIII. AZ ALMA TERMŐHELYI IGÉNYEI (TÓTH MAGDOLNA) ... 213
1. Földrajzi helyzet, domborzati viszonyok, kitettség ... 213
2 Éghajlati adottságok, időjárási tényezők ... 214
a) Hőmérséklet ... 214
b) Vízellátás ... 219
c) Fényviszonyok ... 220
3. Talajadottságok ... 221

XIV. AZ ALMA TERMESZTÉSE ... 223
1. Művelési rendszerek (GONDA ISTVÁN) ... 223
a) Művelési rendszerek a XIX. századtól a II. világháborúig ... 223
b) Művelési rendszerek a II. világháború után ... 223
c) A művelési rendszerek változásának tendenciái ... 227
d) A hazai almatermesztés perspektivikus művelési rendszerei ... 227
2. A telepítés előkészítése és kivitelezése (GONDA ISTVÁN) ... 228
a) Az előkészítés általános vonatkozásai ... 228
b) Az ültetési anyag biztosítása ... 228
c) Területbejárás ... 229
d) A telepítés előkészítése ... 229
e) Telepítés ... 230
3. Termesztéstechnológia (GONDA ISTVÁN) ... 231
a) *A termesztéstechnológia fogalma és felosztása* ... 231
b) A termesztéstechnológia elvi és gyakorlati vonatkozásai ... 231
c) A termesztéstechnológia elemek változásának tendenciái ... 233
4. Fajtatársítás, méhes megporzás (TÓTH MAGDOLNA) ... 234

XV. AZ ALMA GENETIKÁJA ÉS NEMESÍTÉSE ... 239
1. A *Maloideae* alcsalád genomevolúciója, az almagenom jellemzése (HEGEDŰS ATTILA) ... 239
2. A főbb tulajdonságok genetikai háttere és öröklődése (HEGEDŰS ATTILA) ... 244
a) Varasodással szembeni rezisztencia ... 244
b) Lisztharmattal szembeni rezisztencia ... 246
c) Tűzelhalással szembeni rezisztencia ... 247
d) Kártevőkkel szembeni rezisztencia ... 247
e) Növekedési tulajdonságok és virágzási idő ... 248
f) Gyümölcsminőséget meghatározó paraméterek ... 248
3. Nemesítést támogató molekuláris technikák alkalmazása (HALÁSZ JÚLIA) ... 251
4. Az önmeddőség molekuláris genetikai háttere (HALÁSZ JÚLIA) ... 260
a) A termékenyülési rendszer molekuláris háttere ... 261

5. Nemesítési célok (TÓTH MAGDOLNA) ... 268
a) A biotikus rezisztencia kialakítása ... 268
b) Gyümölcsminőségi tulajdonságok javítása ... 270
c) Érési idő, pultállóság és eltarthatóság ... 273
d) A virágzási idő szabályozása ... 274
e) A növekedési erély és fahabitus módosítása ... 274
f) Speciális nemesítési célok ... 274
6. Klasszikus nemesítési módszerek (TÓTH MAGDOLNA) ... 275
a) Ismert vagy ismeretlen eredetű magoncok szelekciója ... 276
b) Keresztezéses nemesítés ... 276
c) Természetes mutációk kiválasztása ... 279
d) Indukált mutáció ... 280
e) Klónszelekció ... 281
f) Biotechnológia a nemesítés szolgálatában ... 281
7. A hazai nemesítés története és eddigi eredményei (TÓTH MAGDOLNA) ... 281
a) Korábbi hazai almanemesítők és eredményeik ... 282
b) Jelenlegi hazai programok és eddigi eredmények ... 284

XVI. AZ ALMA FAJTARENDSZERTANA (TÓTH MAGDOLNA) ... 285

XVII. AZ ALMA FAJTÁI (TÓTH MAGDOLNA) ... 293
1. Hazai nemesítésű fajták ... 293
2. Kárpát-medencei régi almafajták ... 298
3. Jelentősebb és ígéretes honosított fajták ... 307
4. Külföldi klubfajták ... 316

XVIII. GAZDASÁGI JELENTŐSÉG, FELHASZNÁLÁS ... 319
1. Termelés, forgalmazás (TÓTH MAGDOLNA) ... 319
a) Az almatermelés nemzetközi és hazai helyzete ... 319
b) Az almatermés nemzetközi forgalma ... 322
c) A fajtahasználat változása és helyzete ... 324
2. Élelmiszeripari felhasználás (STÉGERNÉ MÁTÉ MÓNIKA) ... 326
a) Sűrítmény, lé ... 327
b) Aszeptikus velő ... 331
c) Szárított termékek ... 331
d) Befőttfélék ... 333
e) Lekvárfélék ... 334
f) Gyorsfagyasztott termék ... 336
g) Cukormentes almatermékek ... 336
h) Alkoholos fermentációval készült almatermékek ... 336
i) Egyéb termékek ... 337
3. Farmakológiai hatás, felhasználás a fitoterápiában (BLÁZOVICS ANNA) ... 338
a) Az alma bioaktív hatóanyagai ... 338
b) Az almafogyasztás kedvező hatásának ismertetése néhány betegség kapcsán ... 342

IRODALOM (HÖHN MÁRIA) ... 347

NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ (HÖHN MÁRIA) ... 385

CONTENTS

I. NAME OF APPLE (D. Surányi) . . . 13
a) Documented data . . . 14
b) Historical names . . . 15

II. TAXONOMY OF APPLE AND RELATED TAXA (J. Nagy) . . . 21
1. The Rosaceae family (Rosaceae Juss.) . . . 21
2. Infrafamilial classification of the Rosaceae family . . . 22
3. The *Malus* genus . . . 23
4. Infrageneric classification of the *Malus* genus . . . 24
5. Origin of *Malus domestica* and related species . . . 28
6. Infraspecific taxa of *Malus domestica* . . . 35

III. ARCHEOBOTANICAL DATA, CULTURAL AND PRODUCTION HISTORY (D. Surányi) . . . 41
1. Archeobotanical data . . . 41
2. Cultural history . . . 46
3. Production history . . . 52

IV. MORPHOLOGY OF APPLE (M. Tóth) . . . 65
1. Root system . . . 65
2. Shoot system . . . 70
a) Trunk . . . 70
b) Branching system . . . 70
c) Fruit formation type and fruit-bearing type . . . 73
d) Shoots and dormant shoots . . . 74
e) Leaves . . . 77
3. Inflorescence, flowers . . . 80
4. Fruit and seed . . . 82

V. ANATOMICAL STRUCTURE OF THE APPLE ORGANS (Zs. Erős-Honti) . . . 89
1. Anatomy of the vegetative organs . . . 89
a) Roots . . . 89
b) Shoots . . . 92
2. Anatomy of the generative organs . . . 102
a) Flowers . . . 102
b) Fruit . . . 110
c) Seeds . . . 112

VI. DEVELOPMENTAL PHYSIOLOGY OF APPLE (M. Tóth) . . . 115
1. Germination . . . 115
2. Juvenile phase . . . 116
a) Initial development and morphological traits of seedlings . . . 116
b) Length of the juvenile phase and ways of shortening it . . . 119
c) Induced and partial juvenility . . . 120
3. Adult (fruit-bearing) phase . . . 121
a) Adult phase of seedlings . . . 121
b) Life stages of grafted trees . . . 121

VII. PHENOLOGY OF APPLE (M. Tóth and Zs. Békefi) . . . 125
1. Shoot and root growth . . . 128

2. Flower-bud formation 129
3. Flowering, fertilisation. 131
4. Fruit development, fruit drop and fruit ripening. 133
a) Fruit development. 133
b) Fruit drop 134
c) Ripening 134

VIII. THE METABOLISM OF APPLE (N. LUKÁCS, L. GÁSPÁR AND V. PÓS) 135
1. Photosynthesis. 135
a) Main processes of the C3-type photosynthesis characteristic of apple 135
b) Factors influencing the intensity of photosynthesis 137
2. Carbohydrate metabolism and respiration 140
a) Transport forms of assimilates in apple 141
b) Distribution of non-structural carbohydrates between organs 143
c) Carbohydrate metabolism in apple fruits 144
3. Biologically active compounds and their synthesis 149
a) Phenolic compounds. 150
b) Volatile compounds secreted by apple plants 154
c) Allergens in apple 155

IX. PHYSIOLOGY OF VEGETATIVE AND GENERATIVE DEVELOPMENT (L. SZALAY). 159
1. Physiological background of shoot and root growth 159
a) Shoot system 159
b) Root system. 161
2. Physiology of fruit-bud formation 162
a) Process of flower-bud formation. 162
b) Factors influencing flower-bud formation 166
3. Blossoming and fertilisation. 167
4. Fruit development. 169
a) Fruit growth 169
b) Biochemical and physiological processes 170
c) Environmental factors. 173

X. CHEMICAL COMPONENTS OF APPLES (M. TÓTH AND G. FICZEK). 175
1. Carbohydrates 176
a) Structural polysaccharides 176
b) Reserve nutrient carbohydrates 177
c) Organic acids. 178
2. Carbohydrates determining sweetness. 178
3. Minerals. 179
a) Macronutrients 179
b) Micronutrients 180
4. Polyphenol compounds 180
a) Total polyphenol content of apples 181
b) Major flavonoids of apples 182
c) Tannins, as a criterion for cider apple cultivars 183
5. Aromatic substances. 184

XI. DISEASES AND PESTS OF APPLE. 187
1. Apple diseases (M. HEVESI) 187
a) Viral diseases 187

b) Phytoplasmic diseases 187
c) Bacterial diseases 187
d) Fungal diseases 190
2. Pests (K. Balázs) 194
a) Soil-borne pests 195
b) Pests damaging woody parts 195
c) Pests damaging the foliage 197
d) Pests damaging flowers and fruit 199

XII. ROOTSTOCKS OF APPLE (K. Hrotkó) 203
1. Seedling rootstocks 204
2. Vegetatively propagated, cloned rootstocks 204

XIII. ECOLOGICAL DEMANDS OF APPLE (M. Tóth) 213
1. Geography, relief and exposure 213
2. Climatic and weather factors 214
a) Temperature 214
b) Water supplies 219
c) Light conditions 220
3. Soil properties 221

XIV. THE CULTIVATION OF APPLE 223
1. Training systems (I. Gonda) 223
a) Training systems from the 19th century to World War II 223
b) Training systems since the World War II 223
c) Changing trends in training systems 227
d) Promising training systems for apple cultivation in Hungary 227
2. Preparatory work and planting 228
a) General aspects to be considered 228
b) Selection of the planting material 228
c) Site survey 229
d) Preparations for planting 229
e) Planting 230
3. Cultivation technology (I. Gonda) 231
a) Types of cultivation technologies 231
b) Theoretical and practical aspects of cultivation technology 231
c) Changing trends in cultivation technologies 233
4. Cultivar combinations, bee pollination 234

XV. GENETICS AND BREEDING OF APPLE 239
1. Evolution of the *Maloideae* sub-family genome; characterisation of the apple genome (A. Hegedűs) 239
2. Genetic background and inheritance of major traits (A. Hegedűs) 244
a) Resistance to scab 244
b) Resistance to powdery mildew 246
c) Resistance to fire blight 247
d) Resistance to pests 247
e) Growth characteristics and flowering time 248
f) Parameters determining fruit quality 248
3. Use of molecular techniques in breeding (J. Halász) 251
4. Molecular genetic background of self-sterility (J. Halász) 260
a) Molecular background of the fertilisation system 261

5. Breeding aims (M. Tóth) ... 268
a) Development of biotic resistance ... 268
b) Improvements in fruit quality traits ... 270
c) Maturity date, shelf-life and storability ... 273
d) Regulation of flowering time ... 274
e) Modifications in growth vigour and tree habit ... 274
f) Special breeding aims ... 274
6. Classical breeding methods (M. Tóth) ... 275
a) Selection of seedlings of known or unknown origin ... 276
b) Crossbreeding ... 276
c) Selection of natural mutations ... 279
d) Induced mutations ... 280
e) Clone selection ... 281
f) Biotechnology in the service of breeding ... 281
7. History of breeding in Hungary and the results achieved so far ... 281
a) Earlier Hungarian apple breeders and their results ... 282
b) Present-day Hungarian breeding programmes and results achieved so far ... 284

XVI. TAXONOMICAL CLASSIFICATION OF APPLE CULTIVARS (M. Tóth) ... 285

XVII. APPLE CULTIVARS (M. Tóth) ... 293
1. Hungarian-bred cultivars ... 293
2. Old apple cultivars from the Carpathian Basin ... 298
3. Promising introduced cultivars ... 307
4. Foreign club cultivars ... 316

XVIII. ECONOMIC IMPORTANCE, UTILISATION ... 319
1. Production, marketing (M. Tóth) ... 319
a) International and domestic situation of apple production ... 319
b) International trade in apples ... 322
c) Changing trends in cultivar use ... 324
2. Utilisation by the food industry (M. Stégerné Máté) ... 326
a) Concentrates, juice ... 327
b) Aseptic apple puree ... 331
c) Dried products ... 331
d) Preserves ... 333
e) Jams ... 334
f) Deep-frozen products ... 336
g) Sugar-free apple products ... 336
h) Apple products made by alcoholic fermentation ... 336
i) Other products ... 337
3. Pharmacological effect; use in phytotherapy (A. Blázovics) ... 338
a) Bioactive ingredients of apple ... 338
b) Favourable effects of apple consumption during various illnesses ... 342

LITERATURE (M. Höhn) ... 347

INDEX (M. Höhn) ... 385

SUMMARY

MÁRIA HÖHN

The apple (*Malus domestica* Borkh.)

Apple is one of the most important and most popular fruit trees, cultivated in the temperate zone. Apple production of the world following the World War II increased fivefold, and in the time of the last thirty years this quantity was doubled, reaching almost 70 million tons in the last three years.

As a domesticated species the cultivation of apple dates back to early historical times, being mentioned firstly from the region of Anatolia. It is documented that domesticated apple was well-known also in the Roman Empire, as Plinius mentioned already 41 apple varieties from that time.

This book contains 18 chapters that refer to the history, taxonomy, nomenclature, morphology, anatomy, phenology, physiology and genetics, chemical specifications and environmental needs of *Malus domestica*. Borkh. Beside the detailed description of pathogens and pests, the book describes the backgrounds of apple cultivation, breeding and horticultural propagation by the most up-to-date technologies. The last chapters summarize the economic use of apple and the benefits to human health and welfare.

The first chapter entitled „The name of the apple" gives a summary of all used historical, and Hungarian names for domesticated apple tree. A linguistic and etymological background is given by listing the most important linguistic and historical documents. There is also a detailed enumeration of Hungarian words and geographic names which include the word 'apple' within.

The second, taxonomical chapter gives a detailed description of the systematics of the subfamily Maloideae, and the genus *Malus*. The nomenclature for *Malus* species and the description of all infrageneric relationships is critically overviewed, including the most recent molecular phylogenetic results. Because of the long history of this cultivated species and related taxa, the intra- and interspecific relationships are highly complicated with some unresolved aspects, as well. However, in spite of the former belief that emphasized the multiple origin of *Malus domestica*, recent studies assumes that *Malus dometica* Borkh. is most closely related to the Central Asian *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem, considered as the first ancestor and the closest relative of the domesticated apple. Multiple hybridizations and breeding resulted in a very diverse genetic material involving gene-stock of geographically specific wild taxa. The present knowledge about the relationships within wild and domesticated *Malus* is treated with a specific scientific care.

The third chapter refers to the origin, distribution and cultivation history of apple, including rich archaeological data. The detailed description includes also the ethnobotanical knowledge of people living within and outside the Carpathian basin. Apple was a popular fruit in some ancient civilisations and also it was known in the Roman Empire, but cultivation and breeding of apple, according to historical documents, in Europe started probably only in the middle age.

The fourth and the fifth chapters of the book describe the morphology and anatomy of *Malus domestica*. In chapter four growth characteristics, crown forms and shoot-structure specificity are discussed. Vegetative (root shoot, leaf) and generative (flower, fruit, seed) organs are treated separately. The description of the apple inflorescence includes the peculiarity of the opening of flowers, which do not follow the normal sequence of a cymose inflorescence. The detailed anatomical description and tissue characterization of organs are based on mainly original microscopic preparations and photos made by the author.

The sixth chapter introduces the development of apple by discussing the main features of the developmental physiology, including germination and ontogeny of apple trees as well as dynamic of fruit bearing stage.

The eighth chapter deals with the metabolism of the tissues, considering photosynthesis and respiration with specific regard to the carbohydrate metabolism. Biochemical compounds of different organs are discussed, as well as the transport of nutrients with a special emphasis on the fruit. A large part of this chapter deals with the biologically active compounds of apple, which might have strong impact also on the human health.

The ninth chapter describes physiological bases of the plant growth, the tissue development of organs with a special care to flower-bud formation and of fruit ripening.

The tenth chapter describes the specific nutrient content of the apple fruit, with an emphasis on different components like carbohydrates, organic acids, mineral compounds, polyphenols and aromatic materials. Particularly important is the mentioning of the quantitative and qualitative proportion of these components in the fruits of different apple varieties.

The eleventh chapter discusses the diseases caused by pathogens and pests of apple with special regard to those widespread along the Carpathian Basin. This chapter describes the activity of pathogens on apple trees, the disease cycles and the plant resistance to the infections. Useful data are given for how to manage and prevent the spreading of diseases and pests of the apple plant.

The twelfth chapter enumerates and describes the rootstocks of apple cultivars, with special regard to application and use. A historical aspect is also included in connection with the selection and breeding of these rootstocks during the centuries and spread along the European countries.

The thirteenth chapter describes the most important ecological demands of apple trees, the knowledge and experiences for the environmental needs accumulated along centuries. Ecological background is given referring to different cultivars' growth in the orchards.

The fourteenth chapter is summarizing the most important tasks in the horticultural practice of apple, like planning of the orchards, planting systems and combination of the most proper cultivars. This chapter is a practical overview based mainly on personal observations, experiments and long term studies of the authors.

Genetics of *Malus domestica* is described in chapter fifteen. It is a detailed summary of the most recent results of the genome evolution research in *Malus*, the molecular aspects of self incompatibility, and the distribution of S genotypes along the Carpathian basin. Methods to determine molecular variance of different genetic resources are treated and also genetic characterisation of the Malus varieties and parent lineages are described. This chapter includes also breeding aims in apple for the XXI century, involving resistance against the most important pathogens and adaptation to the new environmental conditions induced by the climate change.

The topic of the next two chapters (XVI and XVII) is dedicated to the detailed presentation of the known *Malus* varieties in Hungary and abroad. In this long list old-historical and new cultivars are described very carefully and precisely, and they are included also in the frame of a morfo-phenologic system elaborated by different authors or former breeders. This chapter provides a rich database and knowledge for Hungarian apple breeders and horticulture staff.

The last chapter of this book presents the economic importance of apple cultivation, the main uses of the apple as a fresh fruit and as raw material of other processed products. Particularly, is important the pharmacological aspect described here, with special regard to the role of those compounds which offer new perspectives for human care and health benefits.

The extremely rich literature, more than thousand references, included in this book provides a summary of all the knowledge accumulated along centuries about apple cultivation and breeding.

I. AZ ALMA NEVE

Az alma tudományos neve *Malus domestica* Borkh. Már a legkorábbi forrásokban is – ókori szerzők és magyarok egyaránt – különbséget tettek a vadalma és a nemes alma, ill. ez utóbbi fajtái között. Ez a disztinkció nem taxonómiai, hanem sokkal inkább pomológiai jellegű volt. A gyümölcséért és dísznek termesztett fajtáknak ma már számos szülőfaja ismert, részletes tárgyalásuk a II. fejezetben található.

LINNÉ (1753), a latin tudományos névadásban a *Pyrus malus* nevet adta, és későbbi a *domestica* = házi, azaz termesztett jelző. A latin nyelvben a *Malus*, a faj gyümölcsére vonatkozott FINÁLY (1884), ami általában kerekded és ehető termést jelölt. Már a görög-római szerzők, így Theophrasztosz, Cato, Varro, Dioszkoridész, Plinius, Columella és mások (KOCH 1878, HEHN 1911), határozottan megkülönböztetik az eltérő rendszertani csoporthoz tartozó különböző *Malus* és nem-*Malus* „almákat" (STIRLING1995–1998). Az egységes szóhasználatot azért tehették meg, mert az antik szerzők minden kerek gyümölcsöt termő fa termését almának neveztek, úgymint örmény alma (sárgabarack), perzsa alma (őszibarack), gránátalma, narancs és citrom. Számos más, újabban megismert egzotikus faj nevében is találkozhatunk vele, mint továbbélő nyelvi forma (SURÁNYI 1985, VÖRÖS 1996: malájalma, rózsalma stb.).

Murmelius (1533; in: SZAMOTA 1896) és a Calepinus-szójegyzék (1585; in: MELICH 1912) néhány szakkifejezést közölt az almával kapcsolatban, Szikszai Fabriczius *Nomenclaturá*-ja (1590; in: MELICH 1906) pedig már több almafajtát ismert; és RAPAICS (1940a) is felfigyelt a különbségekre.

MELIUS JUHÁSZ *Herbarium*-ában (1578) valami miatt az alma nem szerepel, pedig akkor már ismerték, sőt termesztették az almát. Közel egy évszázaddal később LIPPAY-nál a *Calendarium*-ban (1661) és a *Gyümölcsös kert*-ben (1667) viszont jó néhányszor nemcsak az alma neve, hanem a leírása is olvasható. Az előbbi munkában – a *Calendarium*-ban – öt esetben, így a méhek kihelyezésével, a metszéssel és a „férges almák" felhasználásával (takarmánynak) foglalkozott a szerző. A *Gyümölcsös kert* és a *Kerti dolgoknak leírása* NADÁNYI (1669), olyan részletes leírást közöl az almáról, hogy az információt ad a termesztés színvonaláról és a szaknyelvi használatáról is.

MIKES (1794) a *Törökországi levelek*-ben az almát egy szólásban (123. levél), és a rodostói almák dicséreténél (181. levél) hozza szóba. Az első füvészkönyvekben (BEYTHE ISTVÁN 1584, CLUSIUS 1583a, BEYTHE ANDRÁS 1595), az első magyar nyelvű növényhatározóban, DIÓSZEGI – FAZEKAS (1807) *Magyar Füvész könyv*-ben részletes leírás található az almáról. CZUCZOR – FOGARASI (1862) *A magyar nyelv szótára* I. kötetében az alma fája és gyümölcse mellett az alma összetett szavas formái is szerepelnek, sőt a vele kapcsolatos földrajzi nevek is.

Nem lehet azt sem figyelmen kívül hagyni, hogy pl. az alma görög neve *mélon* (μῆλον), ami valójában kerek gyümölcsöt jelent (HEHN 1911); a mālum és mālus szavak pedig egy Biblia fordítási tévedéshez vezettek. Nálunk először a *Besztercei szószedet*-ben találkozunk *pomus, pomum* formában az almafa, alma elnevezésével (BENKŐ 1967), a másik latin szópár a *mālum* (almafa, alma) és *mālus* 3 (rossz elnevezésével) csak később terjedt el (RAPAICS 1940a). BENKŐ (1967) szerint – és SZINNYEI (1893) szóhasználatával – mindez tény, bár újabban más véleményt is megfogalmaznak. A Szinnyei-féle *Magyar tájszótár* (1893), majd az *Új magyar tájszótár* (B. LŐRINCZ 1979) együtt az alma számos alakváltozatát sorolja fel (*áma, aóma, oáma, olima, ólma, óma, uáma*), megemlítve Kecskemét és Szeged, Palócföld, Székelyföld vidékéről származó formákat is. SZINNYEI (1893) és B. LŐRINCZ (1979) összegyűjtött szavainak jórészét ma is hallhatjuk adott vidéken, viszont ehhez képest taxonómiailag igen lényeges különbség van a török köznyelv és más rokon népek szóformája között, ugyanis ezekben az egyes fajok, fajtacsoportok, fajtakörök különbségei is megmutatkoznak. Mindenesetre kétségek lehetnek a kutatókban a disztinkció tekintetében, mint az LIPPAY (1667), BALLAGI (1873)

vagy PRISZTER (1966) munkájából is kitűnik. Nyelvészeti, néprajzi és művelődéstörténeti (ld. később) szempontból igen érdekes, hányféle összetételben szerepel az *alma* szó (SURÁNYI 1985, RÁCZ 2010), és hogy mennyire színes a megjelenése például az antik művészetben.

DIÓSZEGI és FAZEKAS (1807) *Magyar füvészkönyv*-ének megjelenése óta többen összegezték a tapasztalataikat az almafajták rendszerezése során. Különösen érdekes ENTZ (1858) a *Kertészeti füzetek* V. kötetében bemutatott almái (12 fajta), majd BERECZKI (1877) 424 fajta leírása. Később a pomológiai irodalomban egyre több munka jelenik meg, így RUDINAI MOLNÁR (1900–1909), ANGYAL (1925), MOHÁCSY (1946a, b), TOMCSÁNYI (1953), BRÓZIK–REGIUS (1957), majd MÁNDY (1951 és 1964) és TERPÓ (1974) tollából.

Az intenzív honosítás Nyugatról eleinte csak a dunántúli kerteket formálta át. Ekkor kerül hazánkba a delicious, kálvil, parmen, pepin, renet, rombur, rozmaring, rózsaalma kultivár, amelyeknek rendszertani definiálása sem külföldön (ROACH 1985, MORGAN és RICHARDS 2002), sem nálunk eddig még nem történt meg. Az ország keleti részén azonban, részben az Alföldön és különösen Erdélyben megmaradt a régi magyar gyümölcstermesztés. Mindez a mai napig érvényes megállapítás.

Az alma oklevéltári adatai az alma elterjedésére, a fájára, gyümölcsére és felhasználására vonatkoznak, illetve az alma földrajzi nevekben való megjelenését is dokumentálják.

a) Okleveles adatok

1009/1350/1404: vsque *ad Almas aquam* sz. hn. (MNy. 12: 378)
1093: Undecimum predium est quod uocatur *Almás* (Pannh. 2/A)
1193 : Ibi intrat in uiam *almas* (OL. D. 27)
1200 k.: Ad fluuium Almás peruenit (Anon. 26)
1225: *Almafa* hn. (OKlSz.)
1225: Inde currit ad *Almafa* (OL. D. 119, I. SoprOkl 1. 12)
1227: Ecclesie sancte Marie de *Almad* (OL. D. 133)
1230: Villa Beren Alchi Wosod *Almod* Sagu March (Veszpr. 14, Dec. Comit. Symig.). Villa Alchi Wosod *Almod* (Pannh. 32/V)
1233: Vadecimum predium est quod uocatur *Almás* (Pannh. 1/Z)
1235: *Olma* bn. (Fejér CD. 3: 423)
1236/1239: Prope riuulum qui fluit de *Almacuth* (HazaiOkm. VI. 33)
1237: Ad arborem que vocatur *agasalmafa* (ZalaOkl. I. 13)
1237: Ad arborem quam vulgus vocat *apathalmafa* (ZalaOkl. I. 14)
1240 k.: In predio *Almas* hec sunt nomina Jobagionum Torda Buzoch Gurge Mathsa (Pannh. I. 61/8)
1252: Uenit ad arborem signatam que uulgo dicitur *Almafa* (OL. D. 33710)
1256: Arbore *almafa* (Hazai-Okm. VII. 57)
1260/1271: Vsque ad riuulum qui almaspataka nominatur (OL. D 2505)
1288: In fimatis iuxta *Alma* tria iugera (Veszpr. 109, Szepezd 2)
1296?: In caput fluuii *Werusalma* vocati (Múz. Péchy)
1296: Quendam equum *alma hymu* peeg coloris (Múz. Wenzel)
1309: Monasterii de *Almad* (Veszpr. 13, Szőlős, Zala m.)
1315: Possessiones Bachamezey *Werusalmafolua* (Múz. Péchy)
1315: Cadit in fluuium *Werusalmapathaka* nuncupatum (Múz. Péchy)
1330/1420: Cadit in fluuium *Almaspatak* vocatum (OL. D 2501)
1335: *pomi, que wlgo ponica alma dicitur* (MNy. 10: 38)
1339: In loco *Almakuth* vocato duas vineas (Veszpr. 106, Antalfa 4)
1341: Ad metas arborum *Almahatar* vocatas (OL. D. 3416, 1. AnjouOkm. I. 387)
1341: Quatuor priores metas arborum *almahatar* vocatas (ZalaOkl. I. 387)

1345: Arborem pomi vulgariter *theleleu alma* vocatam (AnjouOkm. IV. 502)
1356: Ad rywlum *Almaspataka* nuncupatum (Múz.)
1366: In quodam Prato prope *Almasteluk* (Veszpr. 7, Hanta)
1381: In vno rubeto penes Almastoua adiacenti (Múz.)
1385: In loco *Almazeer* nuncupato similiter duo Jugera (Veszpr. 6, Gyulakeszi)
1385: Possessionibus *Veresalma* Philiphaza Mezenthokna vocatis (Múz.)
1390: Riuulus *Almaspatak* nominatus (OL. D. 7620, Lelesz Met. Mármaros 11)
1400: Nicolaum *Almás* dictum (Zichy-Okm. V. 178)
1407: Tria in loco Fyz*alma* (Körmend, Ányos 9)
1409: Venit ad fluuium *Almaspathaka* nuncupatum (Múz.)
1422: Arborem pomi *Pirosalmafa* (Hazai-Okm. III. 331)
1426: Villis *Felsewalmad Alsowalmad* Zenthpeterfelde (OL. D. 14719)
1435: Aque *Aproalmauize* vocate (ZalaOkl. II. 486)
1453: Possessionibus Valws *Almad* et *Kysalmad* vocatis (OL. D. 14722)
1454: *Almás,* hn. (OL. D. 14604)
1457: Benedictus *Wadalma* (OL. D. 36405)
1467: Penes quandam vallem *Kyskerekalmas* vocatam (Múz.)
1506: Tria in loco Marthon-*almay* appellato (Veszpr. 4, Csatár)
1545: Almát *alma fánkhoz* (OL. Nád. 41)
1545: *Muskotal alma* vagion hath hordoual (OL. Nád. 42)
1548: Almát *alma kasának* (OL. Nád. 49)
1551: Almát *alma fánknak* (OL. Nád. 49)
1552: vachyorára...alma hagyma méz d. 4 (Kv; Szám. 3/5. 12)
1556: Az kichin kochiba az *almás kek* lowak leznek (OL. Nád. 49)
1556: Eoreg szęp keortvelieket almákat zeoleoket ket tállal ki teót /35 (Kv; i.h. 3/XXIV. 8)
1558: Dyo. Manero azw *alma* (OL. Nád. 49)
1558: Azw *alma* Azw sozo [így?] (OL. Nád. 49)
1560 k.: *almas* 'almáskert' (Gyöngy-Szt, 1855)
1566: *almas* kek lovak 'almás-deres' (OklSz)
1586: Equi cerulei uulgo *almas-kek* dicti (OL. L. III. 16. 17)
1587: veottem 1 Chieber almát d. 10 (Kv; i.h. 3/XXVI. 70)
1597: szedette Auagy rázatta megh...termett gymeolcz faymot, keortuelt, almát, ziluat (UszT)
1599: Ket bonchiok. Eggjk *almajawal* (OL. L. 111.16. 17)
1599: In predio quod dicitur *Almád* (Veszpr. 2, Kisberény)
1600: Az almabanis ettem walami keweset, de en semmi kart ne(m) teöttem (I.H. 15/25)
1608: *Muskotall alma* (OL. UC. 37/56)
1632: az almafatis en iegzetem vala megh egi faragó Fejsze vala kezembe (Mv; MvLt 290. 87b).
1638: Aszu szelid es *vad alma* (OL. UC. 2/34)
1690: az Borbély István Ur(am) kertiben almát ráznak vala (Aranyosrákos TA; Borb. I)
1694: vagyon...Nagy Majorság Szőlő...Vannak benne gjümölts fac is, ugy mint: Alma fák nro 8. (Borberek AF; BfR) (Bartal 1901, Zolnai 1902–1906, Molnár – Simon 1976)

b) Nyelvemlékek és nyelvtörténeti források

Az alma nyelvtörténetéhez a következő nyelvemlékek tanulságos kiegészítést adnak.

- *Besztercei szószedet* (1395 körül) szerint a pomus (almafa) és pomum (alma);
- *Schlägli magyar szójegyzék* (1400-1410 körül) az alma elnevezésében a malum szót használja, az almáskert neve: pomerium;
- *Bécsi kódex* (1437) több ószövetségi könyv (Bírák-tól a 12 kisprófétáig) szövegét tartalmazza, a bűnbeesésre utaló rész az almafát is említi;

- Temesvári Pelbárt (1499): *Pomerium* mint az elmélkedések könyve, az almáskert (pomerium) annak a színhelye (1. ábra);
- *Döbrentei-kódex* (1508) többször említi az almát, külön is – virágzik a Pónyik alma, a Paradicsom gyümölcse (239/22a-4b), s a szerző kijelenti a *„panika alma reemek…"* (239-6)
- *Debreceni kódex* (1519 körül): az Éden fája almafa;
- *Teleki kódex* (1525): említi az almát;
- *Murmelius-féle latin-magyar szójegyzékben* (1533), a legérdekesebb adat: praecotia poma,
- azaz „elsö erö almak" (nyári?) és a gyümölcs neve: malum;
- *Gyöngyösi (latin-magyar) szótártöredék* (1538-1556): pomum, alma;
- Lencsés György: *Ars Medica* (1570 körül) ír az alma gyógyító hatásairól (Farczády és Szabó T. 1961)
- Frankovich Gergely (1582) *Hasznos és fölöttébb szükséges könv*-ben gyógyító hatású az alma;
- Beythe István (1584): *Stirpium nomenclator Pannonicus*-ban a pomum, alma;
- Clusius, Ch. (1583b): *Rariorum aliquot stirpium per Pannonicam…Malus pomus*, almafa;
- *Calepinus latin-magyar szótára* (1585): nem tesz különbséget a latin nevek szerint a vadalma és a termesztett alma között (*arbutus* és *unedo*, de egyik sem a *Malus* sp.);
- *Kolozsvári Glosszák* (1577 körül)-ban pomum, alma;
- Melius Juhász Péter: *Herbarium*-a (1578) érdekes módon – nem foglalkozott az almával – az oka ismeretlen;
- Szikszai Fabriczius Balázs: *Nomenclaturá*-ja (1590) 16 fajtaneveket közölt;
- Beythe András (1595): *Faknac es füveknec* c. kötetben a pomum, alma;
- Szenczi Molnár Albert (1604): *Dictionarium*-ban a pomum, almafa;
- Pázmány Péter (1636): *Prédikációk*-ban a bűnbeeséssel kapcsolatos gondolataiban olvasható az alma is;
- Zrínyi Miklós (1646): *Szigeti veszedelem*-ében a piros alma (IV. 9) és az aranyalma szerepel, a harci események a sokszor említett Almás-patak mentén;
- Apáczai Csere János: *Magyar Encyclopaedia* (1653) pedig tudatja, hogy *„a tartományok külömbsége szerént sokféle természetűek…"*
- Lippay János: *Calendarium*-a (1662) is többször, és a *Gyümölcsös kert* (1667) az alma részletes bemutatásával, a fajtákkal, termesztési módszerekkel és betegségeivel, kártevőivel szolgált;
- Pápai Páriz Ferenc (1690): *Pax Corporis*-ban a sült édes, a „lágy húsú" édes és a savanyú alma gyógyító hatása olvasható emésztési problémáknál;
- Bél Mátyás (1787 körül) *De re rustica Hungarorum*-ban a pomum és malum egyaránt szerepel az alma megnevezésére, továbbá számos fajtát írt le;
- Veszelszki Antal (1798): *A' növevény plánták, országából való erdei, és mezei gyüjtemény, vagy-is fa- és füszeres könyv*: nála termesztett gyümölcsfaj az alma;
- Diószegi Sámuel – Fazekas Mihály (1807): *Magyar füvész könyv*-e a vadalma leírását adja, s *„Ebből váltak mívelés által a' kerti almáknak számtalan fajtái."* (Molnár–Simon 1976, Surányi 1985)

A *Glosszárium* Berrár–Károly (1984), az alma szót és mindegyik összetételéből származó szóalakot elsősorban nem botanikai, hanem formális nyelvi kérdésként tárgyalja. Így például, ami vadalma (*Malus sylvestris*), az lehet az említett helyen valamelyik *Citrus*-féle, *Cydonia*, vagy éppen *Arbutus* faj is. Csak a források elemzése után dönthető el, hogy *Malus* fajról vagy valamilyen más, kerek-kerekded gyümölcsöt termő fajról van-e szó. A fajtanevek egyik fele valóban fajtát jelent, másik fele az almagyümölcs valamilyen tulajdonságát jelzi (hegyes, kemény, piros, puha stb.). A fajtajegyzék: Adam almaya, Apro piros alma, Bor izö alma, Eleue ero alma, Erdőnek pyross almaya, Hegyes alma, Igen edes alma, Kemény alma, Keregded alma, Leani czeczü olma, Mag neköl valo alma, Mohos alma, Muskotal alma, Piros

alma, Puha alma, Souaniu alma, Sömöközöt alma, Telelö alma és Vadalma. RÁCZ (2010) közel félszáz további almafajtát vagy jelleget gyűjtött össze, ami jelzi az alma Kárpát-medencei honosságát, kedveltségét és elterjedtségét is.

FINÁLY (1884) *A latin nyelv szótár*-ában görög és latin nyelv alapján adott az almára definíciót: „*Mālum* (μαλον) minden fán termő gyümölcs, melynek kívül húsa van, belül (magházban) van a magva (*nux* = dió), *mala aurea*-birsalma, *Persicum* = őszibarack, *Punicum* = gránátalma." BÁRCZI és ORSZÁGH (1959) ekként fogalmaz: „Az almafának gyermekököl nagyságú, húsos, leves, apró magvú, ehető termése." Az előbb felsorolt almafajta (és jelző) nevek mellett a fehér, kormos, zöld, sárga, csíkos, petytyes, sőt nyári és téli; ép, férges, rohadt, továbbá lapított, hengeres, féloldalas, sőt illatos és szagtalan jelzőszóval is találunk elnevezést.

1. ábra. Temesvári Pelbárt: *Pomerium*, mint az elmélkedések könyve, az almáskert (pomerium) annak a színhelye

Az alma nevét különféle népek nyelvén az 1. táblázat tartalmazza. Megjegyzendő, hogy az egyes nyelvekben általában ugyanazzal a szóval illetik mind termő gyümölcsfáját, mind a gyümölcsét, de nyomatékkal a neve inkább az almafa alakra vonatkozik. Az alma szavunk ótörök eredetű, a nyelvtörténészeink szerint vándorszó.

Az ótörök; a csagatáj, kazah, kipcsak, kirgiz, türkmén, ujgur *alma* mellett az *elma* (oszmán-török és török) *olma* (üzbég) és *ulma* (csuvas) alak ismert, de előfordul a magyar népnyelvben a *óma*, *áma* egyaránt. A legrégebbi nyelvemlékeket kivéve a törökség minden ágában megtalálható. A mongol nyelvek is ismerik. Az *almás* 'alma alakú foltokkal tarkázott' lószínnév hasonlóságon alapuló névátvitellel keletkezett, és számos keleti nyelvben megtalálható. A különböző nyelvekben a földrajzi név is rejtheti az alma szó megfelelő alakját (pl. angol, skandináv, amerikai, német, dél-amerikai, közép-ázsiai népek lakta földrajzi területeken). Sok-sok magyar és nem-magyar szólás és közmondás is használja az alma szót, MARGALITS (reprint:1990) 44 szólást sorolt fel gyűjteményében, több esetben ilyen formában is: „Kerek, mint az alma." A tapasztalatok és szólások az alma egyes botanikai részére ugyancsak utalhat (ti. gyökér, törzs, levél, lomb, virág, csuma, kocsány stb.) (O. NAGY 1976)

Az 1. táblázatban elsősorban azt a szempontot igyekeztünk követni, hogy ahol valamelyik *Malus* faj honos, vagy jelenleg számottevő abban a nyelvi környezetben az alma termesztése, szerepeljen a felsorolásban. A germán nyelvek az Appel, apple szóalakot használják, a latin nyelvek legalább annyira változatos szóhasználattal élnek, mint a távol-keleti (kínai, japán, koreai, mongol, vietnami, maláj, thai, laoszi) nyelvek. Ezt a szempontot nem sikerült érvényesíteni az amerikai *Malus* fajok areája és az ott élő indián nyelvek vonatkozásában.

Célszerű itt említeni, hogy az alma bibliai szerepe egy fordítási hibából oly mértékben elterjedt, hogy az Éden bűnbeesési epizódját a legtöbb Biblia-fordítás az almához köti, pedig a vadalma csak Ashkelon környékén élt a bibliai időkben. Ezt tükrözheti az Énekek éneke szövege, és ez „került vissza" az Éden történetbe. Így a zsidó honfoglalás idején több település viselte a *tappûach* nevet: *Tappûach* (Józs 12, 17; 15, 34; 16, 8), *Bét-Tappûach* (Józs 15, 53) és *Én-Tappûach* (Józs 17, 7). Joel (1, 12) próféta említi, hogy a sáskák pusztította (alma?) fák kiszáradtak. Énekek Énekében pedig kitűnik az erdei fák közül (Én 2, 3a): hűs

1. táblázat

Az alma és az almafa neve különböző nyelveken

Nyelv	Fája	Gyümölcse
afrikaans	appelboom	appel
albán	apple pemë	mollë
angol	apple tree	apple
arab	شجرة التفاح (šájarat it-tuffāh)	تفاحة (tuffāha)
azer	alma ağacı	alma
baskír	алма ағас (alma ağas)	алма (alma)
baszk	sagarrondoa	sagar
belorusz	яблыня (jabl'ka)	яблык (jablük)
bolgár	ябълка (jabălka)	ябълка (jabălka)
cigány	phabajin	phabaj
cseh	jabloň	jablko
dán	æbletræ	æble
egyiptomi (hieroglif)	tph	tph
észt	õunapuu	õun
etióp	djepeh	djepeh
finn	omenapuu	omena
francia	pommier	pomme
galíciai	maceira	mazá
görög	μήλον (mélon)	μήλον (mélon)
grúz	ვაშლის ხე (vašli xe)	ვაშლის (vašli)
héber	חופת עץ (tapuach 'ēts)	חופת (tapuach)
hindi	सेब पेड़ (seb kā peṛ)	सेब (seb)
holland	appelboom	appel
horvát	stablo jabuke	jabuka
indonéz	apel pohon	apel
ir	úll crann	úll
izlandi	epli tré	epli
japán	林檎 木, リンゴの木 (ringo no ki)	林檎, リンゴ (ringo)
jiddis	לפע סיוב (epl boym)	לפע (epl)
katalán	pomera	poma
kazah	алма ағаш (alma ağaş)	алма (alma)
kínai (egyszerűsített)	苹果树 (píngguǒ shù)	苹果 (píngguǒ)
kínai (hagyományos)	蘋果樹 (píngguǒ shù)	蘋果 (píngguǒ)
kirgiz	алма жыгач (alma cıgaç)	алма (alma)
koreai	사과나무 (sagwanamu)	사과 (sagwa)
kurd	وێس (sêv)	وێس (sêv)
latin	malus, pomus	pupillam, pomus
lengyel	jabłoń, jablonka	jabłko
lett	ābele	ābols
litván	obelis	obuolys
macedón	јаболкници (jabolknici)	јаболко (jabolko)
maláj	epal pokok	epal
máltai	tuffieħ siġra	tuffieħ
mongol	алим мод (alim mod)	алим (alim)
német	Apfelbaum	Apfel
morvég	epletre	eple
olasz	melo	mela

1. táblázat folytatás

Nyelv	Fája	Gyümölcse
orosz	яблоня (jablonya)	яблоко (jabloka)
oszét	фæткъуы бæласæ (fætk"uy bælasæ)	фæткъуы (fætk"uy)
örmény	խնձորի ծառ (xnjoreni)	խնձոր (xnjor)
perzsa	سیب (sib)	سیب (sib)
portugál	macieira	maçã
román	măr arbore	măr, poamă
skót	ubhal craobh	
spanyol	manzano (amerikai: pero)	
svéd	äpple träd	
szerb	стабло јабуке (sztablo jabuke)	
szlovák	jabloň	
szlovén	jablana	
tadzsik	себ дарахт (szeb darakht)	
tamil	ஆப்பிள் மரம் (aappazham maram)	
török	elma ağacı	
türkmén	alma agaç	
újgörög	μηλιά (melia)	
ujgur	ئالما (alma)	
ukrán	яблуня (jablunya)	
urdu	اک سیب ترخت (seb pe.r)	
üzbég	olma daraxt	
vietnami	cây táo	
walesi	coeden afal	

az árnyéka (Én 8, 5), virágillata kellemes (Én 7, 9), gyümölcse édes (Én 2, 3b) és aranyszínű (Péld 25, 11). A képzőművészet az édeni tiltott fát almának ábrázolja, ami a Vulgata szöveg (1 Móz 2, 9) félreértéséből ered – itt térünk vissza a már említett kérdésre: *lignumque scientiae boni et mali* (a jó és rossz tudásnak a fája) – ugyanis *mālus* 3 rosszat, a *mālum* pedig almát jelent. A formai-nyelvi hasonlóság tette az édeni bűn központi motívumává az almafát, mikor Éva szakított gyümölcséből... (1 Móz 3, 6). Wehli (2003) gazdag középkori képzőművészeti példát állított össze a Magyar Művelődéstörténeti Lexikonban, MML. (Kőszeghy 2003) közreadott szócikkében. Létezik a paradicsomalma faj is (*M. pumila*), bár azzal sem hozható kapcsolatba a bibliai esemény, mert az csak a Balkánon és Kisázsiában honos.

Rapaics (1940a), Kiss (1988), a *Világatlasz* (1966) névmutatója és Sebők (1990) magyar helységnév szótára alapján akár térkép is rajzolható lenne a Kárpát-medencében elsősorban, a vadalma (de a termesztett alma is, pl. kamarás, köblös, mező) elterjedésére. Tőszóként előfordul az alma: Jablonka (Jablonka: 'alma') és Almafa (Măru), Almafatelep (Poiana Mărului), Almakút (Zalaszántó része, Zala m.), illetve Vörösalma (Červenica pri Sabinove), s az Almágy (Gemerský Jablonec) mint képzős alak; előtagként Almakerék (Mălíncrav), Almamellék (Baranya m.), Almamező (Hidişelu de Jos), Almaszeg (Voivozi) és Almaszeghuta (Hutan Voivozi). Almád-Almádi (Monostorapáti és Balatonalmádi, mindkettő Veszprém m.), Almád (Jablanka), valamint Alsó (Nižni Jablonka)- és Felsőalmád (Vyšná Jablonka) és Szászalmád (Alma Vii).

Számtalan földrajzi névben olvasható az Almás (Zebegény középkori neve) szó, vagy szerepel mint elő- vagy utótag. Mindkét esetben rövidítünk: (~). Az Almás előtagként:: ~balázsháza (Bălan), ~csáka (Ceaca), ~dál (Dolu), ~egres (Agrişu Mare), ~falu (Jablonové), ~fegyvernek (Fegernec), ~füzitő (Komárom m.), ~galgó (Gilgău Almaşului), ~háza (Zala m.), ~iratos (Almaş-Iratoş), ~kamarás (Békés m.), ~keresztúr (Baranya m.), ~köblös (Cubleşu),

~málom (Malin), ~mező I. (Poiana Mărului),~mező II. (Bicaz-Chei), ~mocsolád (Baranya m.), ~neszmély (Dunaalmás része, Komárom-Esztergom m.), ~nyíres (Mesteacănu), ~patak I. (Szilárdalmás), ~patak (Sztrimba), ~rákos (Racîş),~róna (Ravensca), ~szelistye (Almaş-Sălişte), ~szentmária (Sîntă Maria), ~szentmihály (Sinmihaiu Almaşului), ~tamási (Tămaşa), ~tanya (Szabolcs-Szatmár-Bereg), továbbá Almăşel, Almássyhuta (Mátraszentistván, Heves m.), de Alma-ati ('alma atyja', kazah), Almalik ('almaliget' üzbég), Almus (Fruska Gora, Szerbiában) is.

Ritkábban, de utótagként az almás is előfordul a településnevekben: Alsó~ (Dolný Almás), Bács~ (Bács-Kiskun m.), Beregkis~ (Zaluzsje), Beregnagy~ Jablonov), Duna~ (Komárom-Esztergom m.), Felső~ (Jabloňovce), Fertő~ (Zabolotyje), Három~ (Almaş), Híd~ (Hida), Homoród~ (Mereşti), Keresztény~ (Almaşu Mic), Kis~ (Almaşu Mic de Munte), Kozma (Nagy)~ (Almaşu Mare), Közép~ (Almaşu de Mijloc), Küküllő~ (Alma), Magyar~ (Fejér m.), Mátra~ (Nógrád m.), Nád~ (Nădălbeşti), Pozsony~ (Jablonové), Puszta~ (Merişor), Rác~ (Fejér m.), Szád~ (Jablonov nad Turnou), Szalárd~ (Sălard), Száraz~ (Almaşu Sec), Szepes~ (Jablonov), Tó~ (Pest m.), Torontál~ (Jabuka) és Vár~ (Almaşu).

Néhány földrajzi név példa is található a térképeken, így Almahatár, Almakút, Almáspatak, Almástető, vagy Erdélyben az Almás-hg. (Munţii Almăjului) és Almás-medence (Depresiunea Almăjului) (Surányi, nem közölt gyűjtése).

Mivel a tradicionális elnevezések, akár az alma fizikai tulajdonságaira, akár a tényleges fajtanévre vonatkoznak, egy összefoglaló felsorolásban szerepeltetjük, követve azt a – nézetünk szerint teljesen rossz helyesírási szabályt, hogy egyébként a fajtanevek (sic!) kisbetűvel írandók–, mint pl. az eperalma. A felsorolásban rövidítést alkalmaztunk, az alma jelölésében: ~ szerepel. Ádám~, ádámalmája, ananász~, aranya, aranypármen~, aranypipig-~, aranyremete~, árpánérő~, árpáraérő~, árpás~, aszalni való~, asztrachán~, bálint~, bánfipál~, barackpiros-~, bárányfark-~, barasi~, barát~, batul~, belföldi~, birs~, bivalybőrű~, bócmány~, bogács~, bóné~, bor~, bordás~, borízű~, borka~, boszmán~, bőr~, bőri~, búbos~, budai~, butorlács~, búzaérő~, búzás~, búzávalérő~, cár~, cigány~, cigánypiros~, cirkás~, cirmos~, citrom~, cukor~, csákó~, csecs~, csecses~, cseresznye~, csíkos~, csillag~, csipke~, csöcsös~, csörgő~, csörgős~, dalos~, darás~, darázsédes-~, daru~, delicsesz~, dög~, édes~, egér~, epe~, eper~, édes~, faalj-~, fahéj~, farkas~, fehér~, fenyő~, fontos~, földi~, fűzfa~, fűzi~, galamb~, gerezdes~, gránát~, hagyma~, háj~, hájas~, himpér~, hosszúszárú-~, hulló~, írós~, isten~, jahov~, jakab~, jankói~, János~, járáncs~, járáncsi~, jég~-, jeges~, jonatán~, juhfark~, kakas~, kálvin~, kanizsai~, karácsonyi~, kásás~, kátrány~, kéc~, kereke, királyi~, kis~, kisasszony~, klára~, klárika~, kormos~, koszos~, kökény~, lánycsecs~, lánycsecsű~, lápi~, lapos~, lápos~, leány~, leánycsecs~, leánycsecsű~, leves~, luca~, mac~, magyarné almája, mangita~, masánszker~, masánszki~, mátyás~, metélt~, méti~, metszette, mocskos~, mogyoró~, muc~, muskotálya, nyári~, nyári édes~, nyest~, oláh~, oltovány~, ordas~, öreg~, páling~, palóci~, pamut~, pannika~, pap~, papfejű-~, paradicsom~, párizsi, pármen~, pázmán~, pereszlen~, pettyes~, piros~, piroska~, piszlig~, pogácsa~, pogácsás~, pohár~, pónyik~, porcogó~, poszánika~, pöfeteg~, pufogó~, püspöke, rétesbevaló~, rozmaring~, rózsaalma~, rücskös~, savanyú~, selyem~, selymes~, sikulai~,sólyom~, sós~, sóvári~, spenger~, szártics~, szász pap~, szentiván~, szentiváni~, szercsika~, szűcsék-féle~, tafota~, tányér~, taplós~, tehén~, telelő~, téli~, tiszaháti~, toklyó~, tombác~, tót~, tök~, tömjén~, török (páling)~, töröké~, tükör~, úri~, üveg~, vad~, vadókás~, vaj~, vas~, vér~, viasz~, zöld~, zörgők, zsák~ és zsel~ (Rácz 2010).

II. A NEMES ALMA RENDSZERTANI HELYE ÉS ROKONSÁGA

A nemes alma (*Malus domestica* Borkh.) a rózsafélék (Rosaceae Juss.) családjának tagja. A hagyományos filogenetikai rendszerekben (Ehrendorfer 1991; Borhidi 1998) a család magasabb növényrendszertani kategóriákba történő besorolása a következő:

Angiospermatophyta – Zárvatermők törzse
Dicotyledonopsida – Kétszikűek osztálya
Rosidae – Rózsaalkatúak alosztálya
Rosanae – Rózsaalkatúak főrendje
Rosales – Rózsavirágúak rendje
Rosaceae – Rózsafélék családja

A mai, molekuláris alapú, filogenetikai rendszerben (Stevens, Angiosperm Phylogeny Group, APG, Website 2003, Podani 2005) a *Malus* nemzetség besorolása módosult:

Magnoliophyta – Zárvatermők törzse
Eudicots/Rosopsida – Valódi kétszikűek osztálya
Core Eudicots – Központi helyzetű, valódi kétszikűek kládja
Rosids – Rosid-klád
Eurosid I. – Valódi Rosid I. klád
Rosales – Rózsavirágúak rendje
Rosaceae – Rózsafélék családja

Az Eurosid I. kládon belül a Rosales rend a Cucurbitales, Fagales és Fabales rendekkel együtt külön alcsoportot (szubkládot) alkot, amelyet közös élettani jellemzőjük alapján „nitrogén-fixáló klád"-nak neveznek (Stevens, APG, Website 2003).

A Rosales rendbe tartozó, a Rosaceae családhoz – molekuláris értelemben – közel álló egyéb növénycsaládok: Barbeyaceae, Cannabaceae, Cynomoriaceae, Dirachmaceae, Elaeagnaceae, Moraceae, Rhamnaceae, Ulmaceae, Urticaceae. E családok feltehetőleg közös synapomorf tulajdonsága a vacokserleg (hypanthium) megléte és az endospermium redukciója vagy teljes hiánya (Potter et al. 2007).

1. A RÓZSAFÉLÉK CSALÁDJA (ROSACEAE JUSS.)

A 88–90 nemzetséget és mintegy 2500–3000 fajt magába foglaló család képviselői világszerte megtalálhatók, de elsősorban az északi féltekén elterjedtek (Potter et al. 2007, Stevens, APG Website 2012).

A család Potter et al. (2007), Stevens, APG Website (2012), Terpó (1987) alapján a következőképpen jellemezhető: az ide tartozó növények között lágyszárúak, cserjék és fák egyaránt előfordulnak. A leveleik általában szórtan állók, fogazott szélűek, egyszerűek vagy összetettek, tagolatlanok vagy különböző mértékben tagoltak lehetnek. Néhány kivételtől eltekintve a levelek pálhásak. A rügyben a levéllemezek általában conduplicatus (összehajtott) türemlésűek. Gyakoriak a fürtös elágazásrendszerű virágzatok. A virágok általában teljesek, sugaras szimmetriájúak. A csészelevelek valvátok (a szélük mentén érintkezők). A csészék és a gyakran karmos szirmok szabadok, számuk általában 5. A porzók száma (5) 20 – sok. Jellemző a centripetális porzósokszorozódás. A termőtáj általában apokarpikus, egy – sok termőlevél alkotja, alsó, felső vagy középső állású is lehet. A magházak elkülönülten vagy összenőve helyezkednek el. A vacok fejlett, szabad vagy teljesen a magházhoz nőtt, igen változatos gyakran vacokserleget (hypanthium) alkot. A vacok felületén vagy a porzószálak alapjánál jól fejlett nektáriumok találhatók. A bibeszálak néhány,

a *Pyreae* tribusba tartozó taxon kivételével szabadok. A magkezdemények visszafordultak azaz, anatrópok. A termés aszmag, aszmagcsoport, tüszőcsokor, csonthéjas, csoportos csonthéjas, csontáralma, alma. A családban gyakran áltermés fejlődik, amelynek kialakításában a különböző módokon elhúsosodó vacok is részt vesz.

Szövettani szempontból kiemelendő sajátosságuk a valódi és a rosttracheidák előfordulása. Kemotaxonómiai bélyegeik közül a cianglikozidok, a triterpének, illetve a szorbitol, mint transzport szénhidrát előfordulása jellegzetes. Az alkaloidok hiányoznak.

A család sajátságai közül megemlítendő, hogy az alap kromoszómaszáma x = 7, 8, 9, 15 vagy 17, a GBSSI-gén pedig két (egyes taxonokban négy) kópiában fordul elő bennük.

2. A ROSACEAE CSALÁD INFRAFAMILIÁRIS RENDSZEREZÉSE

A család korábban széles körben elfogadott tagolása (Schulze-Menz 1964) elsősorban a termés típusán alapult, és négy alcsaládot, a Spiraeoideae, Rosoideae, Maloideae, Prunoideae (syn. Amygdaloideae), különböztet meg, amelyek tovább oszthatók tribusokra és altribusokra. A Rosaceae termések evolúciójának hagyományos elgondolása az ősi állapotot képviselő tüszőből származtatható termések alapján különít el alcsaládokat, (Spiraeoideae – tüszőcsokor, Rosoideae – aszmagtermés, Maloideae – alma áltermés, Prunoideae – csonthéjas termés). Ez az elképzelés azonban meglehetősen leegyszerűsítő szemléletű, és a legújabb molekuláris bélyegeken alapuló eredmények sem támasztják alá.

A család belső rendszerének vizsgálata során megállapították az alcsaládokra jellemző alap kromoszómaszámokat: Prunoideae (x = 8), Spiraeoideae (x = 9), Rosoideae (x = 7, 8, vagy 9), Maloideae (x = 17) (Potter et al., 2002).

Később, a Rosaceae család 88 nemzetségének filogenetikai kapcsolatát vizsgálták hat, a sejtmagban (18S, gbssi1, gbssi2, ITS, pgip, PPO) és négy, a kloroplasztiszban található (matK, ndhF, rbcL és trnL-trnF) gén nukleotidszekvencia adatait felhasználva (Potter et al. 2007). Eredményeik alapján értékelték a nem molekuláris jellegek evolúcióját, és egy új, családon belüli filogenetikai alapú osztályozást dolgoztak ki. Munkájuk alapján kiderült, hogy a terméstípusok közel sem olyan megbízható jelzői a Rosaceae családon belüli rokonsági kapcsolatoknak, mint ahogyan azt sokáig gondolták. Ezzel szemben a biokémiai, a kromoszómaszámra irányuló és a patogén rozsdagombákat célzó kutatási adatok mindegyike alátámasztotta a molekuláris elemzések alapján javasolt átrendezéseket (Morgan et al. 1994). A régi, tüszőtermésekkel jellemezhető Spiraeoideae alcsaládról kiderült, hogy erősen parafiletikus, és magába foglalja mind a csonthéjas terméssel jellemzett korábbi Prunoideae, mind az alma áltermésekkel leírható Maloideae alcsaládot.

Potter et al. (2007) a Rosaceae családban három alcsaládot különített el Rosoideae, Spiraeoideae és Dryadoideae néven. A Rosoideaen belül egy főtribus (Rosodae), három tribus (Sanguisorbeae, Potentilleae, Colurieae) és három altribus (Agrimoniinae, Sanguisorbinae, Fragarinae) található. A Spiraeoideae alcsaládba két főtribus (Kerriodae, Pyrodae), hét tribus (Amygdaleae, Neillieae, Sorbarieae, Spiraeeae, Kerrieae, Osmaronieae, Pyreae) és egy altribus (Pyrinae) tartozik. A Dryadoideae alcsalád négy aktinorhizás nemzetségből áll.

A *Malus domestica* Borkh. Potter et al. (2007) alapján az alább jellemzett család alatti rendszertani egységekbe sorolható be:

Spiraeoideae alcsalád C. Agardh.

Ide tartozó taxonok: *Lyonothamnus* nemzetség, *Amygdaleae, Neillieae, Sorbarieae, Spiraeeae* tribus, *Kerriodae, Pyrodae* főtribus.

Az alcsaládba tartozó növények többnyire cserjék és fák. Jelentős mennyiségben tartalmaznak szorbitolt, a cianglikozidok általánosan előfordulnak. Flavontartalmúak, viszont az ellágsavak hiányoznak belőlük. A leveleik általában egyszerűek, szórtan állók, többnyire

pálhásak. A termők száma 1–5. A vacok nem nőtt össze a magházzal. Többségük termőtája szabad. A termés tüszőcsokor, aszmag, aszmagcsoport, csonthéjas, csoportos csonthéjas, csontáralma, alma áltermés. Alap kromoszómaszám: x = 8, 9, 15 vagy 17.

Pyrodae főtribus C. S. Campbell, R. C. Evans, D. R. Morgan, és T. A. Dickinson

Ide tartozó taxonok: *Gillenia* nemzetség, *Pyreae* tribus.

Évelő lágyszárúak (*Gillenia*), fák vagy cserjék. A levelek néhány nemzetségben összetettek. Gazdanövényei a *Gymnosporangium* rozsdagombáknak. A magház általában összenőtt, néhány *Pyrinae*-beli nemzetségben (*Chamaemeles, Cotoneaster, Dichotomanthes, Heteromeles, Pyracantha*) szeparált vagy magányos. A magkezdemények alapi helyzetűek (bazális placentáció), termőlevelenként párosával, kollaterálisan helyezkednek el. Jellemző a gyakorta nyálkás, többé-kevésbé megvastagodott külső maghéj (exotesta), a már elhalt vastag középső maghéj (mezotesta), valamint a flavon C-glikozid tartalom.

Pyreae tribus Baill.

Ide tartozó taxonok: *Kageneckia, Lindleya, Vauquelinia* (három száraz termésű nemzetség) és a *Pyrinae* altribus. Az alap kromoszómaszám x = 17 (*Vauquelinia* x = 15). Közös jellemzőjük, hogy a GBSSI gént 4 kópiában tartalmazzák.

Pyrinae altribus Dumort.

Az altribus teljes mértékben megfelel a „klasszikus" Maloideae alcsaládnak. Típusnövénye a *Pyrus communis* L. Mintegy 950 fajt sorolnak ide.

Ide tartozó nemzetségek: *Amelanchier* Medik., *Aria* J. Jacq., *Aronia* Pers., *Chaenomeles* Lindl., *Chamaemeles* Lindl., *Chamaemespilus* Medik., *Cormus* Spach, *Cotoneaster* Medik., *Crataegus* L., *Cydonia* Mill., *Dichotomanthes* Kurz, *Docynia* Decne., *Docyniopsis* (C. K. Schneid.) Koidz., *Eriobotrya* Lindl., *Eriolobus* Roemer, *Hesperomeles* Lindl., *Heteromeles* M. Roem., *Malacomeles* G. N. Jones, *Malus* Mill., *Mespilus* L., *Osteomeles* Lindl., *Peraphyllum* Nutt. ex Torr. & Gray, *Photinia* Lindl., *Pseudocydonia* C. K. Schneid., *Pyracantha* M. Roem., *Pyrus* L., *Rhaphiolepis* Lindl., *Sorbus* L., *Stranvaesia* Lindl., *Torminalis* Medik.

A pálha lehulló; az elhúsosodó vacok a magházzal legalább annak a közepéig összenőtt. A termőtáj legalább félig alsó vagy alsó állású. A porzók száma 20. A termés (áltermés) alma vagy csontáralma. Néhány nemzetségből hiányoznak a cianglikozidok.

Campbell et al. (2007) a monofiletikus *Pyrinae* altribus nemzetségeinek filogenetikai viszonyait vizsgálva megállapította, hogy a csoport kialakulása során olyan evolúciós folyamatok mehettek végbe, amelyek megzavarhatják a ma élő taxonok alapján tehető filogenetikai következtetéseket, ezért a *Pyrinae*-n belüli kapcsolatok még ma is bizonytalanok. Ilyen zavaró folyamat lehetett például az intergenerikus (nemzetségek közötti) hibridizáció, a gyors és korai radiáció, a nemzetségek lassú szétválása, vagy a génmegkettőződést követően egyes paralógok (párhuzamos génkópiák) eltűnése. Campbell et al. (2007) véleménye szerint a hibridizáció és a gyors szétterjedés kombinációja miatt nehéz e csoport fejlődéstörténetét egyértelműen tisztázni.

3. A *MALUS* NEMZETSÉG (*MALUS* MILLER, GARD. DICT. ABR., ED. 4, [835]. 1754.)

Philip Miller 1754-ben a gyümölcs sajátosságai alapján választotta le a *Malus* Mill. nemzetséget a Linné-féle *Pyrus* nemzetségről.

A nemzetség jellemzői Cuizhi–Spongberg (2003), Bartha (cit. Király 2009), Terpó (1987) alapján összefoglalva a következők: lombhullató vagy fél-örökzöld, sűrű koronájú, sokágú, általában tövistelen fák vagy cserjék (az oldalágak olykor tövisesek). A héjkéreg lapokban leválló. Rügyeik tojásdadok, több, egymásra boruló rügypikkellyel. A levelek szórtan állók, egyszerűek, nyelesek, pálhásak. Az erezetük craspedodromus (a főbb erek a levél szélén felfelé nyúlnak) vagy camptodromus (a főbb erek közel kerülnek a levél széléhez, de elhajlanak, mie-

lőtt elérik azt). A levélszél fűrészesen fogazott, a levéllemez tagolatlan vagy karéjos. A levélkezdemények a rügyben összehajtogatottak vagy összegöngyöltek. A virágzat ernyőszerűen bogas vagy sátorozó fürt. A virágok hímnősek, kocsányosak. A vacok kehely alakú. A csészék száma 5, maradók vagy lehullók. A szirmok szabadok, számuk 5, fehér, rózsaszín vagy piros színűek, alakjuk kerek vagy visszás tojásdad. A porzók száma többnyire 20 (15–50), porzószáluk fehér, a portok sárga. A termőtáj apokarpikus, alsó állású, 3–5, csillag alakban elrendeződő rekeszű, rekeszenként 2 magkezdeménnyel. A bibeszálak száma 3-5, alapjuknál összenőttek, kopaszok vagy az alsó részükön szőrösek. A magház a vacok belső, húsos szövetével összenőve alma áltermést képez. Az áltermés többé-kevésbé gömbölyded, néhány faj kivételével nem tartalmaz kősejteket. A valódi termés 3–5 tüszőből álló tüszőcsokor. A tüszők 1-2 magvúak, belső faluk az endokarpium pergamenszerű, porcos. A magok barnák vagy feketék. A sziklevelek sík-domborúak. Az almák idegen beporzásúak, a beporzóik rovarok, általában a nektárt és virágport gyűjtő méhek. Néhány termesztett fajta kivételével önmeddő növények.

A nemzetség fajai az északi mérsékelt övi területeken széles körben elterjedtek. Kínában, ahol a nemzetség elsődleges fajképződési centruma található, 25–26 fajuk fordul elő, amelyek közül 15–16 endemikus. Egy második centrum Észak-Amerikában alakult ki, négy őshonos fajjal. Európában, illetve Közép-Ázsiában is csupán néhány fajuk terjedt el.

A *Malus* nemzetség morfológiailag nagyon változatos, egy-egy faj ökotípusok, formák és változatok bonyolult rendszerét képviseli. A fajok elkülönítésének nehézsége a nemzetség nagy változatosságából, a hibridizáció és az apomixis lehetőségéből fakad. A rokon fajok morfológiai bélyegei folyamatos átmenetet mutatnak egymás felé, és átfedőek. Ezek a jelenségek arra utalhatnak, hogy a *Malus* genus evolúciós szempontból egy viszonylag fiatal nemzetség, amelynek a fajai adaptív radiáció révén gyorsan fejlődtek, és elsősorban földrajzilag izoláltak. Genetikai határaik nem élesek, a természetes hibridek gyakoriak, és interspecifikus hibridek könnyen előállíthatók (Luby 2003).

Mindezt jelzi, hogy az egyes rendszerezők, a mindössze 8-tól (Likhonos 1974), a 78-ig (Ponomarenko 1986) ismernek el ún. elsődleges (primer) fajokat, és számos természetes vagy mesterséges eredetű fajhibridet is számon tartanak (Phipps et al. 1990).

Kína Flórája (Cuizhi és Spongberg 2003) és az Angiosperm Phylogeny Group honlapja (Stevens 2012) 55 *Malus* fajt említ, de napjainkban talán az a legszélesebb körben elfogadott nézet, hogy a fajok száma 25 és 47 között lehet. Az USA genetikai tartalékainak taxonómiai adatbázisában 42 faj és 16 fajhibrid szerepel, (USDA-GRIN, 2012, 4. táblázat).

A fajok száma függ attól, hogy az egyes taxonokat a taxonómusok milyen rendszertani rangúnak (faj – alfaj – változat) tekintik, de függ a feltételezett hibridek faj szintű elismerésétől, sőt esetenként akár nemzetségszintű átsorolásoktól is, mint amilyen a *Malus*, *Eriolobus* és *Docyniopsis* szekciók nemzetség szintű, Robertson et al. (1991) általi elkülönítése.

4. A *MALUS* NEMZETSÉG INFRAGENERIKUS RENDSZEREZÉSE

A *Malus* fajok nemzetségen belüli osztályozásának történeti változásait Qian et al. (2006, 2008) ismerteti.

A nemzetséget Koehne 1893-ban lehulló csészéjű *Calycomeles* és maradó csészéjű *Gymnomeles* szekciókra osztotta. Őt követve számos szerző próbált létrehozni nemzetségen belüli természetes osztályozást. Zabel 1903-as publikációjában közli a *Malus* nemzetség levél tagoltsága alapján történő szekciókra bontását: *Eumalus* és *Sorbomalus* néven (leírások nélkül). A legtöbb későbbi szerző követte Zabel osztályozását. Schneider részletesen leírta Zabel két szekcióját és további újjal egészítette ki azokat *Eriolobus* és *Docyniopsis* néven. Rehder, Schneider rendszere alapján megalkotta saját rendszerét, a *Chloromeles* szekció hozzáadásával, továbbá felállított hat alszekciót, az ekkor már öt szekció alá. Később az alszekció („subsectio")

elnevezést csoportra cserélte, végül sorozatra („series") változtatta (REHDER 1940). A legtöbb szerző elfogadta REHDER rendszerét (2. táblázat), ami azonban nem volt tökéletes, amit az is jelez, hogy a későbbiekben több taxon és taxonnév is megváltozott. Az „*Eumalus* Zabel ex C.K. Schneid." szekciót, *Malus* szekció néven fogadták el, amelynek jellemzője, hogy a rügyben a levélkezdemények begöngyöltek, a levéllemez tagolatlan, és a termésben kősejtek nincsenek. A két ide tartozó sorozat, a ser. *Pumilae* (Rehd.) Rehd. és a ser. *Baccatae* (Rehd.) Rehd. a termés és a csésze jellemzőiben különbözik egymástól: a *Pumilae* sorozatban a termések nagyok és a csészék maradók, míg a *Baccatae* sorozatban a termések sokkal kisebbek és a csésze lehulló.

2. táblázat

A Malus nemzetség infragenerikus rendszere REHDER *(1940) szerint (egyszerűsítve* KRÜSSMANN *1977 nyomán)*

I. Sec. *Eumalus* Zabel /később Sec. *Malus*/
A lomblevélkezdemények a rügyekben összegöngyöltek, a levelek mindig tagolatlanok. Mintegy 10-11 faj, köztük a *Malus pumila* és számos hibrid.
1. ser. *Pumilae* Rehd.
A csésze maradó.
2. ser. *Baccatae* Rehd. /Langenfeld-nél a *Gymnomeles* Koehne szekció alatt./
A csésze lehulló.

A lomblevélkezdemények a rügyekben összehajtogatottak, élesen vágottak, a levelek legalább a hosszúhajtásokon többé-kevésbé karéjosak.

II. Sec. *Sorbomalus* (Zabel) Schneid.
A csésze lehulló (a 6. series kivételével).
3. ser. *Sieboldianae* Rehd.
A bibeszál az alapjánál bozontosan szőrös. A csésze és a virágkocsány kopasz vagy csak gyéren szőrös. A csésze lehulló. 3-4 faj Kelet-Ázsiában.
4. ser. *Florentinae* Rehd. /Később Sec. *Florentinae* (Rehder) M.H. Cheng ex G.Z. Qian/
A csésze lehulló. A bibeszál az alapjánál bozontosan szőrös. A csésze és a virágkocsány mindig dúsan szőrös. A levelek mindig karéjosak. (Egy faj, Itália, Balkán.)
5. ser. *Kansuensis* Rehd.
A csésze lehulló. A bibeszál kopasz. (Öt faj Kelet-Ázsiában, egy faj Észak-Amerikában.)
6. ser. *Yunnanensis* Rehd. /Később Sec. *Yunnanenses* G.Z. Qian/
A csésze maradó. A bibeszál öt, ritkán három, kopasz. A levelek sekélyen karéjosak, olykor tagolatlanok. A termés csúcsi részén csésze formájú bemélyedés van. A termés kősejteket tartalmaz. Négy faj Kínában.

A termés a magház csúcsánál nyitott. A bibeszál az alapjánál bozontosan szőrös.

III. Sec. *Chloromeles* (Dcne.) Rehd.
A termés kősejtek nélküli, többnyire összenyomott, a csészék besüllyedtek. A virágok fehérek, rózsaszínek, a kocsány vékony. Három faj Észak-Amerikában.

A termés kősejtes. A csészék nem besüllyedtek, nemezesen szőrösek. A virág fehér.

IV. Sec. *Eriolobus* (Seringe) Schneid.
A virágok 6-8-asával állók, kocsányuk vékony. A termés 1,5 cm átmérőjű. A levelek mélyen karéjosak. Egy faj Kisázsiában.

V. Sec. *Docyniopsis* Schneid.
A virágok 2-5-ével állók. A termés – 3 cm átmérőjű. A levelek nem vagy csak gyengén karéjosak. Három faj Ázsiában.

A nemzetség rendszerének hiányosságaira és ellentmondásaira tekintettel LANGENFELD (1991) módosította REHDER rendszerét. Megtartotta a *Malus* szekciót, de a korábban alá tartozó *Baccatae* sorozatot *Gymnomeles* Koehne néven önálló szekcióvá emelte. Az elkülönítés alapja továbbra is a termés mérete és a csészelevél: az Eurázsiában elterjedt *Malus* szekciót nagyobb termésű és maradó csészéjű, míg a *Gymnomeles* Koehne szekcióba átsorolt series *Baccatae*-t

apró, bogyószerű, madarak által fogyasztott termésű, lehulló csészéjű fajok alkotják. LANGENFELD könnyen áttekinthető rendszerének hat szekciója: 1. *Eriolobus*: hullámosan-karéjos levelű almák; 2. *Docyniopsis*: Docynia-szerű almák; 3. *Sorbomalus*: berkenye-szerű almák; 4. *Chloromeles*: zöld gyümölcsű almák; 5. *Gymnomeles*: bogyószerű almák; 6. *Malus*: valódi almák.

REHDER rendszere szerint a *Sorbomalus* szekcióba négy sorozat tartozott: ser. *Sieboldianae*, ser. *Florentinae*, ser. *Kansuenses* és a ser. *Yunnanenses*. Noha a *Sieboldianae* sorozatban a levelek a rügyekben összehajtogatottak és gyakran karéjosak, ez a sorozat több ser. *Baccatae* jelleggel rendelkezik a virág, a virágzat morfológiája és a termés tekintetében. Kémiai és molekuláris bizonyítékok alátámasztják, hogy a *Sieboldianae* sorozatot inkább a *Gymnomeles* szekció részeként lehet elfogadni. TERPÓ (1968) kimutatta, hogy a ser. *Florentinae*-t át kell helyezni az *Eriolobus* szekcióba a magház szabad teteje miatt, amit kémiai adatok is megerősítettek. Így REHDER *Sorbomalus* szekciójában már csak két sorozat maradt: a ser. *Yunnanenses* maradó csészével, nagyobb, pontozott, kősejt tartalmú termésekkel és 5 bibeszállal, valamint a ser. *Kansuenses* lehulló csészével, kisebb, kősejt nélküli vagy nagyon kevés kősejtet tartalmazó termésekkel és 2-3 bibeszállal.

ROBERTSON et al. (1991) a *Malus* nemzetséget három alnemzetségre (subgenus) *Malus*, *Sorbomalus* és *Chloromeles* osztotta, ugyanakkor a korábbi *Eriolobus* és a *Docyniopsis* szekciókat önálló nemzetség rangjára emelte, amit POTTER et al. (2007) és CAMPBELL et al. (2007) is átvett.

A *Malus* osztályozások taxonómiai tekintetben elsősorban abban különböznek, hogy a fajok mely infragenerikus csoportjait fogadják el, de abban széleskörű az egyetértés, hogy ezek a csoportok mely fajokból állnak. Erről ad áttekintést ROBINSON et al. (2001) (3. táblázat).

Az 1980-as évek második felétől kezdve a *Malus* nemzetség belső rokonsági viszonyait is molekuláris taxonómiai (DNS-alapú) módszerekkel kezdték el vizsgálni, aminek eredményei részben különböznek a korábban kialakult és elfogadott, morfológiai-anatómiai alapú felosztásoktól.

ROBINSON et al. (2001) a nemzetség filogenetikai viszonyainak tisztázása és a nemes alma származásának, vagyis genetikai anyaga eredetének kiderítése céljából 29 almafaj és 12 régi *M. domestica* fajta sejtmag riboszómális DNS-ének ITS régióját és kloroplasztisz genomjának *mat*K régióját hasonlította össze. Vizsgálataik során két olyan *mat*K duplikációt találtak, amelyek közül az első, 8 bázispár hosszú duplikáció a *Malus* series fajaiban, a második 18 bp hosszúságú duplikáció pedig csak a *Malus domestica* fajtákban és a *Malus sieversii*-ben volt jelen, de a *M. sylvestris*ből hiányzott. Megállapították, hogy mindkét duplikáció csak egyszer jöhetett létre a *Malus* nemzetség evolúciója során, vagyis rendszertani jelentőségük alapvető lehet. Az ITS és a *mat*K szekvenciák adatai sem tisztázták egyértelműen a *Malus* series kládján belüli kapcsolatokat, ami pedig a vizsgált *Malus domestica* fajták miatt különösen fontos lett volna. A nemzetség belső rendszerére vonatkozóan azonban a szerzők megfogalmaztak általános megállapításokat. Kimutatták, hogy mindkét gén elemzése alapján a *Malus* nemzetségben a taxonok három csoportba oszthatók: „*Malus* szekció csoportja" (1), „*Sorbomalus* szekció csoportja" (2), és a „bazális taxonok" (3). A „*Malus* szekció csoportja" három vonalra különül. Az első leszármazási vonalat a *Malus* series fajai, valamint a termesztett nemes almafajták alkotják (1A). A *Baccatae* és a korábban a *Sorbomalus* szekcióba sorolt *Sieboldianae* sorozat fajai külön vonalat képviselnek (1B). A „*Malus* szekció" harmadik csoportját a *M. toringoides* és *M. transitoria* alkotja (1C), amelyeket hagyományosan a *Kansuenses* sorozatba sorolnak (lásd 3. táblázat). Az ITS kladogramon e két faj a jól elkülönülő 2. kládba került. A „*Sorbomalus* szekció" kládja (2) a *Yunnanenses* és *Kansuenses* sorozat fajait, valamint egy-egy, a két kladogramon ellentmondásosan megjelenő fajt tartalmaz. A harmadik fajcsoportot a „bazális taxonok" alkotják (3). Ide tartoznak az *Eriolobus, Docyniopsis* és *Chloromeles* szekciókba sorolt fajok, valamint a monotipikus *Florentinae* sorozat. Ez utóbbiról bebizonyosodott, hogy a *Sorbomalus* szekció *Yunnanenses* és *Kansuenses* sorozataival feltételezett közelebbi rokonsága nem megalapozott.

3. táblázat

A Malus nemzetség infragenerikus rendszerezése REHDER *(1940) óta. (J. P.* ROBINSON *et al. 2001 és V. T.* LANGENFELD *1991 nyomán)*

REHDER (1940)	HUCKINS (1972)*	PHIPPS et al. (1990)	ROBERTSON et al. (1991)	LANGENFELD (1991)
Malus				
sectio *Eumalus* Zabel	sectio *Malus*	sectio *Malus*	subgenus *Malus*	sectio *Malus*
	subsectio *'Pumilae'*			series *Asiaticae* Langenf.
series *Pumilae* Rehder	series *'Pumilae'*	series *Malus*		series *Sieversinae* Langenf.
series *Baccatae* Rehder	series *'Baccatae'*	series *Baccatae*		series *Orientales* Langenf.
				series *Malus*
sectio *Sorbomalus* Zabel		sectio *Sorbomalus*	subgenus *Sorbomalus* (Zabel ex C.K. Schneid.) Robertson & Phipps	sectio *Sorbomalus* Zabel
series *Sieboldianae* Rehder	subsectio *'Sieboldianae'*	series *Sieboldianae*		series *Yunnanenses* Rehd.
	subsectio *'Kansuenses'*			series *Kansuenses* Rehd.
				series *Fuscae* Eseltine
series *Kansuenses* Rehder	series *Kansuenses* (Batal.) C.K. Schneid.	series *Kansuenses*		series *Toringonae* Langenf. /=subsect. *Sieboldinae* Rehd. 1920/
series *Yunnanenses* Rehder	series *'Yunnanenses'*	series *Yunnanenses*		sectio *Gymnomeles* Koehne
series *Florentinae* Rehder	sectio *Sorbomalus* Zabel ex C.K. Schneid.	series *Florentinae*		series *Baccatae* (Rehd.) Rehd.
				series *Hupehenses* Langenf.
sectio *Chloromeles* (Decne.) Rehder	sectio *Chloromeles* (Decne.) Rehder	sectio *Chloromeles*	subgenus *Chloromeles* (Decne.) Rehder	sectio *Chloromeles* (Decne.) Rehder
				series *Coronariae* (Rehd.) Langenf.
sectio *Eriolobus* (DC.) C.K. Schneid.	sectio *Eriolobus* (Ser.) C.K. Schneid.	sectio *Eriolobus*	*Eriolobus* (DC.) Roem.	sectio *Eriolobus* (C.K. Schneid.) Langenf.
sectio *Docyniopsis* C.K. Schneid.	sectio *Docyniopsis* C.K. Schneid.	sectio *Docyniopsis*	*Docyniopsis* (C.K. Schneid.) Koidz.	sectio *Docyniopsis* (C.K. Schneid.) Langenf.

* HUCKINS (1972) értekezése kiadatlan maradt, sorozat és subsectio elnevezéseit nem közölte érvényesen. Ezek a nevek tehát csak informális kategóriák.

Az eredmények értékelése során ROBINSON et al. (2001) megjegyzik, hogy a vizsgált gének változatossága nem volt elegendő az egyes fajcsoportok helyzetének tisztázásához, a politómiák feloldásához, ugyanakkor túl nagy volt a varianciájuk az alapi helyzetű taxonok rendszertani helyzetének tisztázásához.

FORTE et al. (2002) vizsgálati eredményei is megerősítették a Rehder-féle *Sorbomalus* szekció polifiletikus eredetét. Eredményeik igazolták az észak-amerikai *M. fusca* szoros rokonságát a nemzetség kelet-ázsiai származási központjának fajaival, valamint az észak-amerikai *Chloromeles* szekció kapcsolatát a reliktum *M. trilobatá*val.

Kínai kutatók két új szekció felállítására tettek javaslatot. QIAN et al. (2008) (CHENG et al. 2001 nyomán) szekció rangra emelték a *Florentinae* sorozatot. Az új szekció egyetlen faja a *Malus florentina*. A szekció felállítását morfológiai jellemzők is igazolják. A *M. florentina* termőleveleinek felső része nem kapcsolódik teljesen össze, csúcsuk szabad, szemben REHDER *Sorbomalus* szekcióra vonatkozó általános érvényű leírásával, mely szerint a szekció fajainál a magház üregeinek csúcsa nem ér a bibeszálak alapjáig, és a magház kihegyesedő csúcsa nem szabad. TERPÓ (1968) a *M. florentina Eriolobus* szekcióba történő átsorolásakor figyelmen kívül hagyta, hogy az előbbi csészéje lehulló, míg az utóbbié maradó. ROBINSON et al. (2001) szerint is a *M. florentina* morfológiailag közel áll az *Eriolobus* szekcióba tartozó *M. trilobatá*hoz, de a kettejük közötti genetikai távolság jelentős. A QIAN et al. (2008) által leírt *Florentinae* szekciót a megmaradt *Sorbomalus* szekciótól 5 bibeszála, a bibeszálak molyhos alapi része és a termések szabad felső része, míg az *Eriolobus* szekciótól lehulló csészéje, 5 bibeszála és a bibeszálak molyhos alapi része különbözteti meg.

QIAN et al. (2006) a *Sorbomalus* szekció *Yunnanenses* sorozatának önálló szekció rangra emelését is kezdeményezték morfológiai, biokémiai (flavonoid-tartalom) és molekuláris (AFLP-marker) vizsgálati eredmények alapján. Az új szekció típusnövénye a *Malus yunnanensis* és további idetartozó fajok a *M. prattii*, *M. ombrophila*, *M. honanensis*, amelyek mindegyike Kínában endemikus. Az elkülönített *Yunnanenses* szekcióban a levéllemez változatos, 5- vagy kevesebb karéjú, olykor tagolatlan. A virágban 5, ritkán 3 bibeszál található. A termések alakja gömbös vagy ovális, átmérőjük 5–12 mm, 3–5 rekeszűek, csészéjük maradó, pontozottak, sok kősejtet tartalmaznak.

A két új, *Florentinae* és *Yunnanenses* szekció elkülönítésének széleskörű szakmai elfogadása még várat magára.

5. A *MALUS DOMESTICA* SZÁRMAZÁSA ÉS ROKONSÁGI KÖRE

A *Malus* Mill. nemzetségen belül a nemes alma a *Malus* szekció *Malus* sorozatába (series) tartozik (PHIPPS et al. 1990).

A *Malus* series számos taxonjának elnevezései és e taxonok érvényességének megítélése igen bonyolult kérdés. Hűen tükrözi a termesztett almával kapcsolatos taxonómiai és nevezéktani problémákat, ellentmondásokat a hazai és a nemzetközi botanikai és kertészeti szakirodalom is.

MOHÁCSY (1946a, b), majd BRÓZIK–REGIUS (1957) szerint a termesztett almafajták nagy része négy almafaj, a *M. sylvestris* (L.) Mill. (közönséges vadalma), a *M. pumila* Mill., a *M. prunifolia* Borkh. (szilvalevelű alma), és a *M. baccata* (L.) Borkh. (bogyószerű alma) leszármazottai. BRÓZIK–REGIUS (1957) hangsúlyozza, hogy az almafajták a négy faj kereszteződéseinek, majd hibridjeik egymással való ismételt és többszöri kereszteződéseinek eredményeként jöttek létre. A fenti szerzők szerint legnagyobb mértékben az ázsiai *M. pumila*, kisebb mértékben pedig az európai *M. sylvestris* vett részt almafajtáink kialakításában. Az észak-kínai *M. prunifolia* és a kelet-ázsiai, szibériai, himalájai elterjedésű *M. baccata* szerepét kisebb

jelentőségűnek tekintik. MOHÁCSY (1946a, b) az oroszországi almafajták létrejöttében a Dél-Oroszországban honos *M. praecox* Borkh. (korai alma) és a *M. orientalis* L. (kaukázusi alma) szerepét is megemlíti. Kiemeli a *M. sylvestris* alanyként való felhasználásának jelentőségét.

Korábban RAPAICS (1937) a *M. sylvestris* gyümölcsének három fő alakváltozatát különítette el, amely a termesztett nemes alma fajtákra is jellemző: 1. bordás, 2. tojásdad vagy kerekded, 3. lapos vagy pogácsa alak. Véleménye szerint a gyümölcs alakváltozatainak ez a hasonlósága a vadalma és a termesztett alma között párhuzamosan alakult ki, és nem bizonyítéka leszármazási kapcsolatoknak.

MÁNDY (cit. SOÓ–JÁVORKA 1951) *Malus pumila* Mill. név alatt tárgyalja az alma változatait, formáit és fajtáit. Ennek faj alatti rendszere szerinte a következő:

– *M. pumila* var. *Niedzwetzkyana* Dieck.:
  A levelek, virágok és az akár 6 cm átmérőjű vérbélű gyümölcsök erősen vöröslők.
– *M. pumila* var. *paradisiaca* (L.) Med. (Paradicsom alma):
  A növény cserjés, kislevelű (-3 cm), rövidkocsányú, gyümölcse kicsi.
  • f. *mitis* Wallr. (Forgácsalma, Doucin): a gyümölcs édes.
  • f. *dasyphylla* Borkh. a gyümölcs savanyú.
– *M. pumila* var. *domestica* (Borkh.) Schneid. (Nemes alma):
  A növény fatermetű, levelei 3 cm-nél nagyobbak, a rövid vagy hosszúkocsányú gyümölcsök nagyok.

SOÓ (1966) a korábbi felosztáshoz képest lényegesen átdolgozott formában tagolja a hazai *Malus* taxonokat. Magyarázata szerint a vadalma és a kerti alma alakköreit bizonytalan rendszertani helyzetű kisfajok kötik össze. Ezeket a szerzők leggyakrabban kopasz hajtású, rügyű és csészéjű *M. sylvestris*re valamint molyhos hajtású, rügyű és csészéjű *M. pumila* Mill.-re bontják. A termésük alapján SOÓ szerint a *Malus pumila* kis termésű, savanyú ízű alakjai inkább a *M. sylvestris*hez sorolhatók. Így *M. sylvestris* (L.) Mill. név alatt ismerteti az alábbi taxonokat:

– *M. sylvestris* (L.) Mill. subsp. *sylvestris*:
  Magyarországon gyakori, de az Alföldön csak szórványos, a síkságtól a hegyvidéki tájig előforduló, közép-európai faj.
– *M. sylvestris* subsp. *dasyphylla* (Borkh.) Soó:
  Fatermetű, molyhos gallyú, 4-8 cm hosszú, színén eleinte sűrűn, majd lazán szőrös, fonákán molyhos, tojásdad levelű. A termés 1,5-2,5 cm, sárga (napsütötte oldala vöröslő), savanyú ízű. Valószínűleg Közép-Európában őshonos. Hazai adatai TERPÓ szerint: Pilis, Tapolca, Sümeg, Baranya, Duna-v.
– *M. sylvestris* var. *mitis* Wallr.:
  A vitatott nevű taxont SOÓ szerint talán a leghelyesebb a subsp. *dasyphylla* édes termésű változatának tekinteni. Ide tartozónak tartja a Forgácsalmát.
– *M. sylvestris* subsp. *paradisiaca* (L.) Soó (Paradicsom alma):
  Cserje termetű, eleinte molyhos gallyú, 1,5-5 cm hosszú, színén lazán, fonákán molyhos, tojásdad levelű. A termés 1,5 cm, sárga, savanyú ízű. Kultúrnövény.

SOÓ a *Malus domestica* Borkh. név alatt, az önálló fajként is tárgyalt subsp. *Niedzwetzkyana* taxont említi meg. TERPÓ (1968) Európa flórájának tagjaként, faji rangon négy *Malus* szekcióba tartozó taxont sorol fel.

– *M. sylvestris* Mill.:
  Európa nagy részén elterjedt faj, amit alanyként is hasznosítanak.
– *M. dasyphylla* Borkh.:
  A Duna-medencében és a Balkán-félsziget északi részén fordul elő.
– *M. praecox* (Pall.) Borkh.:
  Folyómenti lombhullató erdőkben, az egykori Szovjetúnió (ma Ukrajna és Oroszország) Volga és Dnyeper közötti területein elterjedt.

– *M. domestica* Borkh.:
Európa-szerte termesztett növény. A termesztésből gyakran kiszökik és esetenként meghonosodik. A szerző kiemeli multihibrid eredetét.

A fentieken kívül a *M. pumila* Mill.-t, Paradicsom alma néven, mint cserje termetű, 3–5 cm átmérőjű, édes gyümölcsű, széleskörűen termesztett növényt említi.

Terpó (1987) *Malus dasyphylla* Borkh. (Erdélyi vadalma) név alatt ismertet két kultúrváltozatot.

– *Malus dasyphylla* provar. *paradisiaca* (Paradicsom alma vagy Jánosalma),
– *Malus dasyphylla* provar. *frutescens* (Forgácsalma vagy Doucin).

A *Malus domestica* fajtáit főként a *M. orientalis*, *M. praecox*, *M. dasyphylla*, *M. prunifolia*, *M. sieversii* és a *M. sylvestris* származékainak tartja.

Bartha (cit. Király 2009) a hazai természetes flóra tagjaként két *Malus* fajt, továbbá a termesztett *M. domesticát* jellemzi infraspecifikus taxonok nélkül, de megjegyzi, hogy a vad és nemes almák között átmeneti alakok léteznek.

– *Malus sylvestris* (L.) Mill. (Közönséges vadalma):
Gyengén tövises fa. Kifejlett levele mindkét oldalán kopasz, a vacok kopasz, a csésze kívül kopasz, belül molyhos. Termése 2,5–3 cm átmérőjű, sárgászöld, fanyar ízű.

– *Malus dasyphylla* Borkh. (Alacsony vadalma):
Gyengén tövises kis fa. Kifejlett levele felül kopaszodó, a fonákán molyhos, a vacok molyhos. Termése 3–4 cm átmérőjű, sárgás, savanyú ízű. Bartha szerint kevéssé ismert taxon, aminek taxonómiai státusa és őshonossága Magyarországon kérdéses. Erdélyben Oprea (2005) Óradnáról (Rodna) és Brassóból jelzi az előfordulását.

– *Malus domestica* Borkh. (Nemes alma):
Hajtása nem tövises. Kifejlett levele felül gyengén, a fonákán sűrűn molyhos-nemezes, a vacok molyhos. Termése 5 cm-nél nagyobb átmérőjű, változatos színű és ízű. Terméskocsánya rövidebb a termésnél.

Már Vavilov (1930b) valószínűsítette, hogy a *M. domestica* ősei a Közép-Ázsiában élő vadalmák, a *M. sieversii* és közeli rokonai voltak, és e vadalma domesztikációja Almaty (Alma-Ata) környékére vezethető vissza. Vavilov mindezt azzal támasztotta alá, hogy a *M. sieversii* gyümölcsei hasonlóak a termesztett formákéhoz. Igen változatos taxon, formák, színek, ízek széles skálájával írható le.

Rehder (1940) morfológiai jellemzők alapján úgy vélte, hogy több *Malus* faj, így a *M. sylvestris* Mill., a *M. prunifolia* (Willd.) Borkh. és a *M. baccata* (L.) Borkh. is szerepet játszott a nemes alma létrejöttében és domesztikációjában.

A termesztett almával kapcsolatban legalább két, egymással versengő taxonómiai nézet alakult ki. Terpó (1968), valamint Korban és Skirvin (1984) szerint az alma egy számos fajt magában foglaló, komplex hibridképződési folyamat eredményeként létrejött multihibrid, ami nem sorolható egyetlen vadon élő fajhoz sem. Mások úgy tekintik az almát, mint egy vadon is előforduló faj alá tartozó taxont. Erre utalnak a következő taxonnevek: *M. sylvestris* var. *domestica* Mansf.; *M. pumila* var. *domestica* C.K. Schneid.; *M. dasyphylla* var. *domestica* Koidz..

Robinson et al. (2001) szerint a nemes almához taxonómiailag legközelebb az ázsiai *Malus* × *asiatica*, *M. baccata*, *M. micromalus*, *M. orientalis*, *M. prunifolia* és *M. sieversii*, valamint az európai *M. sylvestris* áll. Noha korábban a taxonómusok úgy tekintették őket, hogy eltérő mértékben ugyan, de hozzájárultak a nemes alma génállományának kialakulásához, Robinson et al. (2001) molekuláris vizsgálatainak eredményei nem támasztották alá a *M. domestica* hibrid eredetét.

Forsline et al. (2003) szerint a Közép-Ázsiában, a Tien-Shan térségében elterjedt *Malus sieversii* az egyetlen olyan vadon élő faj, amelynek tulajdonságai termés- és fa-anató-

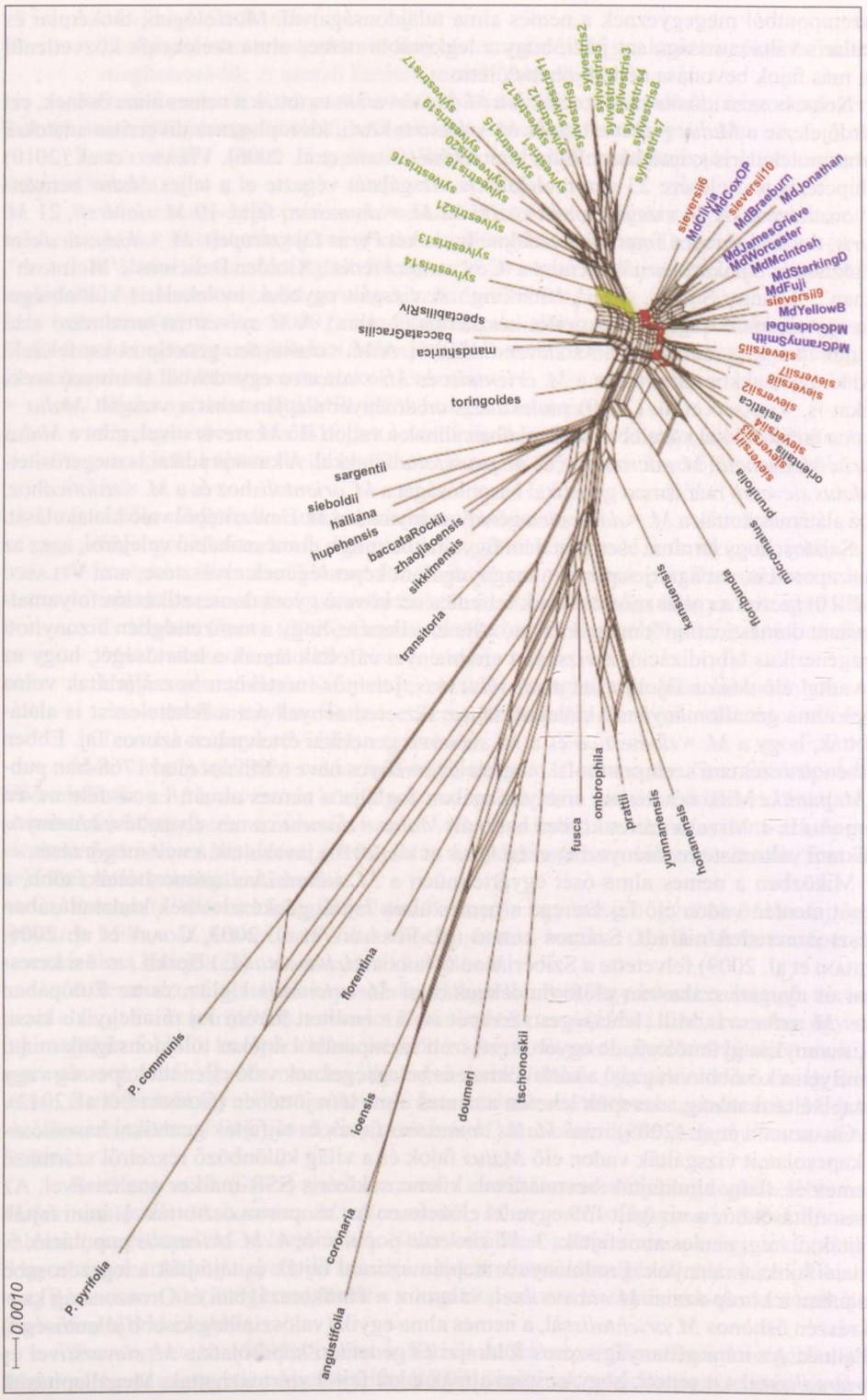
miai szempontból megegyeznek a nemes alma tulajdonságaival. Morfológiai, biokémiai és molekuláris változatossága azt jelzi, hogy a legkorábbi nemes alma szelekciók közvetlenül belőle, más fajok bevonása nélkül jöhettek létre.

Noha, hosszú idő óta más szerzők is a *Malus sieversii*t tartották a nemes alma ősének, ezt megkérdőjelezte a *Malus* × *domestica* és *M. sylvestris* közti, kloroplasztisz diverzitás adatokra alapozott molekuláris szintű hasonlóság kimutatása (Coart et al. 2006). Velasco et al. (2010) a két hipotézis tesztelésére 23 gén molekuláris vizsgálatát végezte el a teljes *Malus* nemzetségre vonatkozóan. A 74 vizsgált minta között 12 *M.* × *domestica* fajta, 10 *M. sieversii*, 21 *M. sylvestris*, továbbá minden fontosabb vadalma faj és két *Pyrus* faj szerepelt. *M.* × *domestica*ként olyan közismert fajtákat használtak, mint a 'Cox narancs renet', 'Golden Delicious', 'McIntosh', 'Jonathan', 'Granny Smith', 'Fuji', 'Starking'. A vizsgált egyedek molekuláris különbségei alapján egy szomszédsági-háló síkgráfot készítettek (2. ábra). A *M. sylvestris*t tartalmazó klád jól elkülönült a *M.* × *domestica* – *M. sieversii* kládtól. A *M.* × *domestica* genotípusokat felölelő nagy klád ugyanakkor tartalmazta a *M. orientalis* és *M.* × *asiatica* egyedekből származó szekvenciákat is. Velasco et al. (2010) molekuláris eredményei alapján tehát a vizsgált *Malus* × *domestica* fajták sokkal közelebbi kapcsolatban állnak a vadon élő *M. sieversii*vel, mint a *Malus sylvestris, M. baccata, M. micromalus* és *M. prunifolia* fajokkal. A kutatás adatai is megerősítették a *Malus sieversii* már ismert genetikai hasonlóságát a *M. orientalis*hoz és a *M.* × *asiatica*hoz, továbbá alátámasztották a *M.* × *domestica* génállományának a *M. sieversii*éből való kialakulását.

Sajátos, hogy az alma esetében nem figyelhetők meg a domesztikáció velejárói, azaz az ivaros szaporodás, a magterjesztés és a magnyugalom képességének elvesztése, ami Velasco et al. (2010) szerint az oltás módszerének felfedezését követő gyors domesztikációs folyamattal („instant domestication") magyarázható. Annak ellenére, hogy a nemzetségben bizonyított az intragenerikus hibridizáció, a vizsgálat eredményei cáfolták annak a lehetőségét, hogy az olyan vadon élő *Malus* fajok, mint a *M. sylvestris*, jelentős mértékben hozzájárultak volna a nemes alma génállományának kialakulásához. Az eredmények azt a feltételezést is alátámasztották, hogy a *M.* × *domestica* és a *M. sieversii* genetikai értelemben azonos faj. Ebben az esetben nevezéktani szempontból a megfelelő, érvényes neve a Miller által 1768-ban publikált *M. pumila* Mill. név lenne, amely magában foglalja a nemes almát, Linné-féle nevén *Pyrus malus* L.-t. Mivel a széles körben használt *Malus* × *domestica* név elvesztése hátrányos nevezéktani változást eredményezne, ezért Qian et al. (2010) javasolták a név megőrzését.

Miközben a nemes alma ősét egyértelműen a *M. sieversii*vel azonosították, több, a Selyemút mentén vadon élő faj szerepe a nemes alma fajták génkészletének kialakulásában nagyrészt ismeretlen maradt. Számos kutató (pl. Forsline et al. 2003, Coart et al. 2006, Gharghani et al. 2009) felvetette a Szibériában őshonos *M. baccata* (L.) Borkh., az ősi kereskedelmi út nyugati szakaszán előforduló kaukázusi *M. orientalis* Uglitz. és az Európában őshonos *M. sylvestris* Mill. lehetséges szerepét is. Az említett három faj mindegyike kicsi, fanyar, savanykás gyümölcsű, de egyéb, kertészeti szempontból értékes tulajdonságaik miatt, mint amilyen a későbbi virágzás, a kártevőknek és betegségeknek való ellenállóképesség vagy a hosszabb eltarthatóság, szerepük lehetett a nemes alma létrejöttében (Cornille et al. 2012).

Gharghani et al. (2009) iráni *Malus domestica* fajták és tájfajták genetikai hasonlóságát és kapcsolatait vizsgálták vadon élő *Malus* fajok és a világ különböző részeiről származó régi nemes és alany almafajták bevonásával, kilenc nukleáris SSR-marker analízisével. Az összehasonlításokhoz a vizsgált 159 egyedet előzetesen hat csoportra osztották: 1. iráni fajták és tájfajták; 2. régi nemes almafajták; 3. *M. sieversii* populáció; 4. *M. orientalis* populáció, 5. egyéb vad fajok; 6. alanyok. Eredményeik alapján az iráni fajták és tájfajták a legszorosabb kapcsolatban a közép-ázsiai *M. sieversii*vel, valamint a Törökországban és Oroszország kaukázusi részén őshonos *M. orientalis*sal, a nemes alma egyik (valószínűleg kisebb jelentőségű) ősével álltak. Az iráni génanyag szoros földrajzi és genetikai kapcsolata a *M. sieversii*vel és a *M. orientalis*szal azt sejteti, hogy az iráni almák e két fajtól származhattak. Megállapításuk



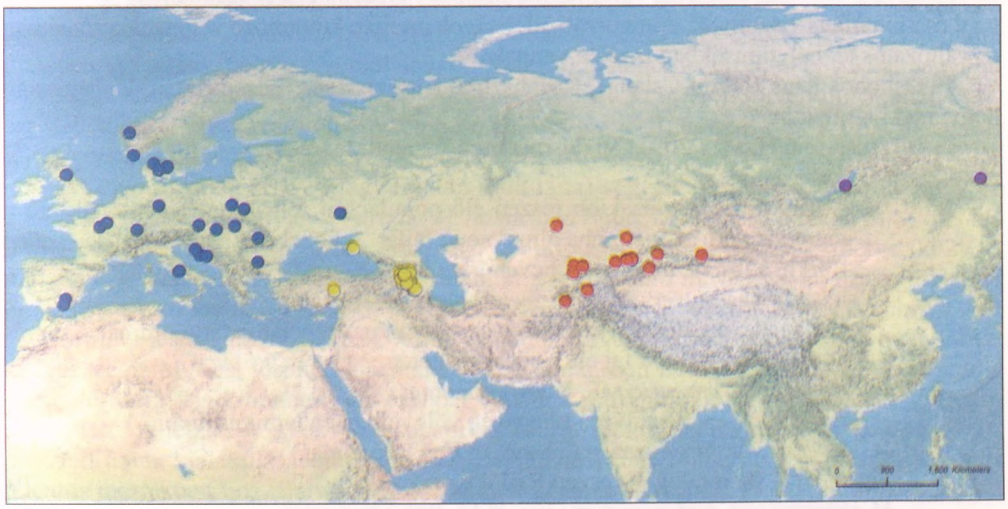
2. ábra. A *Malus* nemzetségen belüli filogenetikai kapcsolatok. A *M.* × *domestica* (kék), *M. sieversii* (piros), *M. orientalis*, *M.* × *asiatica* komplex és a *M. sylvestris* (zöld) szétválása a molekuláris különbségek alapján szerkesztett szomszédsági (neighbor-joining)-háló síkgráfon. (Velasco et al. 2010 nyomán)

alapján úgy tűnik, hogy az iráni génanyag köztes csoportot képez a régi, termesztett fajták, valamint az említett két vadon élő faj között.

CORNILLE et al. (2012) tanulmányukban rendkívül nagyszámú, Eurázsia-szerte begyűjtött almamintát felhasználva (839 minta, Kínától Spanyolországig) (3. ábra), 26 gyorsan változó, az egész genomban egyenletesen eloszló mikroszatellit-marker vizsgálatával egyebek mellett arra a kérdésre kerestek választ, hogy milyen szerepe lehetett az említett fajoknak a *M. domestica* genomjának kialakításában. Az öt *Malus* faj genetikai különbözősége alapján a *M. domestica* vad fajoktól való elkülönülésének nyugatról kelet felé növekvő gradiensét állapították meg. A legnagyobb különbséget a *M. baccata* és a többi *Malus* faj között, míg a legkisebbet a *M. domestica* és a legnyugatabbra előforduló *M. sylvestris* között tapasztalták. Eredményeik alapján a *Malus domestica* lényegesen jobban elkülönült elsődleges ősétől, a *M. sieversii*től, mint az európai *M. sylvestris*től.

A szerzők „tiszta" (introgressziótól mentes) példányokra leszűkítve, ismét elvégezték a genetikai különbségek értékelését. Ekkor már a *M. sylvestris* jobban különbözött a *M. domesticá*tól mint a *M. sieversii*. Így, a termesztett és a vadon élő fajok közti közelmúltbeli (azaz a nemes alma kialakulását követő) introgresszió nyomainak eltávolításával megerősítették, hogy a *M. sieversii* volt a *M. domestica* elsődleges szülőfaja. Elemzéseik a *M. domesticá*ból a *M. sylvestris*be, *M. baccatá*ba, *M. orientalis*ba és *M. sieversii*be került introgressziós genetikai anyagot is kimutatták. A nemes alma és az európai vadalma közti kétirányú génáramlás eredményezhette azt, hogy a mai *M. domestica* genetikailag közelebb áll a *M. sylvestris*hez, mint közép-ázsiai őséhez, a *M. sieversii*hez.

CORNILLE et al. (2012) eredményei alapján Nyugat-Európában, ahol a fajtadiverzitás a legnagyobb, a *M. sylvestris*nek sokkal jelentősebb genetikai hatása volt az introgresszió révén a *M. domesticá*ra mint, amit korábban feltételeztek. Kimutatták azt is, hogy a nemes alma hosszú idő alatt, különböző földrajzi térségekben legalább két vadon élő faj közreműködésével, genetikai diverzitásának jelentős mértékű csökkenése nélkül alakult ki. CORNILLE et al. (2012) feltételezése szerint az ősi *M. domestica* és a *M. orientalis* közötti genetikai keveredésre a Kaukázusban került sor mintegy 4500 évvel ezelőtt, nem sokkal a nemes alma Közel-Keleten történt (4000 évvel ezelőtti) megjelenését megelőzően. Az ősi *M. domestica* és a *M. sylvestris* genetikai anyagának keveredése Európában, körülbelül 1500 évvel ezelőtt



3. ábra. A CORNILLE et al. eredményeinek alapjául szolgáló, négy vadon élő *Malus* faj elterjedési területe a gyűjtött minták földrajzi eredete alapján: *M. sylvestris* (kék), *M. orientalis* (sárga), *M. baccata* (lila) és *M. sieversii* (piros). (CORNILLE et al. 2012 nyomán). A térkép közvetetten jelzi a négy Malus faj természetes elterjedési területét

zajlott le, kevéssel a nemes alma görögök és a rómaiak általi Európába történt betelepítését követően. A fordított introgresszió a *M. domesticá*tól a *M. sieversii* irányába megközelítőleg 100 évvel ezelőtt következett be, amikor a modern fajták termesztése elérte Közép-Ázsiát.

A közép-ázsiai (Tien-Shan-i) vadalma, mint a *Malus domestica* elsődleges szülőfajának jellemzése CUIZHI – SPONGBERG (2003) alapján

Malus sieversii (Ledebour) M. Roemer, Syn. Rosifl. 216. 1830.

(syn.: *Pyrus sieversii* Ledebour, Fl. Altaic. 2: 222. 1830.)

(2)5-10(14) m magas fák. Vesszői, gallyai sötétszürkés vörösek. A hajtás rövid, erőteljes, szőrös, majd lekopaszodó. A rügyek sötétvörösek, tojásdadok, molyhosak. A pálhák lándzsásak, lehullók, 3,5 mm hosszúak, hártyásak, a szélük fehéren szőrös, csúcsuk hegyes. A levélnyél 1,2–3,5 cm hosszú, ritkásan szőrös. A levéllemez tojásdad vagy nagyjából elliptikus, ritkán visszás tojásdad, 6–11×3,5–5 cm. Fonáki oldala fiatalon molyhos, idősen ritkásan szőrös. Színi oldala az erek mentén ritkásan szőrös. A levélváll ék alakú vagy ritkábban lekerekedő. A levélszél tompásan fogazott, a levélcsúcs hegyes. Sátorozó virágzata ernyőszerű, átmérője 4–6 cm, 3–6 virág alkotja. A murvalevelek lándzsásak, hártyásak, lehullók, szélük fiatalon mirigyesen fogazott, csúcsuk hegyes. A kocsány kb. 1,5 cm hosszú, fehéren molyhos. A virágok átmérője 3–3,5 cm. A vacok harang alakú, kívül molyhos. A csészék lándzsásak vagy háromszögletű-lándzsásak, hosszuk 6 mm, hosszabbak a vacoknál, mindkét felük szőrös, szélük ép, csúcsuk hegyes. A szirmok bimbós állapotban rózsaszínűek, rózsaszín árnyalatúak, visszás-tojásdadok, 1,5–2 cm hosszúak, alapjuk rövid karmú, csúcsuk lekerekedő. A porzók száma 20, egyenlőtlenek, kb. fele olyan hosszúak, mint a szirmok. A magház 5 rekeszű, rekeszenként 2–2 maggal. A bibeszálak száma 5, kb. olyan hosszúak, vagy kissé hosszabbak, mint a porzók, alapjuk fehéren molyhos. A terméshéj színe sárgászöld, piros színeződésű, alakja gömbös vagy lapított gömb, átmérője 3–4,5(7) cm. A kocsány viszonylag hosszú, 3,5–4 cm, fehéres szőrzetű. A csészék maradók, visszahajlók. A virágzás ideje május. Termése augusztus-október folyamán érik. Kromoszómaszáma: 2n = 34.

Az erdők gyakorta domináns, hegyeken és völgyekben is növő (1100–1800 m), montán karakterű fája. Kínában tiszta állományai fordulnak elő az Ili folyó völgyében a Tien-Shan hegység nyugati részén és a Dzsungáriai-Alatau lejtőin.

DZHANGALIEV (2003) szerint Kazahsztán hegységeiben tág ökológiai tűrőképességének és rendkívüli változatosságának (polimorfizmusának) köszönhetően állományai igen eltérő talaj és klimatikus viszonyok, domborzati adottságok mellett, különböző vegetációs zónákban és változatos élőhelytípusokban is jelen vannak.

Őshonos Kína (Hszin-Csiang), Kazahsztán, Kirgizisztán, Tadzsikisztán, Üzbegisztán hegyvidéki területein.

BÜTTNER (cit. HANELT 2001) által ismertetett faj alatti taxonjai:

– *M. sieversii* var. *sieversii*

  A Tien-Shan legészakibb részén élő populációit felhasználva állították elő a régóta ismert, 'Kínai puha alma' nevű fajtát. A közelmúltban *Malus domestica* Borkh. subsp. *chinensis* Li néven írták le.

– *M. sieversii* var. *sieversii* f. *niedzwetzkyana* (Dieck) Langenf.

  Mutáns taxon, minden szervében szisztémikus antocianin tartalommal. Szórványos előfordulású a faj elterjedési területén.

– *M. sieversii* var. *hissarica* (S. Kudr.) Ponomar.

  A Hisszari- és a Seravcsan-hegység völgyeiben endemikus taxon.

– *M. sieversii* var. *kirghisorum* (Theod. et Fed.) Ponomar.

  A Tien-Shan nyugati részén fordul elő.

– *M. sieversii* var. *turkmenorum* (Juz. et M. Pop.) Ponomar.

  A Kopet-Dag hegységben elterjedt xeromorf, sótűrő változat.

  (LANGENFELD (1991) szerint *M. orientalis* subsp. *turkmenorum* (Juz.) Langenf.)

HARRIS et al. (2002) ITS-alapú vizsgálatainak eredményei alapján JUNIPER (2007) megerősítette, hogy a *M. niedzwetzkyana* csak a *M. sieversii* egy ritka, színes formája.

Az IUCN Vörös listája (www.iucnredlist.org) szerint korlátozott elterjedése és túlhasználata miatt a *M. sieversii* sebezhető /Vulnerable/ faj. Számos veszély fenyegeti, beleértve az élőhelyeinek fogyását és degradációját a mezőgazdaság terjeszkedése és fejlődése következtében, a kultúralakok elvadulását és térfoglalását, a géneróziót (kereskedelmi fajtákkal történő hibridizáció miatt) és a termőhelyeinek túllegeltetését.

6. A *MALUS DOMESTICA* FAJ ALATTI TAXONJAI

A termesztett alma gyakorlati szempontból meghatározó jelentőséggel bíró infraspecifikus taxonjai a fajták. Számukról a különböző szerzők becsléseit alapul véve alkotható kép. BÜTTNER (cit. HANELT 2001) 30000, JUNIPER (2007) 20000, QIAN et al. (2010) 10000-nél több almafajta létezéséről tesz említést.

BRÓZIK – REGIUS (1957) szerint a mai Magyarország területéről 500-600 fajta ismert (főleg leírásokból), közülük 50–60 fajta lehet hazai eredetű.

A termesztett fajtákat hagyományosan elsősorban a terméseik alapján rendszerezték. Az ilyen osztályozás sok nehézséggel járt, mivel számos fajtajelleg konvergens módon is kialakulhatott egymással közeli rokonságban nem álló fajtákban (HEGI 1924). Így e fajtarendszerek a fajták valós rokonsági viszonyait legfeljebb csak részben megjelenítő, mesterséges rendszereknek tekinthetők.

A fajták származási kapcsolatait és rokonságát hűen tükröző, molekuláris bélyegeken alapuló filogenetikai rendszer kidolgozása még várat magára. Számos kérdés megválaszolatlan, így például tisztázatlan, hogy hazai vonatkozásban a Kárpát-medence történelmi, illetve tájfajtáinak genetikai anyagában milyen mértékben vannak jelen a *Malus sylvestris*, illetve más *Malus* taxonok génjei. Az erre vonatkozó első hazai eredményeket már publikálták. Morfológiai bélyegek alapján már korábban is valószínűsítették a termesztett alma és vadalma közötti introgressziót néhány Kárpát-medencei régi almafajta, többek között a 'Nemes sóvári' esetében. HALÁSZ et al. (2011) 23 régi almafajtában az alma önmeddőségét irányító multiallélikus *S*-lókusz genotípusát vizsgálták. Több allélban (S_1, S_2, S_7, S_{20} és S_{24}) egy-nukleotidos szekvencia-polimorfizmusokat (SNPs) azonosítottak az összes vagy csak néhány vizsgált fajta esetében. Az a tény, hogy a 'Nemes sóvári' (Viskről) által hordozott S_1-allél sokkal nagyobb mértékben hasonlított a *M. sylvestris* S_1' alléljához, mint a *M.* × *domestica* 'Fuji' S_1 alléljához, egy feltételezett introgressziós eseményre utal, ami azt jelzi, hogy a régi Kárpát-medencei fajták genomja több *Malus* taxon által gazdagodhatott.

CORNILLE et al. (2012) nagy mintán (368 fajta) végzett elemzése kimutatta, hogy az általuk vizsgált, főként nyugat-európai *M. domestica* fajták 26%-a tartalmazott *M. sylvestris* introgressziót, ugyanakkor a *M. domestica* genotípusok csupán 2%, 3%, illetve 0,02%-a mutatta a *M. sieversii*, a *M. orientalis* valamint a *M. baccata* introgresszióját. Legtöbbször orosz (pl. 'Antonovka', 'Novosibirski édes'), francia (pl. 'St Jean', 'Api', 'Michelin') és angol (pl. 'Fiesta') *M. domestica* fajták mutattak keveredést a *M. sylvestris* génállományával, de az M.9-es, törpítő hatású alanyként általánosan használt almafajtából ('Paradis jaune de Metz') is kimutatták az európai vadalma introgressziót. Az eredmények egyértelműen azt jelzik, hogy az interspecifikus hibridizáció jelentős szerepet játszott a termesztett fajták kialakulásában. Mindezek alapján tehát úgy tűnik, hogy a *Malus sylvestris* jelentős mértékben hozzájárult a *M. domestica* génállományához a közelmúltban lezajlott introgresszió révén.

CORNILLE et al. arra a kérdésre is választ kerestek, hogy van-e a *M. domesticá*nak a különböző felhasználási módokhoz társuló genetikai tagolódása. Az almabornak (cider) ter-

4. táblázat

Malus fajok, szinonim neveik, és faj alatti osztályozásuk az USDA, ARS (GRIN) (2012) taxonómiai adatbázisa alapján, továbbá a kromoszómaszám, az apomixis képessége és az elterjedési adatok (J. J. Luby 2003 nyomán), kiegészítve Qian et al. (2006, 2008), valamint Höfer és Meister (2010) szerint

Faj	Szekció	Kromoszóma szám és apomixis (A)	Szinonim nevek és faj alatti taxonok (a hibridek feltételezhető eredete)	Elterjedés
Elsődleges fajok				
M. angustifolia (Aiton) Michx. /keskenylevelű alma/	*Chloromeles*	34		USA keleti része
M. baccata (L.) Borkh. /szibériai vadalma, bogyószerű alma, aranyalma/	*Gymnomeles*	34, A	syn. *M. rockii* Rehder, *M. sibirica* (Maxim.) Kom., nom. illegitim, *M. pallasiana* Juz., *M. daochengensis* C.L.Li, *M. jinxianensis* J.Q.Deng et J.Y.Hong, *M. xiaojinensis* M.H.Cheng et N.G.Jiang, infraspecifikus taxonok: *M. baccata* var. *daochengensis* (C.L. Li) Ponomar., *M. baccata* subsp. *himalaica* (Maxim.) Likhonos, *M. baccata* var. *himalaica* (Maxim.) C.K. Schneid., *M. baccata* var. *jinxianensis* (J.Q. Deng et J.Y. Hong) Ponomar., *M. baccata* var. *sibirica* C.K. Schneid., *M. baccata* var. *xiaojinensis* (M.H. Cheng et N.G. Jiang) Ponomar.	ÉK-Kína, Mongólia, Kelet-Szibéria, É-India, Nepál
M. baoshanensis G.T. Deng	nincs adat (n. a.)	n. a.		Közép-Kína déli része
M. brevipes (Rehder) Rehder	n. a.	n. a.		csak kultúrában
M. chitralensis Vassilcz.	*Malus*	n. a.		Pakisztán
M. coronaria (L.) Mill. /illatos díszalma/	*Chloromeles*	51, 68, A	syn.: *M. fragrans* Rehder, *M. glaucescens* Rehder, *M. lancifolia* Rehder, *M. bracteata* Rehder, *M. coronaria* var. *dasycalix* Rehder	USA keleti része, Kanada
M. crescimannoi Raimondo	*Malus*	n. a.		Szicília
M. domestica Borkh. /nemes alma/	*Malus*	34, 51, 68, A	syn.: *M. pumila* auct., *M. sylvestris* auct., *M. sylvestris* var. *domestica* (Borkh.) Mansf., *M. malus* (L.) Britton, nom. inval., *M. pumila* var. *domestica* C.K. Schneid.; *M. dasyphylla* var. *domestica* Koidz.	A mérsékelt égöv alatt termesztésben.
M. doumeri (Bois) A. Chev.	*Docyniopsis*	n. a.	syn.: *M. formosana* Kawak. et Koidz., *M. laosensis* (Cardot) A. Chev., *M. melliana* (Hand.-Mazz.) Rehder, *Pyrus doumeri* Bois	DK-Kína, Taiwan, DK-Ázsia
M. florentina (Zucaggni) C.K. Schneid. /firenzei díszalma/	*Sorbomalus* / *Florentinae*	34	syn.: *M. crataegifolia* (Savi) Koehne	Törökország, Balkán, Olaszország
M. floribunda Siebold ex an Houtte /japán alma, korall alma/	*Malus*	34		csak kultúrában
M. fusca (Raf.) C.K. Schneid. / oregoni vadalma/	*Sorbomalus*	34	syn.: *M. diversifolia* (Bong.) C.K. Schneid., *M. rivularis* Douglas ex Hook. infraspecifikus taxon *M. fusca* var. *diversifolia* (Bong.) C.K. Schneid.	az USA és Kanada nyugati része

Faj	Szekció	Kromoszóma szám és apomixis (A)	Szinonim nevek és faj alatti taxonok (a hibridek feltételezhető eredete)	Elterjedés
M. halliana Koehne /japán díszalma/	*Gymnomeles*	34, 51		Közép- és Kelet-Kína, Japán, kultúrában
M. honanensis Rehder /honani alma/	*Sorbomalus / Yunnanenses*	34		Észak-Közép Kína
M. hupehensis (Pamp.) Rehder / hupeji alma, tea alma/	*Gymnomeles*	34, 51, 68, A	syn.: *M. theifera* Rehder	Közép- és DK-Kína
M. ioënsis (A.W. Wood) Britton / préri vadalma/	*Chloromeles*	34, 51	*M. ioënsis* var. *texana* Rehder	Közép-USA
M. kansuensis (Batalin) C.K. Schneid. /kansui alma/	*Sorbomalus*	34		Közép-Kína
M. komarovii (Sarg.) Rehder	*Sorbomalus*	51, 68		ÉK-Kína
M. leiocalyca S.Z. Huang	*Docyniopsis*	n. a.		DK-Kína
M. maerkangensis M.H. Cheng et al.	*Sorbomalus*	n. a.		Közép-Kína
M. mandshurica (Maxim.) Kom. ex Skvortsov /mandzsu alma/	*Gymnomeles*	34	syn: *M. cerasifera* Spach, *M. baccata* var. *cerasifera* (Spach) Koidz., *M. sachalinensis* Juz., *Pyrus baccata* var. *mandshurica* Maxim., *M. baccata* subsp. *mandshurica* (Kom.) Likhonos, *M. baccata* var. *mandshurica* (Maxim.) C.K. Schneid., *M. mandshurica* var. *sachalinensis* (Juz.) Ponomar.	Közép- és ÉK-Kína, Orosz távolkelet, Japán
M. muliensis T.C. Ku	*Malus*	n. a.		Közép-Kína
M. ombrophila Hand.-Mazz.	*Sorbomalus / Yunnanenses*	34		Dél-Közép-Kína
M. orientalis Uglitzk. /kaukázusi vagy keleti alma/	*Malus*	34	syn.: *M. sylvestris* subsp. *orientalis* (Uglitzk.) Browicz	Kaukázus, Irán
M. orthocarpa Lavallee ex anon.	n. a.	n. a.	Bizonytalan taxon.	csak kultúrában
M. pratti (Hemsl.) C.K. Schneid. /szecsuáni díszalma/	*Sorbomalus / Yunnanenses*	34	syn.: *M. kaido* Dippel	Közép-Kína
M. prunifolia (Willd.) Borkh. /szilvalevelü alma/	*Malus*	34		Közép- és Kelet-Kína
M. pumila Mill. /paradicsom alma/	*Malus*	34	syn.: *M. communis* Poiret, *M. dasyphylla* Borkh., *M. dasyphylla* var. *domestica* Koidz., *M. domestica* Borkh., *M. domestica* subsp. *pumila* (Mill.) Likhonos, *M. pumila* var. *domestica* C.K. Schneid., *M. sylvestris* subsp. *mitis* Mansfeld, *Pyrus malus* L., *P. malus* var. *pumila* Henry, *M. sylvestris* var. *niedzwetskyana* (Dieck) L.H. Bailey, *M. pumila* var. *niedzwetskyana* (Dieck) C.K. Schneid., *M. niedzwetskyana* Dieck ex Koehne, *M. pumila* var. *paradisiaca* (L.) C.K. Schneid., *M. paradisiaca* (L.) Medik.	Ny-Ázsia, Kelet-Európa

Faj	Szekció	Kromoszóma szám és apomixis (A)	Szinonim nevek és faj alatti taxonok (a hibridek feltételezhető eredete)	Elterjedés
M. sargentii Rehder /Sargent alma/	*Sorbomalus*	34, 51, 68, A		csak kultúrában
M. sieversii (Ledeb.) M. Roem. /közép-ázsiai, altáji vagy tien-shan-i vadalma, kizil alma/	*Malus*	34	syn.: *M. kirghisorum* Al. Fed. et Fed., *M. turkmenorum* Juz. et Popov, *M. sieversii* subsp. *turkmenorum* (Juz. et Popov) Likhonos infraspecifikus taxonok: M. *sieversii* var. *turkmenorum* (Juz. et Popov) Ponomar., *M. sieversii* var. *kirghisorum* (Al. Fed. et Fed.) Ponomar., *M. sieversii* var. *hissarica* (S. Kudr.) Ponomar.	Közép-Ázsia
M. sikkimensis (Wenz.) Koehne ex C.K. Schneid. /sikkemi alma/	*Gymnomeles*	51, 68, 85, A		Dél-Közép-Kína, É-India, Bhutan
M. spectabilis (Aiton) Borkh. /pompás alma/	*Malus*	34, 51		Kelet-Kína
M. spontanea (Makino) Makino	*Gymnomeles*	n. a.		Japán
M. sylvestris Mill. /európai vagy közönséges vadalma/	*Malus*	34	syn.: *M. praecox* (Pall.) Borkh. Infraspecifikus taxon: *M. sylvestris* var. *praecox* (Pall.) Ponomar. / korai vadalma, ukrán vadalma/	Európa Kelet-Európa (Volga és Dnyeper közti területek)
M. toringo (Siebold) Siebold ex de Vriese /toringo alma/	*Sorbomalus*	34, 51, 68, A	syn.: *M. sieboldii* (Regel) Rehder, *M. sieboldii* var. *arborescens* Rehder	Kelet-Kína, Japán
M. toringoides (Rehder) Hughes	*Sorbomalus*	51, 68, A	syn.: *M. transitoria* var. *toringoides* Rehder, *M. bhutanica* (W.W. Sm.) J. B. Phipps	Közép-Kína
M. transitoria (Batalin) C.K. Schneid.	*Sorbomalus*	34, 51		Észak-Közép Kína
M. trilobata (Poir.) C.K. Schneid. /háromkaréjú vadalma/	*Eriolobus*	34	syn.: *Eriolobus trilobata* (Poir.) M. Roem.	Kelet-mediterrán
M. tschonoskii (Maxim.) C.K. Schneid.	*Docyniopsis*	34	syn.: *Docyniopsis tschonoskii* (Maxim.) Koidz.	Japán
M. yunnanensis (Franch.) C.K. Schneid. /jünani alma/	*Sorbomalus* / *Yunnanenses*	34	*M. yunnanensis* var. *veitchii* (Veitch) Rehder *M. yunnanensis* var. *yunnanensis*	Dél-Közép-Kína
M. zhaojiaoensis N.G. Jiang	*Malus*	n. a.		Kína: Szecsuán
M. zumi (Matsum.) Rehder /japán díszalma/	*Sorbomalus*	34, 51	syn.: *M. sieboldii* var. *calocarpa* Rehder *M. zumi* var. *calocarpa* (Rehder) Rehder	Japán

Faj	Szekció	Kromoszóma szám és apomixis (A)	Szinonim nevek és faj alatti taxonok (a hibridek feltételezhető eredete)	Elterjedés
Másodlagos, hibrid eredetű fajok				
M. × *adstringens* Zabel	*Malus*	34, 51	(= *M. baccata* × *M. pumila*)	csak kultúrában
M. × *arnoldiana* (Rehder) Sarg. ex Rehder	*Malus*	34	(= *M. baccata* × *M. floribunda*) syn.: *Malus floribunda* var. *arnoldiana* Rehder	csak kultúrában
M. × *asiatica* Nakai	*Malus*	34	(= *M. prunifolia* × *M. sieversii*) syn.: *M. prunifolia* var. *rinkii* (Koidz.) Rehder, *M. ringo* Siebold ex Carriere	Kelet-Ázsiában termesztik
M. × *astracanica* hort. ex Dum. Cours. /jégalma/	*Malus*	n. a.	(= *M. prunifolia* × *M. pumila*)	csak kultúrában
M. × *atrosanguinea* (Spath) C.K. Schneid.	*Sorbomalus*	34	(= *M. halliana* × *M. toringo*)	csak kultúrában
M. × *dawsoniana* Rehder	*Sorbomalus*	34	(= *M. domestica* × *M. fusca*)	csak kultúrában
M. × *hartwigii* Koehne	*Malus*	34	(= *M. baccata* × *M. halliana*)	csak kultúrában
M. × *magdeburgensis* Hartwig	*Malus*	n. a.	(= *M. pumila* × *M. spectabilis*)	csak kultúrában
M. × *micromalus* Makino /aprógyümölcsű alma/	*Malus*	34, 51	(= *M. spectabilis* × *M. baccata*)	Közép- és Kelet-Kína, Japán
M. × *moerlandsii* Door.	*Malus*	34	(= *M. purpurea* 'Lemonei' × *M. toringo*)	csak kultúrában
M. × *platycarpa* Rehder /lapos alma/	*Chloromeles*	51, 68, A	(= *M. domestica* × *M. coronaria*)	É-Amerika keleti része
M. × *purpurea* (E. Barbier) Rehder /bíborvörös alma/	*Malus*	34	(= *M.* × *atrosanguinea* × *M. pumila*) syn.: *Malus floribunda* var. *lemoinei* É.Lemoine, *Malus floribunda* var. *purpurea* A. Barbier infraspecifikus taxonok: *Malus* ×*purpurea* f. *eleyi* (Bean) Rehder, *Malus* ×*purpurea* f. *lemoinei* (É. Lemoine) Rehder, *Malus* × *purpurea* var. *aldenhamensis* Rehder	csak kultúrában
M. × *robusta* (Carriere) Rehder	*Malus*	34	(= *M. baccata* × *M. prunifolia*) syn.: *Malus microcarpa* var. *robusta* Carrière	Kínában kultúrában
M. × *schneideckeri* Späth ex Zabel	*Malus*	34	(= *M. floribunda* × *M. prunifolia*)	csak kultúrában
M. × *soulardii* (L.H. Bailey) Britton	*Chloromeles*	34	(= *M. ioënsis* × *M. pumila*)	Közép-USA, kultúrában
M. × *sublobata* (Dipp.) Rehder	*Malus*	34	(= *M. prunifolia* × *M. toringo*) syn.: *Malus ringo* var. *sublobata* Dippel	csak kultúrában

mesztett fajták termései kisebbek, keserűbbek és fanyarabbak, mint az étkezési fajtáké, ezért azt feltételezték, hogy a fajták e két csoportja között megfigyelhető genetikai differenciálódás. Előzetes hipotézisük ellenére a vizsgálatok során azt találták, hogy az boralma és az étkezési fajták között kicsi a genetikai különbség. A *M. domestica* génállománya tehát ennek alapján csak nagyon csekély mértékben tagolódik. A boralma fajták terméshúsának rendkívüli fanyarsága vezetett ahhoz a feltételezéshez, hogy a *M. sylvestris* és a nemes alma közötti hibridizációból keletkezhettek, és ezért a *M. sylvestris* nagyobb mértékű introgresszióját mutatják. Azonban ezt a hipotézist sem támasztották alá az adatok, sőt a *M. sylvestris* introgresszióját mutató genotípusok aránya szignifikánsan magasabbnak mutatkozott az étkezési, mint a boralma fajtákban (36,4%, illetve 15,5%-kal). Úgy tűnik tehát, hogy a boralma fajták genetikailag nincsenek szorosabb kapcsolatban a *M. sylvestris*sel, mint az étkezési fajták. Csekély mértékű genetikai különbséget tapasztaltak a különböző földrajzi eredetű fajták csoportjai között is.

Összefoglalásképpen közöljük az USH genetikai tartalékainak taxonómiai adatbázisa által a *Malus* nemzetség aktuálisan elfogadott, elsődleges és másodlagos – hibrid – , taxonjainak listáját a megfelelő szinonim nevekkel és elterjedési adatokkal kiegészítve (4. táblázat).

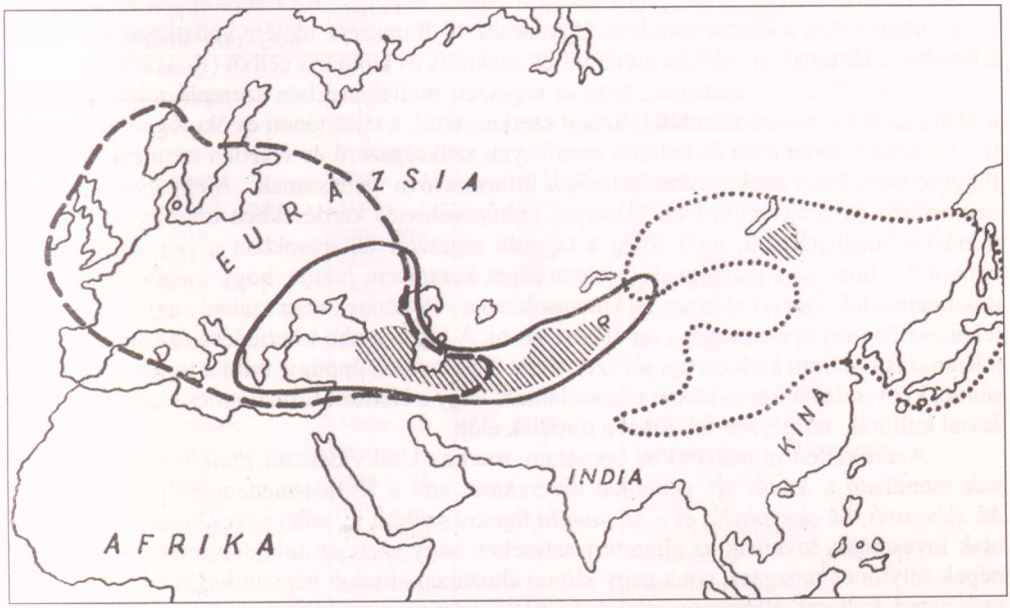
III. ARCHEOBOTANIKAI ADATOK, KULTÚR- ÉS TERMESZTÉSTÖRTÉNETI VONATKOZÁSOK

1. ARCHEOBOTANIKAI ADATOK

Az alma, a mérsékelt égöv legnagyobb területén és valószínűleg legrégebben termesztett gyümölcsfaja. Természetes szelekciója már néhány millió éve elkezdődött, mert a különféle emlősállatok és madarak nemcsak fogyasztották, hanem terjesztették is. A kisebb almák képesek épségben áthaladni a medve bélrendszerén is, de csak az olyan alma lehetett „magforrás" a természetben, amelyeket valóban csutkástól szétrágtak az állatok (DZHANGALIEV et al. 2003), ugyanis, ha a magház együtt marad, a magvak nem tudnak kicsírázni. Ily módon, a legtöbb állatfajjal ellentétben, az emberi táplálkozási szokások sokkal jobban tudták segíteni az alma terjedését és szaporodását.

Az alma vad alakban előfordul ugyan egész Európában, mégis a *Malus* fajok géntartaléka legjelentősebb Anatóliában, a Kaukázus déli részén, a perzsa Gilan tartományban és Közép-Ázsiában, ahol az ott élő népek a prehisztorikus időktől már hasznosították. Trabzon közelében BOURGEAU (1849) egész erdőt látott belőle, India észak-nyugati részének hegyeiben HOOKER talált vadon termő fákat (cit. DE CANDOLLE 1894). Szibériából, Mongóliából vagy Japánból viszont ő még nem ismert elterjedési adatokat; de természetesen az európai vadalma ősidők óta megvolt a német és a francia területeken (KOCH 1837).

Érdekes azon adat, amely PIDDINGTON *Indexé*-ben olvasható, és az almafa szanszkrit nevét idézi PICTET-től, aki szerint a hindi *szeba* kifejezés a perzsa *szeb, szef*-ből vezethető le (cit. DE CANDOLLE 1894), vagyis megerősíteni látszik az újabb növényföldrajzi közléseket (MORGAN– RICHARDS 2002, JANSSEN et al. 2008). Abból, hogy Indiában nincs meg a régebbi neve feltételezhető, hogy az almát talán csak a nyugati árják ismerték (4. ábra).



4. ábra. Almafajok areája és az alma nyelvföldrajzi kapcsolata:
„A Malus nemzetség három fő fajának endemikus elterjedése és legnagyobb gyakorisági központja a nemes almának (ferdén vonalkázott terület)." MÁNDY (1972, 187.o.)
Szaggatottan a *Malus sylvestris*; folytonos vonallal a *Malus pumila* és pontozottan a *Malus baccata* areája

Molekuláris genetikai vizsgálatok azt mutatják (MORGAN–RICHARDS 2002, DZHANGALIEV 2003, FORSLINE et al. 2003), hogy az egyik közép-ázsiai vadalma, a *M. sieversii* (kizil alma) elsősorban a domesztikált alma valódi őse, vagyis korábbi nézetektől eltérően, nem a *M. sylvestris* vagy a *M. baccata* (HEGI 1924, BRÓZIK–REGIUS 1957, MÁNDY 1964 és 1972, SCHWANITZ 1973), lásd. a II. fejezet. A régészeti adatok is arra utalnak, hogy a késő neolitikumban, korai bronzkorban nagy karavánutak húzódtak keresztül Közép-Ázsián, úgyhogy Kína középső részétől (Csangantól, ma Hszian) a Dunáig, a közép-ázsiai lovasoknak akár a nyeregtáskájában, akár lovaik pofájában az almamagvak messzire eljuthattak, és könnyen elérhették Európát is. Termesztéstechnikai téren pedig egy fajta vagy kiváló egyed megőrzésében fontos volt az oltás „felfedezése", és valószínűleg Mezopotámiában, Mari városában már 3800 évvel ezelőtt megtörtént ez a felismerés (JANSSEN et al. 2008). Az említett térség szoros kapcsolatban állt a nagy karavánutak mentén haladó népekkel.

VAVILOV (1930a) a Tien-san, a Kopet-Dag, a Pamír és a Kaukázus vidékét általában a gyümölcsfajok, jelesül az alma domesztikációjában Paradicsom Kertnek nevezte. Lényegében a *Malus domestica* kialakulásában a *M. sylvestris*, *M. orientalis* és a *M. sieversii* fontosságát emelte ki. Miközben a kazah, kirgiz, tadzsik, dzsungáriai területeken a vadalmák még ma is erdőségeket alkotnak (FORSLINE et al. 2003, DZHANGALIEV 2003), a legrégebbi almamaradványok (magvak, csutka, perikarpium) a Jordán völgyében, Jerikóból és az anatóliai Catal Hüyükből származnak, ezek Kr. e. 7000–6500-ra datálhatók (MORGAN– RICHARDS 2002, ALINEI 2003). Itt érdemes visszatérni arra flóratörténeti, történeti-ökológiai nézőpontra, amit magunk is osztottunk, hogy az alma – Ashkelon kivételével – nem volt igazolható a Közelkeleten. Vagy mégis? Hiszen Ur-ból ismert olyan ékírásos tábla (Kr. e. 2500 körül), amely a fügét és az almafát (*giš.hašhur*) is említi (DÁVID 1927).

ROACH (1985) pedig könyvében egyiptomi vonatkozású almatörténeti forrásokat idézett. Palesztinából almát hoztak Egyiptomba. A III. Papyrus Anastasi – II. Ramszesz fáraó uralkodásának idején (Kr.e. 1298–1235) – almaültetvényeket említ a Nílus deltájában. III. Ramszesz alatt (Kr. e. 1198–1166) állítja a Harris Papyrus, Ré templomába naponta 848 kosár almát vittek a szertartásokhoz. Ugyancsak II. Ramszesz idejére vonatkozó adat, hogy Kharuból a fáraónak ajándékba almát vittek szakrális és kulináris célból (ROACH 1985).

A példák azt is igazolják, hogy a régészeti mellékletekben szereplő növényi részek jobbára azok használati formáitól, fizikai szerkezetétől, a tájtörténeti és ökológiai viszonyoktól, továbbá a történelmi és katonai események szükségszerű és véletlen momentumaitól is függ(het)nek, hogy azok „archeobotanikai információvá válhassanak". Megjegyzendő, hogy nemzetközi összehasonlításban, bizonyos kultúrevolúciós kérdésekben azért is nehéz tiszta trendeket meghatározni, mert főleg a régebbi régészeti feltárásokban olyan „apró maradványok" – mint az almamagvak – jelentőségét korántsem biztos, hogy megőrizték a leleti dokumentációk. Bár a tudományos kutatásokban a véletlennek nem szabad nagy teret kapnia, jelen esetben ezt is szükséges számításba venni. A legnagyobb kiterjedése és hatalma idején a Római Birodalom kedvezett a jól szervezett életvitelnek, éppúgy, mint a fejlett civilizációs szintet képviselő sumer és akkád városállamok, vagy a Hettita Birodalom és bizonyos középázsiai kultúrák, természetesen jóval a rómaiak előtt.

Azért kellett mindezt előre bocsátani, mert az Ural vidékétől Etelközig igen gazdagnak mondható a *Malus* sp. genetikai diverzitása, ami a Kárpát-medencében lényegében a *M. sylvestris*, *M. dasyphylla* és a *M. pumila* fajokra szűkült le, noha egyes kutatók a karavánutak lovasainak, lovainak az alma terjesztésében nagy szerepet tulajdonítottak. A sztyeppei népek folytonos mozgása, sőt a nagy klímaváltozással elindult népvándorlás vélhetőleg számos népet, kultúrát, államigazgatási és kultikus centrumot pusztíthatott el.

Az 5. táblázat látszólag nagy tömegű alma leletanyagot foglal össze, de mint kiderül az adatokból – összesen 32 ásatásból származó magvakat, terméseket, fragmentumokat lehetett összegyűjteni GYULAI (2002) nyomán. A legkorábbi anyagok (mag, termés) a késő neoliti-

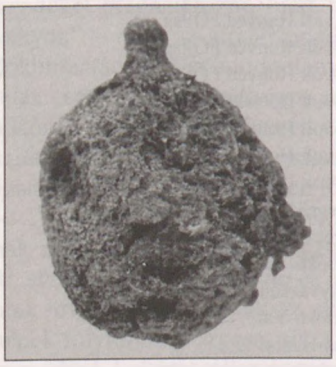
5. táblázat

A hazai régészeti leletekből származó almamaradványok a felsorolt források alapján
(P. Hartányi–Nováki–Patay 1969, P. Hartányi–Nováki 1975, Gyulai 2002)

Állapot	Növényi rész	Faj	Mennyiség db	Korszak, helye
KÉSŐ NEOLITIKUM Kr. e. 4700–4300				
szénült	termés	alma	2	Berettyóújfalu-Szilhalom
szénült	mag	vadalma	6	Tiszapolgár-Csőszhalom
KORA BRONZKOR Kr. e. 3000–1600				
nem szénült	termés	alma	8	Albertfalva
KÖZÉPSŐ BRONZKOR Kr. e. 1600–1300				
szénült	mag	alma	5	Százhalombatta-Földvár
kalcinálódott	mag	alma	1	Ménfőcsanak-Szeles
szénült	mag	alma	1	Pákozd-Várhegy
KÉSŐ BRONZKOR Kr. e. 1300–900				
nem szénült	termés	alma	1	Ménfőcsanak-Szeles
szénült	mag	alma	1	Győr-Szabadrétdomb
szénült	mag	alma	1	Bp.-Corvin tér
nem szénült	mag	alma	1	Dunakeszi-Székesdűlő (Auchen)
nem szénült	mag	alma	1	Mosonmagyaróvár-Németdűlő
RÓMAI KOR Kr. u. 0–476				
nem szénült	mag	alma	8	Tác-Föveszpuszta (Gorsium)
szénült	termés	alma	1	Dunaújváros (Intercisa)
KÉSŐ NÉPVÁNDORLÁS 586–896				
szénült	mag	alma	3	Zalavár-Vársziget parkoló
nem szénült	termés	alma	1	Fonyód-Bélatelep
KORA ÁRPÁD-KOR 896–1301				
szénült	mag	alma	1	Rákoskeresztúr-Újmajor
kalcinálódott	mag	alma	1	Lébény-Billedomb
szénült	mag	alma	3	Lébény-Billedomb
szénült	mag	alma	1	Bp-M O-s autópálya
KÉSŐ KÖZÉPKOR 1301–1526				
nem szénült	mag	*Malus*	18	Bp-Hunyadi János u. 22.
nem szénült	töredék	*Malus*	x	Bp-Dísz tér 10.
nem szénült	mag	*Malus*	4	Bp-Hess András tér 1.
nem szénült	mag	vadalma	21	Bp-Szent György tér, volt Teleki pal.
nem szénült	mag	*Malus*	4673	Bp-Szent György tér, volt Teleki pal.
nem szénült	fragm. perikar.	*Malus*	9738	Bp-Szent György tér, volt Teleki pal.
nem szénült	mag	term. alma	1742	Bp-Szent György tér, volt Teleki pal.
nem szénült	mag	*Malus*	2157	Bp-volt Honvéd FőPsg
nem szénült	mag	*Malus*	1	Bp-volt Honvéd FőPsg
nem szénült	mag	*Malus*	1371	Bp-volt Honvéd FőPsg
nem szénült	mag	*Malus*	785	Bp-volt Honvéd FőPsg
nem szénült	perikap.	*Malus*	930	Bp-volt Honvéd FőPsg
nem szénült	perikap.	*Malus*	734	Bp-volt Honvéd FőPsg
nem szénült	perikap.	*Malus*	196	Bp-volt Honvéd FőPsg
nem szénült	mag	*Malus*	1	Visegrádi Királyi Palota kertje
nem szénült	mag	term. alma	x	Kereki-Fehérkő
nem szénült	termés	alma	2	Hollókő-Vár
szénült	termés	term. alma	6	Nagyvázsony-Csepely
szénült	termés	term. alma	3	Hollókő-Vár
nem szénült	mag	term. alma	2	Pápa-Hantai u.
nem szénült	mag	vadalma	1	Lászlófalva-Szentkirály
nem szénült	mag	term. alma	201	Szécsény-Plébánia templom
nem szénült	termés	term. alma	1	Bátaszék
nem szénült	mag	term. alma	2	Baj-Öreglovács-hegy

5a ábra. Vadalma *(M. sylvestris)* termésmúmia Fonyód-Bélatelep, késő népvándorlás kori cölöpépítményből (Fotó: GYULAI F.)

kumból valók, és ebben már megkülönböztethető volt a gyűjtögetett vadalma és valamilyen kezdetleges formában a termesztett alma is. A késő bronzkor almából gazdag leletanyaggal szolgált, vagyis, amikor már a Kárpát-medencét is legalább másfél ezer éve elérte a neolitikus forradalom minden kedvező következménye (SURÁNYI 1985); feltételezésünk szerint a közel- és közép-keleti almák magvai és termései a leletekben is „megvannak" (5a és b. ábra).



5b ábra. Szénült vadalma *(M. sylvestris)* termések: Albertfalva kora bronzkori harangedény Csepel-csoport telepéről (Fotó: ENDRŐDI A.)

480 év (Kr. e 11 – Kr. u. 455) a Dunántúlon, a római provinciák igazgatásában, talán nem nagy periódusm és látszólag ez lehetne a magyarázata a kisszámú almaleletnek is amelyet találtak. Mégsem ez a helyes magyarázat, mert a római mezőgazdasági íróktól (Cato, Varro, Palladius) is tudjuk, hogy a rómaiaknál az alma termesztése és fogyasztása nem volt jelentős, bár annak fogyasztásáról nem lehetnek kétségeink (ld. az egyik leghíresebb római mondást, ami az étkezéshez is kapcsolódik, ti. „*A tojástól az almáig énekelünk*."

A népvándorlás ideje és az Árpád-kor néhány lelete talán azt is jelzi, hogy a termesztési hagyományok nem

vesztek el az 1300-as évekig. A késő középkortól egészen a kora újkorig, a központi hatalmi objektumok (Buda, Visegrád), várak vagy egyházi intézetek az almatermesztés – és természetesen a fogyasztás, felhasználás – centrumai lettek. A nagytömegű maganyag morfológiai vizsgálata – tudomásunk szerint – még nem történt meg. Kérdés, hogy lehetséges-e olyan siker megismétlődése, mint ami a sárgadinnye magvak esetében volt (SZABÓ et al. 2005). Almánál e vizsgálatok előtt azonban szükséges lenne összehasonlító anyag gyűjtése sokféle alma magjából.

A 6. táblázat összesítő adataiból látszik, hogy a késő neolitikumtól bizonyos mértékig domesztikálódott, és így termesztett almagyümölcs bekerült az emberek étrendjébe. Hozzá kell azonban tenni, hogy olyan jellegű ökológiai adottságok, mint amilyenek a svájci, olasz, brit vagy skandináv nagykiterjedésű – és lakott – tőzeglápos területek voltak, nálunk nem adottak, ezért nem tudott annyi kalcinálódott és szénült termés, természrész vagy mag fennmaradni. A hazai szakirodalomban – főleg RAPAICS (1940b), valamint BERTSCH K.–BERTSCH F. (1949) jóvoltából –, a svájci és olasz cölöpépítmények hulladékgödreiben talált alma jelent némi támpontot az akkori típusok jellegére.

A késői neolitikumból nagyon sok, főleg almamaradvány került elő Robenhausen, Wengen és Thunersee térségében, a cölöpépítmények üledékeinek feltárásából is. Ezek jórészt a *Malus sylvestris* fajhoz tartozó gyümölcsök (szemben tehát a hazai leletanyaggal), és bár valamivel nagyobbak ezek, mint az előbbiek – átlagosan csak 20 mm az átmérőjük. Találóan nevezte el HEER (1865) ezeket az almákat „cölöpépítmény-almáknak." Közöttük volt sok felezett és szárított példány is, de vélhetőleg, kezdetleges konzerválási módra mégsem következtethetünk.

A Parma melletti «terra mare» és a lombard, savoyai és svájci tavaknál lakók már nagyban fogyasztották az almát. Kettévágva talán aszalták is télire – gyanítják az olasz régészek (cit. DE CANDOLLE 1894). A gyakran szénült példányoknál sokkal inkább felismerhető a gyümölcs belső szerkezete, mint különben. HEER (1865), a gyümölcsméret szerint két alakot talált, a kisebbek átmérője 15–24 mm, a nagyobbak 29–32 mm-esek voltak. Ezt a Svájcban ma is termesztett *Campaner* almafajtával azonosították. DE CANDOLLE (1894) szerint az angol vadalmák kisebbek a svájciakénál (kb. mint az itthon találtak). Lehetséges talán mégis, hogy a cölöpépítmények apró almái vadalmák, s nem termesztett almák voltak. GROSS (cit. DE CANDOLLE 1894) a Neuchâteli-tó menti cölöpépítmények egyik gödrében lelt két almát, melyek mindössze (szénülten) 17–22 mm átmérőjűek voltak. SORDELLI a lombard Lagozzából, RAGAZZONI pedig a Varèse-tó partján lévő Bardelloban ugyancsak azonosított néhány almát az egyik hulladékgyűjtő gödörből (új feldolgozása: BORRELLO 1984).

A hazai leletek korát megelőzve, jóval korábban a Heilbronn melletti Böckingen-i paleolitikus kerámiai műhely hulladékhalmából 14 mm átmérőjű, sima felületű almagyümölcsök kerültek elő. A késői neolitikumból Nyugat-Európából származó viszont a *Malus sylvestris* fajhoz tartozó almák átmérője is valamivel nagyobb, kb. 20 mm-es volt (MÁNDY 1972, KAPÁS 1997).

6. táblázat

*Az alma archeobotanikai leletanyagának összegezése – a neolitikumtól az újkorig (*GYULAI 2002 *adataiból)*

	Szénült	Nem szénült	Kalcinálódott	Összes
Vadalma				
Termés	5	10	2	17
Mag	22	32	0	54
Összes	27	42	2	71
Termesztett alma				
Termés	9	1	0	10
Perikarpium	0	11.598	0	11.598
Mag	0	10.953	0	10.953
Összes	9	22.592	0	22.601

2. KULTÚRTÖRTÉNETI VONATKOZÁSOK

A keresztény és mohamedán vallás szent könyvei – a Biblia és a Korán – kiemelkedően fontos helyen foglalkoznak az Édenben történt eseményekkel, amelyeknek a lényege mindkét esetben a tiltott fa gyümölcsének a megkóstolása volt. A tilalom megszegése súlyos következményekkel járt. A képzőművészetben az édeni tiltott fát almának ábrázolták, ami a Vulgata szövegének (1 Móz 2, 9) félreértéséből ered: *lignumque scientiae boni et mali* (a jó és rossz tudásnak a fáját) – ugyanis *mālus* 3 rosszat, a *mālum* pedig almát jelent. A formai hasonlóság tette az édeni bűn fő motívumává az almát, mert Éva társával megkóstolja azt (1 Móz 3, 6)... (Diós 1993, Bartha 1995).

6. ábra. id. Lucas Cranach: Bűnbeesés

A Biblia így írta le az eseményeket: *„Az Úristen kertet telepített az Édenben... a földből mindenféle fát sarjasztott, ami tekintetre szép és táplálkozásra alkalmas volt; azután kisarjasztotta az élet fáját a kert közepén, meg a jó és a rossz tudásának a fáját...* (1 Móz 2, 8-9)...parancsot adott az embernek: *„A kert minden fájáról ehetsz. De a jó és rossz tudás fájáról ne egyél, mert amely napon eszel róla, meghalsz."* (1 Móz 2, 16-17) (6. ábra).

A kígyó ...Ezt mondta az asszonynak: *„Valóban mondta Isten, hogy nem ehettek a kert valamenynyi fájáról?"* (1 Móz 3, 1) Isten csak a kert közepén álló fa gyümölcséről mondta: *„Ne egyetek belőle ne érintsétek, nehogy meghaljatok."* Erre a kígyó így beszélt *„...amely napon abból esztek, szemetek felnyílik, olyanok lesztek mint az istenek, akik ismerik a jót és a rosszat."* (1 Móz 3..5).

Az asszony látta, hogy a fa élvezhető, tekintetre szép és csábít a tudás megszerzésére. Vett tehát gyümölcséből, megette, s adott férjének... (1 Móz 3, 6). Az ember így válaszolt (Istennek): *„Az asszony adott a fáról, akit mellém rendeltél, azért ettem."* Az asszony így felelt (az Úristennek): *„A kígyó vezetett félre, azért ettem."*... (1 Móz 3, 12-13).

„Ellenkezést vetek közéd és az asszony közé, a te ivadékod és az ő ivadéka közé.... Megsokasítom terhességed kínjait. Fájdalmak közepette szülöd gyermekeidet..." (1 Móz 3, 15-16) ... *„Fáradsággal szerzed meg rajta táplálékodat életed minden napján... Arcod verítékével eszed kenyeredet, amíg vissza nem térsz a földbe, amiből lettél. Mert por vagy és a porba térsz vissza."*... (1 Móz 3, 18-19). Amikor az (Isten) az embert elűzte, ...oda állította a kerubokat és a fenyegető tüzes kardot, hogy őrizzék az élet fájához vezető utat... (1 Móz 3, 24).

A Korán pedig így meséli el a bűnbeesés történetét, amely egyben igazolja, hogy a bibliai szövegre épül, továbbá az etióp Énokh könyvének (1, 31), a *Kincsesbarlang*nak (12. ch) és a *Vita Adae et Evae* (41. ch) is felismerhető benne (Simon 1987, idézve Spreyer-t). „...Lakjál feleségeddel együtt a Paradicsomban, és egyetek annak (gyümölcseiből) amennyit szemetek és szátok megkíván. Ahol csak akartok. *Ám ne közeledjetek ehhez a fához, különben a gonoszokhoz fogtok tartozni!"* (Korán 2, 35). És botlásra késztette őket a Sátán, *és kiűzte őket abból az állapotból*, amelyben leledztek. – Mire az Úr: *„Induljatok lefelé (a Paradicsomból) a földre! Legyetek egymás ellenségei és legyen egy ideig a földön a szálláshelyetek, s (mindaz,) ami az élethez szükséges."* (Korán 2, 36) ...*"Ádám a vigasztalás szavait kapta Urától..."* (Korán 2, 37) (7. ábra).

Az epizód leírása megismétlődik – de bővül is – a 7. szúrában, „...a Sátán (gonosz gondolatokat) sugalmazott nekik, hogy felfedje kettejüknek a szemérmükből azt, ami (addig) rejtve volt. És azt mondta nekik: *„A ti Uratok csak azért tiltotta meg nektek ezt a fát, nehogy angyalok, vagy örökéletűek legyetek az örökéletűek között.*" (Korán 7, 20)... És csalárd módon a bukásukat okozta. Miután pedig megízlelték a fa gyümölcsét, láthatóvá lett nekik a szemérmük és a Paradicsom fának leveleit kezdték magukon viselni. ...szólította őket az Uruk: *„Vajon nem tiltottalak-e el benneteket ettől a fától, és nem mondtam-e néktek, hogy a Sátán nyilvánvaló ellenségetek?"* (Korán 7, 21). Az alma nagy hatást gyakorolt Mohamed prófétára; az iszlám hagyományok szerint halálakor az utolsó lélegzeteiben egy angyal hozott neki egy igen illatos almagyümölcsöt, majd jobblétre szenderült (Simon 1987).

7. ábra. Mohamed látogatása a paradicsomban (Arnold 1965)

Az édeni történet a közmondásokban is felfedezhető, az Ura ellen lázadó ember és az ember hajlama a rosszra. *„A tiltott alma jobb ízű a többinél"* vagy *„Őt is megcsalta a kígyó almája"* és *„Nitimur in vetitum"* (A tiltott almára – általában – sokkal többen vágynak) (Czuczor–Fogarasi 1862).

A történetet megismerve, hozzátehetjük, hogy az ókori (görög és latin) és középkori latin nyelvben az almához hány elítélő jelző társult (lat. *mālus* „almafa", *mālus* „rossz, hitvány, alkalmatlan, csúnya, gonosz, elvetemült, aljas, csalfa, pajkos, ártalmas, káros, veszedelmes, szerencsétlen). Megértjük, miért lett az európai keresztény hagyományban a megszerzett tudás, Éva kezéből (!) nyert káros gyümölcse az alma. A Korán a tiltott fát nem nevezte meg, bár az iszlám is jobbára almának értelmezi. Az Újszövetség – és központi szereplője – Jézus megszületése és kereszthalála nem csupán az emberiség jövőjét, hanem az alma súlyosan hátrányos megítélését is megváltoztatta. Addig még az egyik részlet (1 Móz 2, 17) is negatív értelmet adott az almának: a halál bélyege Ádámon a torkán akadt csutka, az ádámcsutka, „Ádám almája".

Krisztus keresztjét a két (élet fája és a jó-rossz tudás fája) paradicsomi fával már az ősegyházban a szerzők összekapcsolták. Ennek, lényegében tipológiai alapjait Szent Pál fektette le egyik levelében: *„Amint ugyanis Ádámban mindenki meghal, úgy Krisztusban mindenki életre is kel".* (1 Kor 15, 22). A történelmi hagyományok szerint, Nagy Konstantin édesanyja, Szent Ilona 320. szeptember 14-én Jeruzsálemben megtalálta Jézus állítólagos keresztfáját. És miközben a keresztfa a kivégzés tárgya, legendák sora nyomán újra életre kel. A kiszáradt és újra lombosodó fa képét Dante (1965) is említi az *Isteni színjáték*-ban (Purgatórium 32, 37-41): *„... s egy fát kerestek föl aztán, mely lombot / s virágot elveszített minden ágán, / puszta hajzata mind szélesbre bomlott..."* (Babits Mihály fordítása). Amikor pedig Ádám közeledni érezte halálát – így meséli a legismertebb legenda –, elküldte fiát, Sétet a paradicsomba, hogy számára szerezze meg a könyörület olaját. Szét bejutott a kertbe, s látta a bűnbeesés kiszáradt fáját, kérgétől és leveleitől megfosztva. Látta rajta a ravasz kígyót is, és ágai között egy pólyába tekert újszülöttet.

A paradicsom őre, Szent Mihály megtagadta Szét kérését (az olajra), s a fa csúcsán lévő gyermekre mutatva közölte vele, hogy Ádám bűnére csak a Megváltó hoz majd fel-

oldozást. Ezen ígéret zálogául viszont adott Szétnek 3 almamagot a tudás fájáról. Amikor Ádám meghalt, Szét a magokat a halott nyelve alá helyezte, s úgy temette el. Szinte így tud örökérvényűvé válni a paradicsomi történet, Jézus megváltói vértanúsága és ennek ünnepei, ikonográfiája; az alma szimbólum és attribútum lett (BIEDERMANN 1996).

A karácsonyfa-állítás szokása Németországból indult ki, elterjesztése a német lutheránusok érdeme, akik – talán az idegen eredetű katolikus szokásokkal való szakításuk jeleként – adtak keresztény értelmet a fenyővel kapcsolatos német néphagyományban még eleven pogány hiedelmeknek is. Egyesek szerint a karácsonyfa feltalálását Luthernak tulajdonítják. Tény, hogy az első róla szóló írásos forrás 1605-ből, egy strassbourgi polgártól származik: *„Karácsonykor fenyőfákat állítanak fogadószobáikban... és színes papírosból kivágott rózsát, almát, ostyát, aranyozott cukorkát, édességet és hasonlókat aggatnak rájuk."* Ábrázolása viszont csak a XVI. század közepéről ismert (BÁLINT 1973).

A középkor végén, karácsony előtt, Ádám és Éva napján dramatikus paradicsom-játék keretében előadták a bűnbeesés történetét – többnyire templomokban. Számtalan legenda, és adat ismert róla, a néprajzkutatók a példák sorát gyűjtötték össze (pl. RÓHEIM 1916, BÁLINT 1973). Mivel azonban karácsonyra az almafa már lehullatta lombját, örökzöld fácskát állítottak helyére, és erre aggatták a „tudás almáit", mint az előadások fő motívumát.

A szokás pogány gyökereire utal egy kelta hiedelem, mely szerint az erdei szellemek telente az örökzöld fák lombjába rejtőznek, s ott várták ki, amíg a lombhullató fák tavasszal vissza nem nyerik zöld ruhájukat. Akárhogy is kezdődött, a december 24-i paradicsomjáték díszletfája a karácsonyfa elődje volt, a tudás fája pedig, mely viszont Krisztus keresztjévé lett, a karácsonyfa jelentéskörének részévé vált. Megemlíthető, hogy a Kárpát-medencében a termőág kultusza volt előtte (BÁLINT 1973). Az „almatermő" fenyőfa tulajdonképpen Mária-jelkép is, s egyben Jessze „fája". E gondolatok jegyében adták elő a régebbi liturgia szerint a karácsonyi éjféli misén Jézus nemzetségfáját, amit a gyöngyöspatai templom oltárképe szintén felidéz.

* — — —

Természetesen, ahol az alma ismert volt vagy lehetett, különféle mitikus történetek, legendák központi motívumává vált. Az (bibliai) életfa és az (antik) aranyalma sorskijelölő szerepet játszott a Földközi-tenger medencéjében, ezért található meg az életfa motívum és az aranyalma-történet szinte minden nép hagyományvilágában. A másik hasonlóság, a szedésre, evésre vonatkozó tilalom az aranyalmára is. Héraklész 11. feladata olyan nehéz volt, hogy csak csellel tudta teljesíteni: becsapta Atlaszt, sőt az aranyalmák letépése után még az égboltot is újra a vállára vette. Majd a legvégén Héraklész megöli a sárkányt (KARDOS 1967). Az *Árgirus-széphistória* lényegében termékenységi varázslat. Három változata van, egyben azonban hasonlítanak: valamennyi engesztelő emberáldozat volt. *Árgirus* épp aranyalmafa alatt alél el, mely számára az Alvilág kapuját jelenti (KARDOS 1967).

Az alma Eurázsia mérsékelt égövi területein élő gyümölcsfaj, túl a szakrális vonatkozásokon, szerelmi és termékenységi szimbólum. Mivel a gyümölcse majdnem gömb alakú, a teljességet jelképezi a legtöbb nép felfogásában. A tudás szimbóluma is újabb értelemben, mivel a belsejében lévő magház ötágú csillagot, pentagrammát képez, amely a tudás klasszikus jelképe. A magház így a testbe zárt szellem szimbóluma is, a beavatási szertartásokon a megismerés gyümölcse. A görög-római mitológiában a Földanya (Gaia, Ceres) almával ajándékozta meg Hérát (Junó), aki féltékenykedő természetéről volt híres. A nevezetes kertet az Atlasz hegységen túl, a Heszperidák őrizték. A germán Idun mítoszban argandi kert aranyalmái is nagy veszélynek voltak kitéve, Héraklészhoz hasonlóan – Loki megszerzi az aranyalmát Iduntól.

A Heszperidák almája éjjel felragyog Nyugaton; az aranyalma valójában, az Éj csillaga volt. A babiloni életfa felett viszont a Nap ragyog, tehát a napjárást szőtték bele mítoszaikba,

de a csillagos ég ugyancsak része lett a kozmikus mítosznak. Aphrodité csillagának egyik görög neve Heszperosz, „Estcsillag", és a heszperiszek, az istennő képviselői gondozták Héra aranyalmafáit is (JANKOVICS 1991).

8. ábra. Párisz ítélete (Jelképtár 1990, 23.o.)

Az alma Aphroditéhoz (Vénusz) is szorosan kapcsolódik, hasonlóképp a féltékenykedő Hérához (Juno). A Heszperiszek kertjéből (lényegében Héráé volt) származó aranyalmát (amit sárkányok őriztek) Erisz, a viszály istennője gurította be a versengő istenek lakomájára. Párisz Aphroditének, mint a legszebb istennőnek ítélte oda a díjat, ami a trójai háború kitöréséhez vezetett (8. ábra). Igaz, a klasszikus irodalom pedig a vitatott szépségverseny nélkül az *Iliász*-szal, az *Odüsszeiá*-val és az *Aeneisz*-szel lenne szegényebb... A szépség istennőjének Paphoszon és Thanasszoszban almafaligetet szenteltek. E szent ligetekben buja ünnepségeket tartottak, amiről az egyik apokrif bibliai irat (pl. *Pszeudo-Barnabás-levél*) is megemlékezett.

Az alma szerelmi történetekben szintén fontos szerepet játszik, pl. Hippomenész és Atalanta (Ovid. Átvált. X. 644–680), valamint Akhonthiosz és Küdippé mítoszában (Ovid. Hősök XX–XXI.) (OVIDIUS 1964). Az almaág Artemisz ünnepének egyik dísze is, Nemezisznek (Fortuna) attribútuma (PÁL–ÚJVÁRI 1997), aki almafaágat tart a kezében, ami útlevél volt az elíziumi mezőkre. Eredetileg az olimpiai játékokon, Olimpiában a győztesek almaágat kaptak, s csak a 7. olimpián, Kr. e. 748-tól tértek át a vadolajággal való díjazásra.

GRAVES (1970) egyik munkájában kimutatta, hogy az alma egy hősz (pl. Héraklész, Párisz és mások) kezében azt jelenti, hogy őt választotta az istennő szerelemre, halálra; vagyis ambivalens a jelentése. A hüperboreászoknál az alma betűjele a Q, egyben a kilencedik hónap első napjának az ünnepe. A görögök szerint az almafa művelője Dionüszosz, aki egyben a bor feltalálója és istensége, bár ebben Aphrodité volt segítségére. Az alma az élet, a szerelem és a termékenység jelképe is a görög-római világban s a kelta mitológiában. Régen szerelmi vallomással ért fel, akinek almát dobtak. Az új pároknak pedig Szolón törvénye szerint egy almát kellett elfogyasztaniuk, hogy utódaik születhessenek.

HOMÉROSZ (Kr. e. 9–8. sz.) sem feledkezik el az almáról. Odüsszeusz nevezetes birkózásában az ellenfele Philoméleidész („kedves az almanimfáknak") volt. A görögöknél az almafának külön nimfái voltak, ők a Méliák. Az Odüsszeia XXIV. énekében (340–344 sk.) Odüsszeusz apja, Láertész a kertjükben növő tíz almafa felismerése után hiszi el a fiának, hogy akit már régen halottnak hittek Ithakán, tényleg él és itt van (HOMÉROSZ 1974).

9. ábra. Tell Vilmos és az alma... (német falikárpit)

A kínai szimbolikában azonban az alma a béke és a betegség szónak (*ping*) azonos hangalakja miatt szómágikus tabunak számított, meghatározó jelentőségű volt; ezért betegnek nem volt szabad almát ajándékozni. Az almavirág viszont a női szépség szimbóluma (ez a kettősség nem ritkaság a különböző népeknél, így a szilvavirág is ellentétes jelentést hordoz a terméssel...) – Az ógermán mesékben is találkozhatunk az almá-

10. ábra. Az Országalma (Magyar Koronázási ékszer)

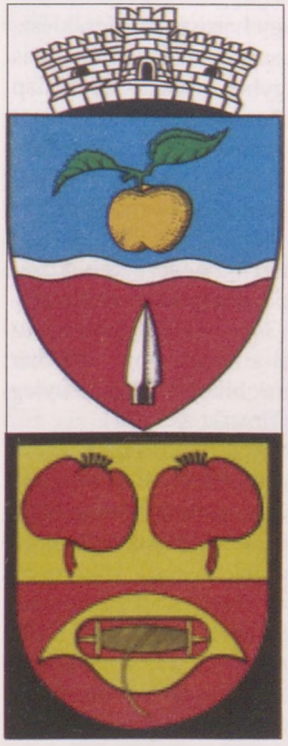
val, így a kelta Maeldum történetében csodaalmafa szerepel, melynek letört ágán három csodálatos ízű alma fejlődött, s aki egyszer evett belőlük, 40 napos éhezést is elviselt.

Érdekes a hasonlóság Nidud király története s Egill nevű íjász és a svájci mondai hős, Tell Vilmos között: mindkét esetben a kisfiúk túlélik a próbatételt, a nyílvessző csak az almát fúrja át, s a gyermekek sértetlenek maradnak (SCHILLER: Tell Vilmos) (9. ábra).

A történet szerint ugyanis Altdorf főterére kifüggesztették – az akkor épp a svájciak felett zsarnokoskodó – Gessler kalapját, ami előtt meg kellett hajolnia az arra járóknak. Ezt Tell megtagadta, s a zsarnok mérgében arra kötelezte, hogy 100 lépésről lőjjön le egy almát saját fia fejéről. A vadász célba talált, az alma a nyíltól átfúródva hullt a porba. Másnap egy másik nyílvesszővel a zsarnok életét oltotta ki, ekkor kezdődött el a svájciak függetlenségi háborúja.

Az alma, csaknem tökéletes gömb alakjának köszönhetően, kozmikus szimbólummá vált; ezért tartanak a királyok, császárok egyik kezükben jogart, a másikban a világi hatalmat jelképező országalmát. A magyar koronázási ékszereknek is becses része az országalma – természetesen a koronával és a jogarral együtt (10. ábra).

Egy antik érmén három gömb ábrázolja az Augustus császár (Kr. e. 27 – Kr. u. 14) által ismert földrészeket: Ázsiát, Afrikát és Európát. Az országalmákon egykor a győzelem istennőjének (görög Niké vagy Victoria) alakja állt. Helyére a kereszténység korában kereszt került, ezért lett a Föld csillagászati szimbóluma egy kör, rajta egy kereszttel. Az alma azonban lehet országszimbólum is, az almavirág Tasmániát, az USA-ban Arkansas és Michigan szövetségi államot, valamint New York városát az alma gyümölcse jelképezi.



11a és b. ábra. Rommelsbach címere és Bátos címere

Az alma a címerképek közé tartozó heraldikai jelkép. Stilizáltan ábrázolják, különféle heraldikai színekben, általában egy-két levéllel a száron (11a. és b. ábra). Előfordul a stilizált almafa is (pl. a Károlyi család genealógiájában), túlméretezett gyümölcsökkel a koronában, hogy jól kivehető legyen, hogy almafáról van szó – egy vagy több gyümölcsről. A régi magyar címerleírásokban az országalmát néha keresztes aranyalmaként írták le, pl. a mellétei Pongó család esetében. A Pétery család címerében az unikornis jobb lábával keresztes aranyalmát tart.

Régi kirgiz szokás, ha egy asszony meddő, egy magányos almafa alatt kellett meghempergőznie. A zsidó néphit szerint a meddő asszonyokat almafa nedvével kevert vízben mosdották meg. Almával meghajigálni a leányokat (amerikai népszokás), vagy almát vetni a Szent Iván-i tűzbe, az elhunyt gyermekek lelkeinek táplálása (csak magyar szokás!) szintén egyben termékenységet javító varázslat is volt. Ha az új asszony (magyar) a nászéjszakáján almát dugott a melléhez – leányra, ha pedig körtét – fiúgyermekre vágyott. A vőfély is almát tűzött sokhelyütt a botja végére, s esküvő után az ifjú pár kettévágta és megette azt, bíztak az együtt maradásukban.

Dalainkban a rózsa után a legtöbbet használt szerelemjelkép az alma, az almafa: *„Házam előtt egy almafa, nem látszik, / Minden éjjel tizenhármat virágzik; / Terem rajta piros alma,*

telelő, / Az én rózsám a faluba legelső." Van célzás a rózsám szerelmi viselkedésére is. Szép leánynál az sem baj, ha már lányságát vesztette: *„Piros alma leesett a sárba, / Ki fölveszi, nem lesz az hiába!"* vagy *„Én ültettem az almafát, / Más szedi le az almáját..."* Vikár Béla gyűjtése) (LÜKŐ 2003).

*

A népmesék fája sokszor az almafa vagy az aranyalmafa. Hófehérke tetszhalálához vezetett viszont a mérgezett alma elfogyasztása, de a történet jóra fordult... Vagy az egyik szegedi mesében, amelyben a meddő királyné egy almát szerez, annak felét azzal a céllal eszi meg, hogy ettől terhes legyen, a másik felét pedig elülteti. Az alma azonban égig érő, s ifjító hatású fa lesz. Az egykori pogány szüreti ünnepekből általában keresztény ünnepek lettek. Írországban még ma is szokás az almamise. Egykor jósoltak az alma gyümölcsével: a férjhez menendő lány Luca napján kiválasztott egy szép, egészséges almát, karácsonyig minden nap harapott belőle, majd az utolsó falattal a szájában az utcára ment, és aki szembejött vele, ő lett a férje.

A néphiedelmek egy része tovább élt a keresztény liturgiában: a Balázs napján szentelt almát gyógyításra használták torokbetegségek ellen. Almával rontást is lehetett okozni. A felvidéki németek (cipszerek) a XIX. sz. fordulóján aszalt, majd megfőzött és szeletelt almát kötöttek (főleg) a gyermekek torkára. Sok helyen az állatoknak is adtak belőle. Az ún. balázsalma a magyar nyelvterület északi részén, Matyóföldön s a Nyugati palócok körében, a Bükk, a csermosnyavölgyi római katolikus falvakban élő szokásnak számított. Német nyelvterületen a Kristóf-napi alma hagyománya (szenteléssel) a középkorban gyökerezik, valószínűleg a jakabalma szentelménye is.

Bizánci és görög katolikus liturgiát követő hívek körében ismert volt a János-napi alma, amely bizonyosan a Balkánról ered. A görög katolikusok a nyári almák érése idején végezték az almaszentelést (Urunk színeváltozása). Keresztelő Szt. János születésnapján Hajdúdorogon, a templom előtt almát szórtak szét, amit gyerekek szedtek össze, és az betegségóvó szerepet játszott. A szentiváni tűzgyújtás után a tűzben sült almát torokfájás ellen, sőt halotti áldozatként fogyasztották. A Miklós-napi ételszentelés – igaz már télre esik –, de addig is legalább szép almákkal megrakott alma terményoltárt állítottak fel. Így az alma része volt az őszi terményoltár terményeinek is. Baranyában meg a századelőn gyűjtötték az angyalok almáját (BÁLINT 1977).

Az almának nagy szerepe volt a magyar nép hétköznapjaiban is. Házasságkötéskor az eljegyzés almával történt, lakodalmi dísz, szerelmi ajándék stb. lett. A téli ünnepekhez ugyancsak köthető – lévén a tárolt alma fogyasztható állapotban van; Borbála (dec. 4.), Luca (dec. 13.), Karácsony (dec. 25-26.), Szilveszter (dec. 31.) és Újév (jan. 1.) napja alkalmából szerelmi jóslásokban szerepelt. Világosabb a termékenységi varázslásban az alma szerepe karácsonyi, újévi, vízkereszti étkezéskor az asztaltól a vályúba tett alma, vagy pünkösdkor a lányok mosdóvizébe rakott gyümölcs szokása alapján. Hasonló hiedelem kapcsolódott a gyermek fürdővizébe tett almához (egészség óhaja), vagy az újszülött vizitelésekor (jó egészség kívánsága), mint lakodalomban a menyasszony ölébe helyezett alma (gyermekáldás kívánsága) (BÁLINT 1977).

Az alma kultúrtörténetéből ismert még néhány figyelemre méltó adat. Luthernek (1483–1546), aki a bűnbeesés történetének is teológiai elemzője, egyik mondását: *„Ha tudnám is, hogy holnap elpusztul a világ, még akkor is ültetnék egy almafát."* SIMONYI (1986) idézi egy XVIII. századi visszaemlékezésből. *„A kertbe mentünk, és teát ittunk egy almafa árnyékában. Ha az anyag vonzza az anyagot...tehát alma vonzza a Földet éppúgy, ahogy a Föld vonzza az almát."* – így írtak Newtonról (1643–1727), amikor a gravitációt felismerte (12. ábra). Goethe (1749–1832) életének egyik legendája, hogy a túlérett, romlásnak indult alma növelte az ihletét, alkotói készségét (GOETHE: Faust c. drámával).

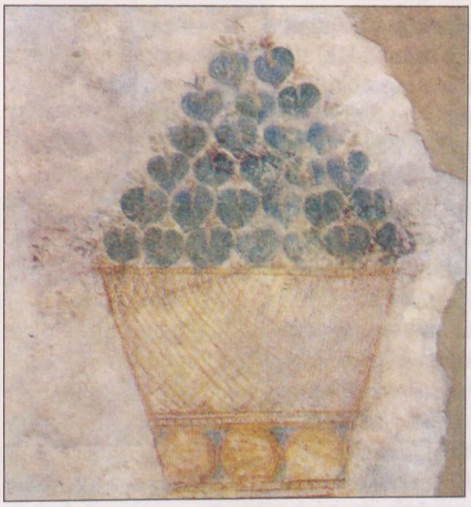
12. ábra. Newton almafája

I. Erzsébet (1558–1603), angol királynő udvarában – úgy hírlett – pazarló módon használták az illat- és kozmetikai szereket. Ugyanakkor, illatszereket próbáltak használni a városok iszonyú bűze ellen is, a szennyvízcsatornák és szemetesvödrök szaga ellen. Az emberek, a testszaguk ellen illatos kenőcsből gyúrt kis golyót hordtak maguknál egy gömbölyű edénykében, a nyakukban. Ez volt a *pomader,* ami a *pomme* (alma) szóból származik. Stuart Mária (†1587) ilyen pomaderrel a nyakában ment a vesztőhelyre. A rothadó alma szaga igen kedvelt volt Angliában is; a rothadó almát zsírral, fahéjjal és szegfűborssal keverték, ez volt a *pomádé.* RÁNKY György 1953-ban mutatta be a *Pomádé király új ruhája* c. vígoperát.

Az almafa virágzása vagy gyümölccsel berakódott fája lenyűgözte a régieket. Bolyai Farkas (1775–1856) sírjára almafát ültettek, és egykor Bessenyei György (1747–1811) is almafa alatt pihent, Petőfi és Arany pedig sokat beszélgetett egy almafa alatt. A népdalainkban se szeri, se száma az alma említésének: nyilvánvalóan azért, mert sikeresen termeszthető volt a Kárpát-medencében és így a gyümölcse alkalmas volt szimbólumnak is.

3. TERMESZTÉSTÖRTÉNETI VONATKOZÁSOK

Az alma olyan ősrégi kultúrnövényünk, amelynek termesztéstörténete a régészeti leletmellékletek „konkrétumain túl" szinte csak mitológiai forrásokra támaszkodhat. Az anatóliai tájakon, a szélvédett völgyekben a hettiták, akik hegemóniára kerültek a II. évezredben, már úgy tűnik, hogy az alma gyümölcsét nagyra becsülték, és az egyik forrás szerint egy birtokon 40 almafát jegyeztek fel (MORGAN–RICHARDS 2002). A hettitáknál a gyümölcsöskertek és szőlőültetvények megsemmisítéséért a Törvénykódex szerint súlyos büntetés járt: *„Ha valaki tűzre veti a bokrokat, vagy felégeti a szőlőültetvényt, az almafákat, gránátalmákat és körtefákat, a tettes az egy fáért 6 ezüstöt és az ültetvény újratelepítését köteles elvégezni. Ha ezt rabszolga teszi, akkor az csak 3 ezüst."* A homéroszi eposzokban (Iliász és Odüsszeia) – vagyis a Kr. e. VIII. sz. körül – az almára vonatkozó információk is olvashatók az eposzokban. *„... és a sudár fa előtte ledőlt tömegestül a földre, / mind gyökerestül, s mind odalettek az almavirágok"* (Il. IX. 541–542), vagy az Odüsszeia 4 holdas gyümölcsös kertet említ, ahol a terebélyes fákon *„érik az alma az almán..."* (Od. VII. 112 skk.), és a szél e nagy fákat lengeti is (Od. XI. 588–589 HOMÉROSZ). HÉSZIODOSZ (1974)



13. ábra. Almáskosár (Aquincum, III. sz.) (APICIUS 1996)

műveiben ugyancsak találkozhatunk az almával. HÉRODOTOSZ (2000) pedig arról számolt be, hogy a perzsa II. Artaxerxész királynak (Kr. e. 404–364) egy *Negrisztész* nevű görög zsoldos egy óriási almát vitt ajándékba, ezért a király fejedelmi ranggal jutalmazta.

Sajátos az alma szerepe az ókori Perzsiában. Az étkező asztalaik a legcsodálatosabb örömök javaival telve voltak a királyi udvarban. XENOPHÓN (1965 és 1968) arról tudósított, felhívás nyomán – *„menjenek az egész országból olyan személyek, kik kidolgoznának olyan ételeket, amelyeket a király is szeretne fogyasztani."* Sok olyan étel volt, amelyhez friss vagy szárított gyümölcsöt használtak, de a lakoma végén, egy csodálatos tálon a legfinomabb friss gyümölcsöket, almákat kínáltak (APICIUS 1996) (13. ábra).

THEOPHRASZTOSZ (1529) vadon termő és kétféle termesztett '*mēlá*'-t említ, őt tartják a pomológia első tudósának. DIOSZKORIDÉSZ (in: RUELLIUS 1536) pedig már háromféle almáról tud, úgymint vadalma, mézalma és epiroszi alma, utóbbi azonban lehetséges, hogy nem *Malus* (pl. örmény alma, azaz sárgabarack). CATO a Kr. e. II. században írt *De re rustica* c. művében (1966), már hét almafajtáról tett említést, de viszonylag kis figyelmet szentelt az alma termesztésének. A szaporítását (LX. 51 és CXVII. ch) és ültetését (IX. 8, 7), más gyümölcsfajokkal együtt, írta le.

VARRO (1971) pedig örökzöld almafajta létezéséről tudósított, és ezt az adatot később PLINIUS (1973) is átvette, bár ebben az esetben biztosan nem lehetett almáról szó. Ugyancsak ő azt is közölte, hogy Consentia környékén létezik olyan alma, amely évente kétszer terem (I. könyv 7, 41); szabályként említi másutt VARRO (1971), hogy oltáskor mindig a jobb, értékesebb fajta szolgáltassa az oltóágat (I. könyv 40, 50). A hullott gyümölcs hasznosítása, nevezetesen annak felhasználása állati takarmánynak, már az ókorban vette kezdetét; ma csak falusi környezetben megmaradt szokás (vö. II. könyv 1, 35-36) (14. ábra). VERGILIUS (1973) többször említi az almát, amelyet oltanak (Georgica II. 34-35), fára futtatják (Georgica II. 70), Alcinos kertjében nagy a fajtadiverzitás (Georgica II. 87), az almák pirosak, édesek, illatosak – főleg a régi nyári almáinkra emlékeztet (VERGILIUS: A fogadósné 19.). Mivel az almagyümölcsöt sokra értékelték, a következő szólás átoknak minősült: *„éretlen hulljon le az ágról a csüngő alma..."* (VERGILIUS: Átkok).

14. ábra. Almaszedés (római mozaik, III. sz.) (ROACH 1985, 80.)

PLINIUS (1973) igen részletesen foglalkozik az almával, könyvében több helyen, összesen 41 fajta nevét sorolta fel. Ezek közül a görög 'Epiruszi', a 'Vörös Szünan', és számos más fajta Itáliában is meghonosodott. A szezon elején a legkorábbi érésűeket szinte egyenesen a fáról fogyasztották; majd következett a „Méz alma", – és ahogy a neve is sugallja – a „Lisztes alma", melynek a húsa kásás. Azután érik az Apró görög almafajta, és az Armeria almafajta Umbriában. Más, későn érő fajták PLINIUS-nál, mint az „Appiai piros", amely birs illatú és a „Scaudiai", a patricius családok kedvencei voltak. Ehhez társul a „Petisiai kicsi", amelyet PLINIUS (1973) igen kellemes ízűnek minősített.

PLUTARKHOSZ (2005) görög történetíró az alma népszerűségének okát, fogyasztási kultúráját világította meg. Felhívta a figyelmet arra, hogy az alma különleges helyet foglal el a görögök (ugyanígy a rómaiaknál) mindennapjaiban, érzelmeiben. „Nincs más gyümölcs, jutott eszébe egy vendégnek egy lakomán, mint az alma, amely egyesíti a finom minőségű gyümölcs minden értékét. Az egy dolog, hogy annyira tiszta lesz a bőre tőle annak, aki megérinti, feleslegessé téve, hogy a kezeit festéssel s parfümökkel lássa el. Íze édes, és rendkívül

élvezetes mind a szagát, mind a látványát élvezni. Így az összes érzékszervünket egyszerre bűvöli el, megérdemli, hogy a dicséretet megkapja."

COLUMELLA (ford. HOFFMANN 2005) művében írt a fák oltásáról (V. könyv XI.12). Azt közölte, hogy a régiek már ismerték, és alkalmazták a hasíték és a héj alá oltást, tavasszal és a nyár elején végezték. Nagyon részletesen pontosan leírta az oltás minden mozzanatát. Közöttük szerepelt a szemzés is, amelyet az ősz elején javasolt elvégezni. COLUMELLA (2005) olyan almatartósítási módot is leír, ami a kandírozáshoz hasonlítható, de tudott az alma napon való aszalásáról (XII. könyv XIV. 1) és néhány fajta ('Gömbölyű', 'Cestiana', 'Mézes alma', 'Matiana') magvetéssel történő szaporításáról (XII. könyv XLVII, 5). PALLADIUS (1876) elődeinél lényegesen többet foglalkozott az almafajtákkal, 56 félét különböztetett meg, bár ezek mindegyike nem tekinthető a *Malus* genusbeli fajok fajtáinak. Szintén ő, akárcsak CATO (1966) is, nagy figyelmet szentelt az almabor készítésének is.

A híres korinthoszi piacon az ókorban a föníciai datolya, a siracusai gabona és az euboiai alma volt a legkelendőbb áru. Rómában a szír datolya, az egyiptomi szilva (talán jujuba volt), a pompeji körte, a tarentumi és venafrumi olajbogyó és a tiburiai alma volt nagyon keresett (SURÁNYI 1985). A görög-római szerzők műveit tartalmában azért mutattuk be, mert a pannóniai római örökség, sőt több fajta és termesztési módszer továbbéléséből érthető meg a magyar almatermesztés kezdete is.

SUETONIUS (1975) érdekes megfigyelést ismertetett az aszalt almáról, a *Császárok élete* történetében. A krónikás azt írta, hogy Augustus császár absztinens volt: hideg vízzel, uborkával meg savanyú almával oltotta szomjúságát. Az almát a rómaiak igen kedvelték, szinte gyógyszernek tartották, mindez tükröződött az étkezési szokásaikban. A kiemelkedő fontosságát náluk az „*Ab ovo usque ad mala*" (Tojástól az almáig, azaz az Elejétől a végéig) közmondás is jelzi: Az almatermesztést és almafogyasztást így érthetően hamar népszerűvé is tették az európai (Britannia, Gallia, Ibéria, Germánia, Pannónia, Dacia) és az olyan ázsiai római provinciákban is, ahol az almafajok nem voltak honosak. A rómaiak szerint, a savanyú alma ájulás (vélhetően keringési panaszokra) és székrekedés (emésztési problémákra) ellen ajánlott.

IUVENALIS (1964) meghívott vendégeit a vacsoránál e gyümölcs fogyasztására invitálja, és egyben igyekezett megnyugtatni a kétkedőket, a saját maga termelte minőségi almával. A XI. szatírában azt írja: „*Nem kell aggódni, mert az almák a télben érnek meg, az ősz folyamán a hidegben már kiszáradnak, s megmarad az ízük.*" APICIUS Szakácskönyve (1996) is több, az almával készült ételt írt le, amelyet szívesen fogyasztottak az egész Római Birodalom területén, így Pannóniában is. Arról ugyan csak néhol olvashatunk, hogy az alma afrodiziákum volt, mégis a görög földrajztudós, STRABÓN (1977) tájékoztat arról bennünket, hogy egy perzsa lánynak a nászéjszakán nem szabad semmit enni, csak almát és tevevelőt, és akkor válik igazi afrodiziákummá, ha 9 almamaggal keverik meg a főzetet. Vagy másik történet szerint egy kis, borotvált fejű embert, aki erőszakos halált halt…7 árpaszemmel, esetenként 7 alma magjával temették a sírba… Az özvegye pedig helyi szokás szerint egy csésze borba kevert spermát mixelt, és azt itta meg (*Geographika* Médiával foglalkozó részében) (STRABÓN 1977).

*

A bibliai Éden története – mind a zsidó-keresztény, mind a mohamedán hagyományokban – már önmagában is elégséges alap lehetne az alma kedveltségének igazolására. Itt azonban többről van szó. A korai keresztény szerzetesi hagyományok az ún. sivatagi atyákig nyúlnak vissza, mégpedig Egyiptomig és Núbiáig (Kr. u. 250–500 között). Ők tettek először fogadalmat életformájukra is, de nem a közösségük színe előtt, hanem magányosan. A vallásos élet sajátos formája alakult ki Keleten, ahol Nagy Vazul (330–379) állította össze az első szerzetesi regulát, Nyugaton pedig Nursiai Benedek (480–543) (PUSKELY 1995–1996). Eszerint

megvalósították a gyakorlati és ideológiai elkötelezettségük szellemében, hogy támogassák a vallási közösségeket. A kolostorok váltak hatékony őreivé annak az eszmének, amelyek az emberi test kulturális és szellemi képességeit, a hozzá tartozó tárgyakat megőrizték. Kezdettől fogva, a szerzetesrendek jelentős részt vállaltak e szemléletmód fejlesztésében. Egyiptomi Antal (251–356), a sivatagi atyák közösségének egyik alapítója, egyben a kertészetnek is védőszentje lett. Hasonló titulust kapott Fókasz nevű remete, a Fekete-tenger menti Szinopéban. Théba közelében az egyik monostor falai között egy másik alapító atyja, Izidor apát, művelt egy „jól öntözött kertet, és benne mindenféle gyümölcsfával, mint a Paradicsomban, ami bőségesen szolgáltatott minden terményt az ott élő szerzeteseknek." (Szántó 1983, Morgan–Richards 2002)

Az alma népszerűségét tragikus események is igazolják. Bizáncban, *Eudoxia* bizánci császárnőnek 444-ben csak bajt okozott a szép alma, amit ugyan a férjétől, *Theodosziusz* császártól kapott, de udvari tisztjének és szerelmének tovább adta: ugyanis *Paulinus*t ajándékozta meg vele. *Eudoxia* a lelepleződéstől rettegve, elhallgatta az igazat, hogy hová lett a becses alma. A dühös császár megfejtette a titkot, száműzetésbe küldte a feleségét, a csábítónak pedig fejét vették (Surányi 1985).

Az európai almatermesztésből a továbbiakban csak azokat a tényeket emeljük ki, amelyek a Kárpát-medencére is vonatkozhatnak. A mag- és termésleletek száma és földrajzi elhelyezkedése nem teszi alkalmassá arra azokat, hogy ebből próbáljuk rekonstruálni a 2000–2500 évvel ezelőtti almatermesztést. Ugyan egyes vadfajok endemikus jelenléte s az előbbi leletanyag cáfolhatatlan bizonyítékoknak tekinthetők, de nem elegendők. A kelták, majd a pannóniai tartományok népei a Dunántúlon, és a kortárs barbár népcsoportok egyaránt ismerték, és fogyasztották (Dunán innen) az almát. Főként a kelták, majd a frankok szerepe emelendő ki a Dunántúlon.

Indokolt egy fontos jegyzéket említeni, amit Nagy Károly udvara bocsátott ki – ez a *Capitulare de villis*. A 795-ben keltezett anyagban olvasható: „*...pomari diversii generis*" (különféle gyümölcsösök, ti. a településekben). A jegyzék olyan fajtákat említ – többek között, mint a Crevedeller, Geroldinger, Gosmaringer (rozmaring?) és Sperauke. Telepítésre ajánlott fajták között tehát édes és savanyú, téli és nyári almák egyaránt voltak, amelyeket frissen, vagy aszalva fogyasztottak (Rapaics 1940b). *Nagy Károly*t aranyalmával a kezében is ábrázolják, majd később I. *Balduin*, 1100 körül már koronázási jelvényként használja az almát. Ez az ország földjét jelképezi, és nálunk is meghonosodott, koronázási kellék lett (Surányi 1985).

Mint előbb a rómaiak, a korai nyugati keresztény közösségek és gyógyító emberek, így pl. Hildegard rupertsbergi bencés rendi apátnő – aki a kora középkor egyik legjelentősebb természettudósa – az alma rendszeres fogyasztását javasolta mind a betegek, mind az egészségesek számára. A gyomorproblémák esetén párolt almával kezelte a betegeket. A középkorban már az alma fogyasztása mindenki számára megoldható volt, a gyümölcse ugyanis nemcsak a gazdagok számára volt elérhető (Puskely 1995–1996). Vagyis hozzáférhető gyógymódot jelentett számos betegségre is a szegényebb néprétegek körében. Furcsaságok azért voltak szép számmal. A vasszegekkel átszúrt alma, amit a vérszegény, sápadt betegekkel etettek, mint hiedelem, még a XIX. században is megvolt.

Nagy-Britanniában is igen fontos gyümölcs volt az alma. Ezt jelzi, egy almára épülő mondás, ami szintén a gyógynövények közé emelte ezt a gyümölcsöt. „Napi egy alma a doktort távol tartja." Az antik, a pogány és keresztény életszemlélet furcsa keveréke befolyásolta a kora középkori Európát, így hazánkat is. Pomona tisztelete beépült a helyi kelta hagyományokba, sajátos ötvözetet hozva létre, a mára is jellemző angolszász Halloween-ünnepeken.

Nálunk azonban, a templomok köré telepített temetőkben másféle, az almával kapcsolatos kultusz alakult ki (Surányi 1992 és 2002). Az oklevéltárunk meggyőzően igazolja, hogy hazánkban az almatermesztés kezdetéről, a XI–XV. századból, már akadnak írásos emlékek. Az erdei vadalma gyakran szerepel határjárást ismertető okiratokban. 1217-ben kelt okmány

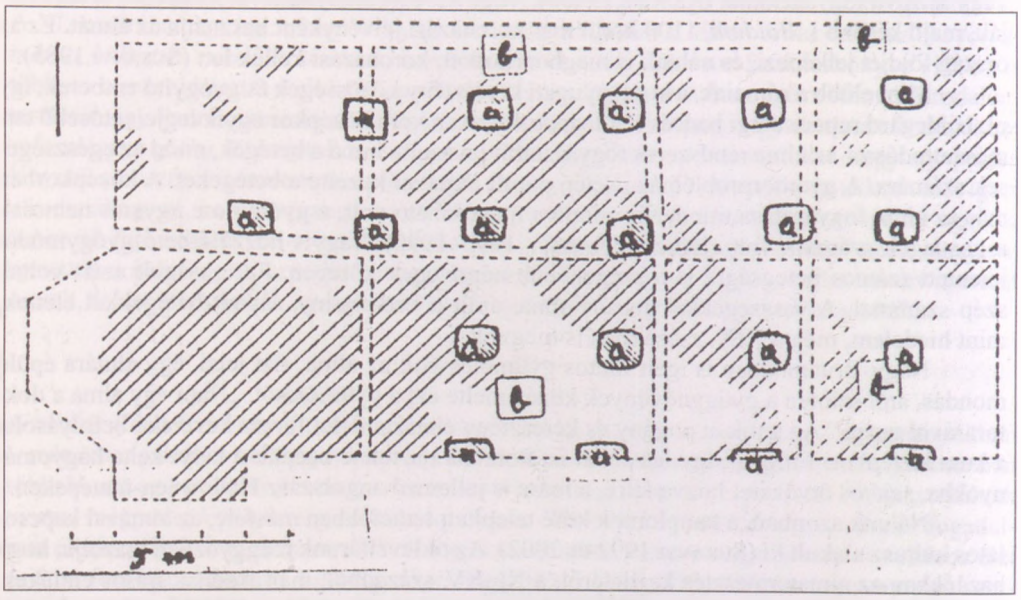
szerint az *arborem mali*, 1225-ben *inde currit ad almafa*, 1237-ben *agas almafa* a legelső írásos adat. A faültetések rendszertelenül, szinte alkalomszerűen történtek, de a fajtaválaszték még nagyon szegényes volt. Egy 1422-ben kelt oklevélben olvasható – RAPAICS (1940b) szerint – „arborem pomi, Piros almafa" megnevezés, ami ugyan nem fajtanév, de ismeretes, hogy akkoriban már a Fűz almát, a Veres almát és a Telelő almát termesztették... A Döbrentei-kódex a Pónyik alma értékeit dicsérte (ezt az előzőekben már említettük).

A fejlett hazai almatermesztésre egy régészeti feltárás irányította a figyelmet. A középkorban a gyümölcsöskert (pomerium) fáit vegyesen ültették, amit azonban bibliai alapon – a mózesi törvények tiltottak. Viszont Magyarországon más szabály érvényesült, mivel a gyümölcsöskert egyben temetkezési hely, temető is volt. Az itt termett gyümölcs fogyasztását a kora középkortól tiltották. A dunai Helemba-szigeten feltárt gyümölcsös Limoges-i Róbert (1226–1239) esztergomi érsek birtoka volt, a nyári lakkal együtt. Maga a sziget ún. zátony-sziget, a Garam hordaléka, amely 1500 m hosszú és 100–200 m széles. A gyümölcsösben az almafákat szabályos rendbe ültették, amely közé évekkel később őszibarackot is tettek. Méri István régészeti feltárásában elszenesedett tuskómaradványok kerültek elő (15. ábra) (KOVALOVSZKI 1993). TEMESVÁRI (1499) meditációs műve címlapjának az almáskertet/gyümölcsöskertet választotta (*Pomerium* címen).

A középkorban csak a kolostorok, a királyi és a földesúri kertek azok, ahol az alma „termesztve" előfordult, a jobbágyok ebből csak ritkán részesedtek, számukra inkább a gyűjtögetéssel beszerzett alma szolgálta a szükségletet a vadon termő és szórványban lévő fákról. Ezért is egyedülálló a helembai lelet, ami egy halászfalu népének almáskertje a dunai szigeten (KOVALOVSZKI 1993). Az Anjou-korban és valamivel később, az alma némiképp veszített népszerűségéből, bár a magyar díszítőművészet vagy a késő gót festmények alapján erre kevésbé lehet következtetni.

Az itáliai hatások megmutatkoztak a gyümölcsfajta használatban is, így a kapubélletek, szökőkutak és még inkább a korvinák egy némelyike szinte összefoglalta a kor, nálunk is meglévő almafajtáit (Hieronymus-kódex, cit: SURÁNYI 2002). (16. ábra)

Már a középkor végén a Balkánon keresztül több ízletes, a helyi vagy keleti eredetű fajtáknál értékesebb fajta került hozzánk (pl. Boszmán alma), de ezek általában „idény-jellegű"



15. ábra. Az almafa tuskók helye (a=alma, b=őszibarack) (KOVALOVSZKI 1993)

nyári, kora őszi és friss fogyasztásra való fajták voltak. Már a XVI. században tőlünk szállítottak téli almát Ausztriába, ugyanis a Kárpátok övezte termőtájakon a nyugat-európai (kelet-atlanti) almafajták nagy számban meghonosodtak. Az ország keleti részén és Erdélyben, de a Délvidéken is sokáig őrizték (részben ma is) a középkori fajtákat. A XIX. sz. derekáig a paraszti almatermesztésben kevés gondozást igénylő fajták voltak, elsősorban a folyók árterében (Duna alföldi szakasza, Felső-Tiszavidék) és hegyvidéki folyóvölgyek (Maros, Szamos, Nyárád völgye, de a Garam, Dráva stb. is) ligeteiben és erdeiben (Lippay 1667, Brózik–Regius 1957, Surányi 1985). Ősszel szekéren vagy tutajon szállították az almát „gyümölcs-szegény" vidékekre, pl. Dél-Erdélyből, vagy Kárpátaljáról az Alföldre (Gyógyi alma, Kenézi) (Kósa 1977, Surányi 1992 és 2002).

16. ábra. Lucas Cranach: A Szűz és a Gyermek almafa alatt

A török kiűzése után, de már a hódoltsági időszakban is (1526–/1686/–1718) – mind Európa, mind Magyarország politikai, gazdasági helyzete megváltozott. A nagy földrajzi felfedező utak tovább erősítették a változás mértékét. Lényegében egy gazdasági fellendülés következett be, ami hatással volt a gyümölcstermesztésre és a fajtahasználat gyakorlatára is. Az elvétve megmaradt öreg fákat, megunt vagy letermett ágaikat, sőt egyes fajtákat átoltottak újabbakkal, mivel akkor igen sok nyugat-európai fajta került hozzánk. Az ország nagy részét megszálló hatalom közigazgatásilag berendezkedve (Zolnay 1977, 1982, Szakály 1990), sem támogatásban, sem táplálkozási szokásaik révén nem segítették a savanykás ízű almák termesztését (Takáts 1915–1917, Blazovich – Schmidt 2001).

A XVI. században Európa szerte egyre több almafajtát termesztenek. Cordus (1561) már 33 fajtát sorol fel, és Bauhin (1650) csak Dél-Németországból 70 fajtát említ. Különösen megnőtt a fajták száma a XVIII–XIX. században, amikor az almák nemesítésével többfelé, egyre sikeresebben kezdtek foglalkozni (különösen Franciaországban, Németországban, Angliában). A változások a hazai szótárak, botanikai művek és gazdasági iratok alapján is igazolhatók. Szikszai–Fabriczius (1590) általános elnevezéssel, csak apró piros almáról írt, viszont Lippay (1667) már megkülönbözteti a nyári és téli piros almákat. Egy almát, amelyben talán a Simonffy piros fajtát sejthetjük Mándy (1972) szerint, a következőképpen jellemzi Lippay: „*Veres alma egy kevéssé hosszúkás, édes*", „*Tót pirosnak hínak egy almát néhunt a Felföldön, hosszúkás éppen, mintegy feketéllő veres, belül is veres vonyások vannak rajta, puha, édes ízű, de sokáig és újig is eltart*". Akkoriban ismertek voltak még a felső-tiszavidéki almák: a Kenézi piros, Daru és a Sóvári. Ezek ma is megtalálhatók.

A Fűz almát Lippay (1667) is említi a *Gyümölcsös kert*-ben, azonban már Métet alma, vagy Fontos alma a neve. Rapaics (1940a) szerint a métet szó annyit jelent, mint „metélt", azaz reszelhető a tésztába (ún. rétesalma). Bereczki 1877–1887 említi az *Orbai alma* nevet, a középkorban már gyakori helyi almát, melyet Orbay Mihály háromszéki kertjében fedeztek fel. A Fűz almát egyébként „Magotlan almának" is hívták, mivel a gyümölcs magot nem tartalmaz (partenokarp gyümölcsöt képez) Rapaics (1940b). Ugyanő könyvében „gyűjtött" egyéb almafajtákat, mint az Apró piros, Borízű, Eleve (Korai) érő (későbbi neve Szentiványi), Igen édes, János vajda, Kerekded, Leánycsöcsű, Magnélkül való, Mohos, Muskotály, Paris, Piros, Szamosközi, Telelő és Török György. Lippay a *Gyümölcsös kert*-ben (1667) pedig már 23 almafajtát sorolt fel. Nádányi (1669) a *Kerti dolgok leirása* dolgozatában számos ókori szerző munkáját dolgozta fel, ilyen a Mizald-fordítás, amely Kolozsvárott jelent meg.

Almafajtákról nem írt sem a szerző, sem a fordító, inkább az alma biológiai sajátságait, kártevőit, kórokozóit mutatta be, valamint a gyümölcsének táplálkozási és egészségügyi hasznát.

Mindössze 70 évvel a *Gyümölcsös kert* (Lippay 1667) megjelenése után 1730-as években feltűnően erős volt a német hatás a megmaradt Királyi Magyarország területén. Bél (1984) fajtaleírásaiból ez jól kitűnik. Korai érésű a János alma (Johannsapfel= Szentiváni), kicsi, sárga, édes és kellemes ízű. Rokona a Jakab alma (Jakobsapfel), ugyancsak kicsi, de nem olyan ízletes. A nyáriak közül kiváló a Kerek alma (Sommerapfel), fája hatalmas, gyümölcse közepes nagyságú, gömbölyded, húsa fehéres. Igen jó a Tűz alma (Brennapfel), nagy, fehér héjú, édes. Nagyobb a Nagy csíkos alma (Grosser Streimapfel), pirosan csíkozott, kisebb változata előbb érik finomabb, íze fölülmúlja a nagyobbat, amely savanyú, s néhány napos tárolással érlelik. Gyakran ültetik a Muskotály almát, amely augusztusban érik. Létezik Téli muskotály alma is, gyümölcse kicsi, édes, kellemes ízű. Borízű alma (Sommerweindling) fajtából van édes is, savanyú is, mindkettőnek a koronája sűrű, bőtermők. Dicsérik a birsalmához való hasonlóság miatt a Birs nevű almát (Quittenapfel)-t is, bár gyümölcse kicsi, de szép és ízletes. Ritkább a Tükör alma (Durchsichtiger), mivel termése fényes (selymes); fája nagy, levele molyhos, közepesen sűrű, a gyümölcs íze savanykás. Az Egér alma (Mausapfel) nem nő nagyra, jobbára piros, igen édes és kellemes ízű.

Téli almák közül igen ismert a Bosnyák alma (Basamaner), amelynek több változatát ültetik, savanyú, édes, piros, részben piros is lehet. Fája nagy, sűrűn elágazó, vesszei hosszú szártagúak, levélzete világos; nedves talajokra való. Hasonlóképp bőtermő a Borsdorfi, de különleges íze miatt a „gyengélkedőknek" ajánlható. Misnia község határából származik a *Messanské alma*, bár a csehek inkább Misznica almának nevezik. A Berlingernek (Berlini? – Bél Mátyás szerint) lehet piros, vagy fehéres héjú változata, mindkettő ládús, jóízű. Külsőre hasonlít a Bosnyák almára, de ízben elmarad mögötte a Citromalma (Lemoniapfel), melyet a pozsonyiak citromszíne alapján így nevezik. Ez is kétféle: nagyobb és kisebb, levelük a Bosnyák almára emlékeztet. Hasonló mondható el a Török almára (Weisstürkisch): nagyságra, termékenységre közel áll a Bosnyák almához, borízű és leves.

Viszont Borízű almát (Weindling) is ismer Bél Mátyás, nagyon termékeny, ágait szinte takarja a sok gyümölcs, olykor ágtörést okoz; van ugyanilyen nevű nyári fajta is. Pozsonyban még ismert a Durva (Grob-), illetőleg Sárga borízű alma (Gelbweindling), a harmadikat azonban származási helyéről Brünni borízűnek (Brünner Weindling) mondanak. A Török borízű (Türkisch Weindling) az igazi borízű (szemben a Török almával), nagyobb gyümölcsű, ugyancsak bőtermő. Hasonlóan termékeny, igen nagy, vörösre színeződő a Paradicsom alma. A magyarok Pogácsa almának, a pozsonyi németek Winter Streimapfel-nek hívják, mely Magyarországon igen bőtermő, bár a fagykár károsíthatja.

Termékeny a Fekete fenekű alma (Schwarz im Arsch), nagysága és termékenysége a Paradicsom almához hasonlít, de gyümölcse hengeres és inkább fanyar. Ugyancsak bőtermő és jóízű, de kisebb méretű, leves. „Kedvesebbnek mondott – Bél által – a Széles fenekű alma (Breitarsch), melyet helyesebb földön ülőnek mondani (ti. alig van kocsánya). Édes is, melyet a fűzfa nedvéről Füzes almának (Felberapfel németül) hívnak; héja és húsa kemény, de télen, amikor utóérik, jóízű. A Plinius (1973) által leírt ikeralma hasonlít hozzá, gyümölcseit csokrosan hozza. Ennél jobb azonban a Téli muskotályalma, ízében és külsejében is fölülmúlja az előbbit, de kocsánya hosszabb, gyümölcse aszimmetrikus, íze kétféle (fanyar és édes).

Nagyságra kiemelkedőnek számít a Fontos alma (Pfundapfel), mely kisebb azonban a dinnyénél, de van Dinnye alma (Blutzerapfel) is. Ismert a Tökalma, melyhez hasonló nagyságú az Üvegalma (Glasapfel), de íze eltér tőle. Az Asszony- (Winterfrauenapfel) és Szűzlány-alma bőven terem, míg az Üvegalma közepesen. A tejes levű a Tejalma (Milchapfel), gyümölcse tövisben végződik, mint a „*Venuculá*"-é (Auflager) – Bél így írja, de ez nála valamivel nagyobb és zöldebb. Közepes méretű és fehéres színű a Tafota alma (Taffetapfel),

mely színében a tiszta selyemre emlékeztet. Nagyobb méretű a Salzburgi és a Bordás alma (Ribapfel).

A Jezsuita csuklyás (Jesuitenapfel, ti. a kocsányon pálhalevelet nevelt) kemény húsú, és nagyon sokáig eltartható, de íze kevésbé jó, így inkább dísznek szolgál, mint kellemes éteknek. Nagysága alapján különleges a Berlinivel együtt említhető, de ízében inkább a Paradicsom almához hasonlító Császáralma (Kaiserapfel). Ritka fajta, amely virágzás nélkül ígér a fügéhez hasonló és attól nem is nagyon eltérő termést (valószínű, Bél partenokarpiát jelöl vele), mivel nincs magja, ezért Magtalannak (Ohnekern) is nevezik. „A sort még a Boralmával (Lederapfel), a Fekete, a Rabaudi, a Zasiaui, a Kérges almával és még száz mással is kiegészíthetjük. De ennyi is elég annak megmutatására, hogy maga a pozsonyi táj hányféle almát terem." – így írt Bél Mátyás (in: *Magyarország népének élete 1730 táján* – kiemeléssel).

Amikor az érsekség visszatelepült Esztergomba – Buda visszavétele után –, a pozsonyi kertet kezdték elhanyagolni (Rapaics 1940a, Holčik 1986). Mire a gyümölcs ismét az érdeklődés előterébe kerül, a behozott – és tegyük hozzá, általában a hazainál jobb – külföldi fajták visszaszorítják az ősrégi hungarikum fajtákat. Lübeck, Bogsch, Leibitzer és mások rendkívül sok munkában, cikkben propagálták az új és jó almafajtákat.

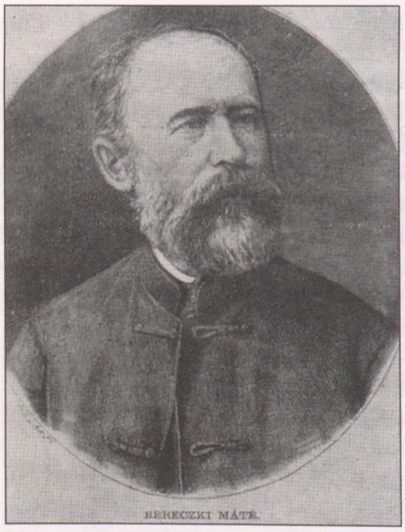
Lübeck 1804-ben hírt adott a magyar gyümölcstermesztés állapotáról; azt írja, hogy Sopronban két értékes almafajtát termesztenek, a Mandafit és a Szercsika almát. Még több fajtát említ Bogsch könyvecskéje (1793): Mosánszkai, Kormos, Varga, Zöld ranét, Pogács, Bársony, Sóvári, Boszmány alma. A kortársa, Leibitzer (1798) munkájában 26 almafajtát írt le. Részletesebben bemutatja a Nyári borízű almát, a Piros császáralmát, a Boszmán almát és a XIX. század legkedveltebb almáját, a Piros renetet és a Fontos almát is.

Az aktív honosítás Nyugatról elsősorban csak a dunántúli kerteket érintette. Ekkor kerül a köztudatba a „renet", „parmen", „kálvil", „pepin", „rambur" stb. elnevezés. Az ország keleti részén azonban, különösen Erdélyben megmaradt a régi magyar gyümölcstermesztés. Orbán Péter – írja Rapaics (1940b) – ismertetőjében felsorolta Bánffy báró kertjének gyümölcsfajtáit, köztük 149 almát. Ebből is látszik, hogy a XIX. század elején már bőséges fajtaválaszték mutatkozott a földesúri kertekben, és a gyenge minőségű fajták háttérbe szorultak (17. ábra).

Az első faiskolai árjegyzék 1812-ben jelent meg *Oltványlajstrom* címen, amit Bodor (1812) adott ki Kolozsvárott. Ebben 34 almafajtát tüntetett fel, azaz ezeket ajánlja eladásra, közöttük volt a Nyári jeges, Nyári viola, Szebeni tángyér (tányér), Téli piros kormos vagy a Téli anglus pippin alma. Rapaics (1940b) úgy ítélte meg, hogy ennek az árjegyzéknek a megjelenésével megszűnt hazánkban a familiáris gyümölcsészet, és helyette az üzleti alapú gyümölcstermesztés lépett előtérbe. A XIX. század második felében a gyümölcstermesztés fellendülésével a fajták választéka is tovább nőtt, e tendenciákat a következőkben elemezzük.

17. ábra. Cider almafa szedőkkel (Tacuinum sanitatis in medicina, XIV. sz.)

Viszont érdemes visszatérni egy alig vizsgált kérdésre, mert az tény, hogy egyre több fajtát hoztak be Nyu-



18. ábra. Bereczki Máté – a magyar pomológia atyja (Magy. Agrártört. Életrajzok I. 179.)

gatról. És fordítva, nem igaz? Ki tudja azt, hogy II. Lajos özvegyének, Mária királynénak Budáról való menekülésével mekkora gyümölcs génanyag jutott Nyugatra, pontosabban Németalföldre (ott lett kormányzó 1530–1558 között)? Ezt ma már nem lehet megválaszolni.

Az atlanti típusú almák annak ellenére teret nyertek nálunk, hogy a termesztőknek folyton gondot okoztak a száraz vegetációs periódusok. A nagy csalódásokat elsősorban a földesúri birtokokon, a különféle uradalmak gazdái élték meg, mivel az almáskertekben kevesebb fajtát nagyobb felületen műveltek, mint a jobbágy kertekben; és a szabadbirtokos emberek gyümölcsöseiben a fajtaváltás lassabban és talán körültekintőbben történt meg. Erdély fejlődése e tekintetben – kényszerűen ugyan –, de külön útnak számít. Surányi, Orbán Balázs „ A Székelyföld leírása" és a kiegészítő kötet, almára vonatkozó adatait korábban feldolgozta (Surányi 2006). A Maros völgyének kultúr almái a mai napig sajátos kultúr-botanikai és diverzitási értéket képviselnek (Bereczki 1877–1887, Surányi 2002, Szani (2011), ezért is tudott annyi fajtát begyűjteni Bereczki (18. ábra) is, meg újabban Szani (2011) is.

Ahogy a XVIII–XIX. században létrejött fajtagyűjtemények is hosszú fejlődés eredményének tekinthetők, ugyanígy lassan formálódtak az egyes almatermő körzetek. Elek (1966) 11 körzetet határozott meg, amelyről annyit feltétlenül érdemes megemlíteni, hogy nem mind egyformán fontosak történelmi-tradicionális, vagy társadalmi-gazdasági értelemben, közülük többnek a szerepe le is csökkent a szocialista nagyüzemi korszak után.

A XIX. század második felében a Jonathan fajta termesztése több, sajátos vonást mutatott, és lényegében hozzájárult a magyar alma hírnevének megteremtéséhez, az almatermesztés korszerűsítéséhez, a „vidéki Magyarország" regionális fejlesztéséhez és – nem utolsósorban – az egész gyümölcstermesztés fejlődéséhez.

Sokan felfigyeltek a fajtára, Bereczki már 1882-ben Lekehalmáról (Fazekas Károlytól) be tudott szerezni Jonathan szemzőhajtásokat, amely a nyugat-európai almafajták háttérbe szorulásának a kezdetét is jelentette (Surányi 2008). Bereczki (1877–1887) a tájfajták és a honosítható almafajták gyűjteményes megfigyelésével és leírásával elévülhetetlen érdemeket szerzett. Négy kötetes munkájában 423 almafajtát ismertetett, váratlan halála legalább még 100 almafajta leírását akadályozta meg (Surányi 2008). A Jonathannak akkora volt a súlya, hogy csak a Starking és a Golden Delicious fajták tudták vele állni a versenyt, amelyet azután a piaci igények gyors változása és a fajta alapvető gyengeségei mégis felgyorsítottak. Véglegesen mára sem tűnt el, mivel több klónja, változata jelenleg is megtalálható a termesztésben. Ennél sokkal nagyobb probléma, hogy „annak idején" az őszi és téli almák miatt, a nyári érésű almák ügye háttérbe szorult, részben a génanyag jelentős része is elenyészett, pedig ismét kellene jó minőségű nyári alma.

*

Almatermesztésünk XIX–XX. századi történetének legvilágosabb áttekintését ezidáig Pethő (1969) és Kapás (1969) adta. Az alma területi és szerkezeti helyzetét, fejlődését a természeti tájak ökológiai adottságai és a különféle gazdasági-társadalmi tényezők határozták meg.

RAPAICS (1940b) és MOHÁCSY (1961) inkább történeti alapon, OKÁLYI (1954) és ELEK (1966) viszont statisztikai felmérések alapján elemezték a termesztés alakulását és fejlődését. Mivel az almatermesztés dinamikus fejlődése a XX. század elején kezdődött, a változásokat 1895-től lehetséges értékelni.

PETHŐ (1969) szerint három korszakra bontható az elmúlt több mint évszázadnyi időszak: 1895–1919 (a korszerű almatermesztés alapjainak lerakása); 1920–1945 (a kisáru-termelés aranykora – „új hazában"); 1946–1970 (az üzemi almatermesztés kialakulása). Mindezt bővíthetjük 1971–1989 között a gazdasági, majd 1990-től a társadalmi változások szabta időszakkal.

I. korszak (1895–1919)

A mai ország területre számítva 1895-ben 21,8 millió gyümölcsfából 3,4 millió (16,5%) almafa volt, zöme ártéren, szórványban és kertekben. Látszólag sok almafa volt, mégis a Trianon előtti periódusban Erdély és Kárpátalja adta az ország szükségletének nagy részét. Az alma nagyrészt a Tisza-völgy és egyes mellékfolyóinak ártéri és településhálózatára koncentrálódott – az ökológiai adottságok és a termesztési hagyományok okán. OKÁLYI (1954) úgy fogalmazott, hogy az 1900-as évek elején a termesztés ott alakult ki, ahol az alma „emberi beavatkozás nélkül" megtermett, s a hűvösebb, csapadékosabb tájegységek kedveztek neki. Erdélyhez, Kárpátaljához hasonló optimális adottságú régiók a Kárpát-medence szomszédságában csak az Alpok keleti és déli lejtőin vannak (Stájerország, Tirol). A téli alma 1920 után a szatmári régióból a szabolcsira, a nyírségire – és kisebb mértékben – a Zalai dombságra tevődött át (19. ábra).

A Duna-Tisza közén nyári almát termesztettek, majd SZAKÁTSY (1940) úttörő kísérletei, Dánszentmiklós határában a téli alma termesztését is fellendítették; ezt azonban közgazdasági tényezők is elősegítették a II. korszakban. Korábban, az alma szakismeretek gyarapításában és terjesztésében nagy szerepe volt ENTZ Ferencnek (1805–1877), majd BERECZKI (1825–1894) munkássága jelentős a fajták honosításában és azok leírásában. RUDINAI MOLNÁR (1900–1909) munkatársaival az országot 65 gyümölcstermesztési körzetre osztották be (GALGÓCZI 1912), és meghatározták az egyes körzetekben termeszthető gyümölcsfajták körét. Fontos munkát végzett még ANGYAL (1926), főként a szakoktatás terén, majd GERGELY és HORN, aki az első gyümölcstermesztési kísérleti telep vezetője lett Tyejben (Teiv) (PETHŐ 1969).

19. ábra. Pálfy István: Szatmári alma (olajfestmény)

II. korszak (1920–1945)

A trianoni békeszerződés után a megváltozott országhatárok miatt a téli alma ellátásban komoly hiány állt elő. A Tisza és a Szamos árterületén, a Duna-Tisza közén és a Zalai-dombságon termesztett hazai tájfajták és a honosult külterjes alma gyümölcse már nem elégítette ki az igényeket. A jelentkező téli alma hiányt amerikai importtal próbálták csökkenteni. OKÁLYI (1954) értékelve a helyzetet, ezt írta: *„Ezekből a szállítmányokból drágán ugyan, de megtanultuk a gyümölcs külső minőségében és kikészítésében rejlő fogyasztási értéknövekedés jelentőségét."*

Az alma iránti egyre növekvő kereslet lendületet adott a gyümölcstermesztésnek. A gyümölcs-

félék gomba- és rovarkárosítóinak kutatása ugyancsak segítette a fejlődést. Kár- és kórokozó vizsgálati utak, a növényvédőszer-gyártás állami segítése jó szolgálatot tett az almatermesztésnek. A vármegyékre elkészített gyümölcskataszter – az Országos Pomológiai Bizottság koordinációjában – még sikeresebbé tette az almatermesztést, mert a telepíthető fajtákból kedvezményes áron oltványokat osztottak ki a termelőknek, pl. 1930–1931-ben kb. 600 ezret (PETHŐ 1969). Az eredményes országos telepítési program rövid időn belül megdöntötte azt a korábbi nézetet, hogy az Alföldön nem lehet téli almát termeszteni. Eltérő gondozási és áruminőségi értékek mellett Szatmárban és Zalában is lehet termeszteni.

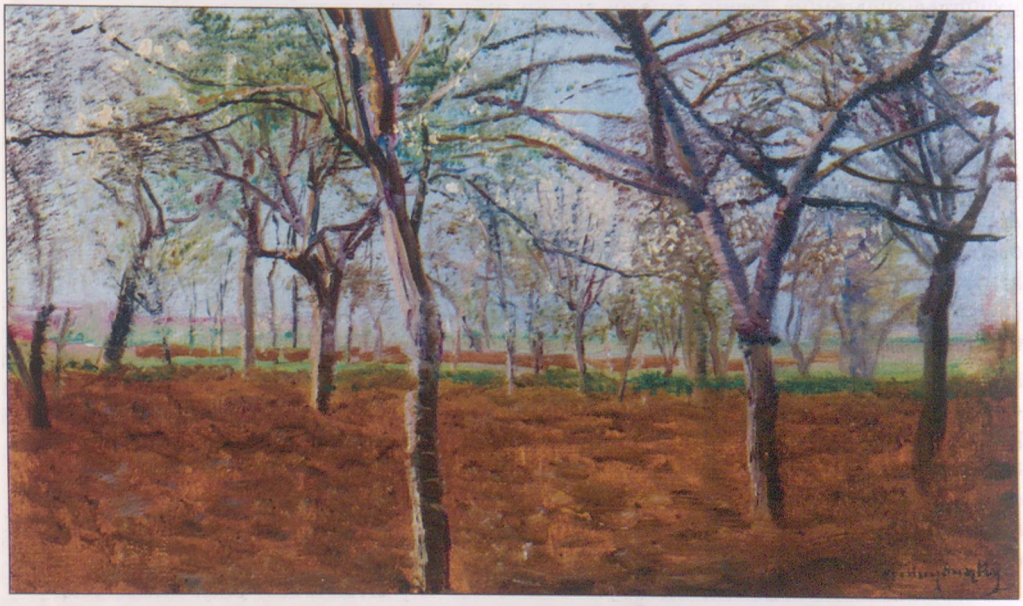
A XX. század elején már nyilvánvalóvá vált, hogy a fajtaváltások csak dinamikusan képzelhetők el; nem érzelmi alapon, hanem szigorúan piaci, gazdaságossági alapon.

Ebben az időszakban a modern, üzemi termesztés kialakításánál elsősorban MOHÁCSY Mátyás tevékenysége mellett Okályi, Szakátsy, Fejes és Nagy S. munkássága emelhető ki (PETHŐ 1969). Fontos és jelentős a szerepe az 1932-ben megalakult Gyümölcstermelők Országos Egyesületének (GYOE), a gyümölcstermelés intézőinek, akik az almatermelőket segítették. 1930 után az amerikai import alma kiszorult az országból, sőt a Jonathan exportja nagy arányban fellendült (PETHŐ 1969, GUNST 1976, SURÁNYI 1992 és 2002).

III. korszak (1946–1970)

A II. világháború megállította a korábbi fellendülést. A háborús események közvetve és közvetlenül is sok kárt tettek az almaültetvényekben. A növényvédelmi munkák elmaradtak, a művelési munkálatok is megakadtak. A társadalmi és politikai változások azonban megteremtették az igazi nagyüzemi gyümölcstermesztés kialakításához szükséges feltételeket. A földreform után néhány évig még a kis- és középbirtokok megerősödését segítették, ráadásul a parasztgazdaságok (5 kh alatti) erősödését, a telepítési kedvet növelte a bel- és külföldi kereslet növekedése.

Egyre erősödött a gazdasági és politikai igény a szocialista tervszerűségre, és ebben Okályi Iván és Fejes Sándor adott szakmai támogatást. A nagyüzemek szervezése során a telepített fajták száma leszűkült, ekkor az ország almafaállományának közel 60%-a Jonathan fajtából állt, de a Starking és a Golden Delicious szerepe is nőtt (20. ábra).



20. ábra. Mednyánszky László: Almafa virágzás

IV. korszak (1971–1989)

A KSH adatai szerint (Gyuró 1990), 1970 után (több mint 170 ezer ha gyümölcsterület) az ültetvények kezdtek kiöregedni, és nem volt ez másként az alma esetében sem. Kezdetben csak szakmai írásokban (pl. Kertészet és Szőlészet, Kertgazdaság) bukkant fel a hogyan tovább kérdése. A szabolcsi alma problémája még a szociografikus irodalmunkban is jelentkezett (Végh 1979). A nemzetgazdasági és nagyüzemi állapotnak megfelelően 1980-ig a pénzügyi és piaci nehézségek ellenére, a meglévő nagyüzemi fajtákkal az alma exportja (3–500 ezer t körül) és a belföldi fogyasztás mértéke segítette megőrizni a magyar gyümölcs és a magyar alma pozícióit. 1988-ban is még 1,1 millió tonna körüli almát takarítottak be az országban. A gyümölcstermesztési ágazaton belül az alma 50,2%-kal részesedett a bruttó termelési értékből (Gyuró 1990).

Amennyiben a súlyos tőkehiány és a nemzetgazdaság állapota nem érte volna el a mélypontot, egy gondosan megőrzött élelmiszeripari ágazattal, sokkal szerencsésebben át lehetett volna vészelni a válságos éveket. Nem így történt hanem, és éppen amikor leginkább kellett volna az állami segítség a gyümölcskutatások finanszírozásához, azt drámaian lecsökkentették.

V. korszak (1991-től)

Az ezredfordulóra, még 1983-ban olyan szakkönyv jelent meg, amely 1,4 millió tonna körüli almatermést prognosztizált – természetesen az akkori helyzet szerint, nem az 1989 utáni helyzetből számítva. Mégis rendkívül tanulságos munka, mely nagyszámú és kiváló szakember együttgondolkodásának eredménye volt, beleértve a hatalmas erőfeszítéseket a termőhelykutatásokban s a technológiai fejlesztésekben.

Mi maradt ezekből? Az optimális termőhely-kataszter fellazítása, az ültetvények tőkeszegénységének mélyítése, a gyümölccsel kapcsolatos feldolgozóipari kapacitások privatizálása, közben a világgazdaság dömpingáruinak rázúdítása a felkészületlenül hagyott magyar gyümölcstermesztésre és belső piacára. Miközben a politika megfogalmazta a maga által látszólag indokolt elvárásait, aközben olyan birtokszerkezet változtatást hajtott végre, amelyet nagyon nehéz egyértelműen pozitívnak minősíteni... És ilyen körülmények között legyen a világgal versenyezni képes gyümölcstermesztés, korszerű fajtákkal (honosításból és itthoni nemesítői munka révén), teljesen megszűnt technológiai kutatásokkal, és az alig elérhető pályázati források elapasztásával... (Papp 2003).

A múlt század második felében már több neves szakember is írt a téli és a nyári alma termesztéséről. Valójában ekkor alakult ki a szatmári termesztő táj, amely fokozatosan Szabolcsban is vezető szerepet vívott ki. Ugyanakkor Zala, Somogy, Vas és Borsod-Abaúj-Zemplén megyében is nagy felületű üzemi telepítések voltak.

Viszont az utóbbi években rohamosan csökkent a nyári almák termelése, mert nem foglalkoznak eléggé a nemesítésével, alanykérdésekkel (Kovács 1977). Jórészt ezért tűnnek el – mint más fajok esetében is látható – az ősrégi magyar gyümölcsfajták. A folyóvölgyi ártéri almatermesztés néprajzi vonatkozásait már feldolgozták (Andrásfalvy 1975, 2007), de ezek megőrzésére tudomásunk szerint nem történt lényegi intézkedés. Kezdetben voltak biztató jelek, de már a tradicionális termesztési módszerek is feledésbe merülnek.

A termőtájainkon néhány speciális eszközt is alkalmaztak az almatermelő gazdák, az egyik érdekes eszköz volt a szedő, amely a gyümölcs törődését akadályozta, és főleg az igazán nagy gyümölcsű fajtáknál alkalmazták. A szedőszék, a létra a kényelmes és eredményes betakarítást segítette. A gallyazó fűrészek, metszőollók nem voltak fajspecifikusak, bár a hernyózó öveket, az aszaló kosarakat talán más fajokhoz mérten szélesebb körben alkalmazták. A túlkötődés ellen a bottal való ritkítással, vagy kisebb fák esetében kézzel, pl. metszőollóval tudtak védekezni. Az alma népies hasznosításában a friss fogyasztás mellett, az aszalvány, a bor, az ecet, továbbá a lekvár készítése, helyenként a pálinkafőzés volt jellemző. A modern termesztésben természetes a gyümölcs ipari méretű feldolgozása aszalványként vagy mirelit termékek formájában.

KAPÁS (1997) a korábban megjelent növénynemesítés történeti kézikönyvnél részletesebben megírta az alma fajtahasználat történetét, amit a SOLTÉSZ (1998) szerkesztette munka egészített ki. A BERECZKI által leírt magyar Jonathan (II. köt. 311–312.o.) mellett számtalan más almafajtát is ismertetett, melyek szórványokban, ártéri területekre jellemzők, és mára a határon túli régiókra (Erdély, Felvidék, Délvidék, Vendvidék, Várvidék stb.) szorultak vissza: Sóvári, Darualma, Nemes sóvári, Beregi sóvári és Kenézi piros. (A Darualmákat főleg abban különböztették meg a Rózsaalmáktól, hogy ízük nem fűszeres) (NAGY-TÓTH 1998).

Egy önálló fajtakör vezető fajtája a Rozmaring alma, oltóvesszőjét Entz faiskolájából szerezte be Bereczki, de az ő leírása eltért Entzétől (SURÁNYI 2008). Ez igen elterjedt volt az Alföldön, de a népi szelekcióval több téli almaváltozat lett belőle. Bereczki többek között olyan fajtákat is bemutatott, mint a Parker pepin, a Kanadai renet és a Sárga bellefleur.

KAPÁS (1997) úgy véli, hogy a legelső hazai almafajták általában spontán módon keletkeztek. Elsősorban több fajta, esetleg faj keveredéséből létrejött magoncok és a spontán szomatikus mutációk adták a termesztett fajták többségét. A fejlettebb almatermesztés korában a fajtaválaszték meghonosodott fajták klónfajtáiból áll. Jogos Kapás megállapítása, hogy az alma nemesítése nehezen indult Magyarországon, mert egyrészt nem volt ismert az alma öröklődésmenete, másrészt hosszú ideig a Jonathan dominanciája és a fajtajavítási igény volt a fő irány.

Id. Porpáczy Aladár az egykori hercegi uradalomban, Eszterházán (a mai Fertődön) kezdett almanemesítéssel foglalkozni 1937-ben. A Jonathan hibrid magoncokból 1959-ben néhányat kiválasztottak Szilágyi Kálmánnal. A munka folyamatát a profiltisztítás bezárta. Dániel Lajos a Jonathan termékenyülési viszonyainak kérdéseivel, s nemesítésével foglalkozott Nyírtelken, majd Újfehértón. Maliga Pál előbb a Kertészeti Főiskolán és a Kertészeti Kutató Intézet érd-elvirai telepén dolgozott almával.

21. ábra. Nyári fontos alma bélyegen (Benedek I. alkotása, 2011)

Az alma fajtaválasztékot 1956-ban államilag való minősítéssel „összegezték" és egyszerre 25, zömmel külföldi fajta, klónfajta kapott állami minősítést. 1981-ben az új Jonathan típusok (klónok) és más fajták elterjedésével a minősítést visszavonták. 1970-ben megszűnt az Ananász renet, a Nemes Masánszki, a Nemes sóvári és a Simonffy piros fajták minősítése, majd 1974-ben a Baumann renet s a Boskoop és a Sárga szépvirágú fajtáké, de egy régi fajtánk, a Téli pogácsa minősítését is visszavonták.

1976-ban törölték a Budai József által előállított Budai Domokos-t, a Kecskeméti vajalmát, 1980-ban pedig a Parker pepint (Bőralma). A Maros-vidéki Batul és az angol Cox narancs renet sem bírta a „versenyt". Viszont a Golden Delicious, a Gravenstein, Húsvéti rozmaring, Londoni pepin, Nyári fontos és Téli arany parmen fajták minősítése megmaradt (21. ábra). Vannak azonban olyan fajták – ez helyes gyakorlat –, amelyek megmaradnak, megmaradhatnak házikertekben (Asztraháni piros, Jerseymac és Julyred).

A tájfajta-kutatásoknak a későbbiekben nagy sikerei nem lettek (pl. Ceglédi piros stb.), de ez már a közelmúltat jelenti, az pedig a kötet másik fejezetébe tartozik. A leírtakból kitűnhet, hogy az alma fajtaválaszték bővülése és javítása nem állt le az 1980-as évekkel sem, de a biodiverzitás fontosságának felismerése után a génbankban (*ex situ*) tartott fajták, a rendszeresen bővíthető gyűjteményes fajták körének (*in situ*) kismérvű termesztése sem hagyható figyelmen kívül (on farm).

IV. AZ ALMA KÜLSŐ ALAKTANA

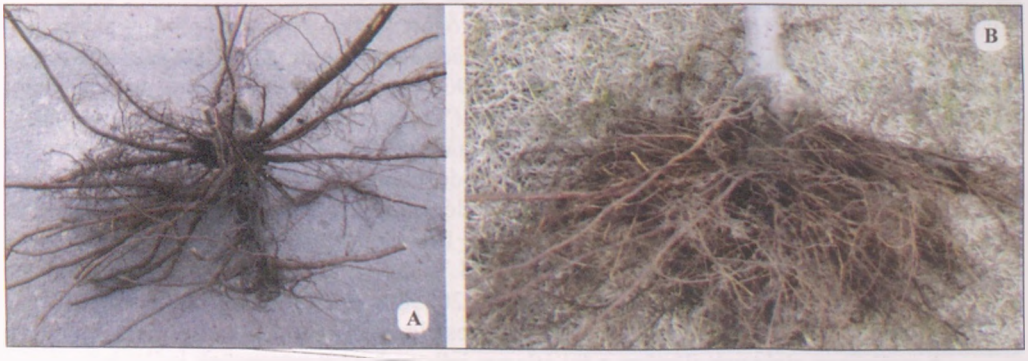
1. GYÖKÉRRENDSZER

Az almafák felnőttkori (termőkori) szakaszában alaktani szempontból, illetve keletkezésük körülményei szerint két fő gyökérrendszer különíthető el. A magról szaporított alanyoknak és a keresztezéses nemesítés során keletkezett magoncoknak főgyökér-rendszere van. A csíranövény (X. kötet 6. tábla *g*) és magonc külső alaktanát a VI. fejezetben mutatjuk be. A vegetatív szaporítású klónalanyon álló almafák pedig járulékos gyökérrendszert fejlesztenek (TAMÁSI 1974, WEBSTER 2005a), s ez jellemző a mikroszaporítással előállított növényekre is (HARBAGE et al. 1993). E két fő csoporton kívül az eredet, az elhelyezkedés, a funkció és kor stb. szerint számos további kategorizálás és speciális elnevezés alakult ki (pl. KOLESZNYIKOV 1971), s ezeket WEBSTER (2005a) rendszerezte és jellemezte. Lényegében a gyökérrendszer vastag támasztó gyökerekből és a gyökérzet külső határa felé fokozatosan vékonyodó gyökérágakból áll. Az egyes gyökérágak végein elhelyezkedő gyökérrészek a hajszálgyökerek, melyeken gyökérszőrök képződnek. A gyökérszőrök rövid élettartamúak, és fő feladatuk a víz és a vízben oldott tápanyagok felvétele a talajból.

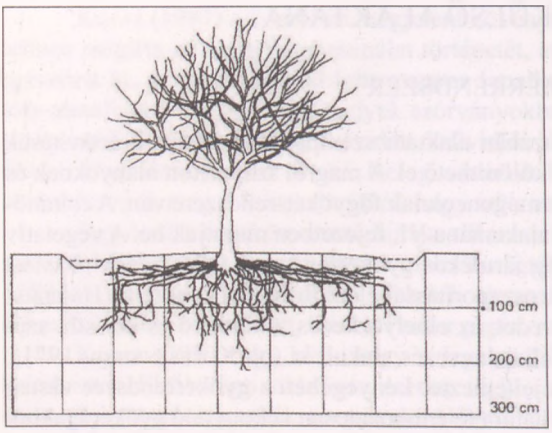
A magból fejlődő fák, amelyeket nem ültettek át, mélyre ható főgyökeret (karógyökeret) fejlesztenek, s ezekből elsőrendű gyökérágak vagy oldalgyökerek ágaznak el, amelyek vízszintesen vagy ferdén helyezkednek el (KÁRPÁTI et al. 1968). TAMÁSI (1979) vizsgálatai szerint az első két évben az újonnan fejlődött gyökerek csaknem kivétel nélkül a telepítéskor visszametszett, ún. vastagabb vázgyökerekből fejlődnek, de hároméves kor után a gyökérnyaki részből is előtörhetnek újabb gyökerek. A fa korának előrehaladtával az oldalgyökerek megerősödnek, és ezek, valamint a további elágazódások jelentősége is megnő.

A járulékos gyökérrendszer esetében nagyjából egyforma erősségűek a gyökerek, az egyes gyökérágak jelentősége megközelítőleg azonos, s öt-hatszoros további elágazódások alakulnak ki (WEBSTER 2005a). TAMÁSI (1979) szerint az M. 4 és saját megfigyeléseink szerint az MM. 06 és M. 9 klónalanyok esetében az első években a törzs alatti talajrészben hosszabb-rövidebb gyökerekből sugárirányban körkörösen vékony felszívógyökerekből álló „gyökérkoszorú" alakul ki (22. ábra).

Az almafák gyökérrendszerének szisztematikus vizsgálatával KOLESZNYIKOV (1958), TAMÁSI (1958) és ATKINSON–WILSON (1980) foglalkozott először. Igazolták, hogy a gyökerek szerkezetét és talajban történő elhelyezkedését a genetikai adottságokon (fajta, alany) túl számos további környezeti és technológiai tényező (talajtípus, talaj víztartalma és levegőzöttsége, talajhőmérséklet, ásványianyag-tartalom és tápanyag-ellátottság, talajművelési módok, öntözés, a talaj biotikus tényezői stb.) befolyásolja.



22. ábra. MM. 106 (A) és M. 9 alanyon (B) álló fiatal fák gyökérzete
(Fotó: Pázmándi Ildikó)



23. ábra. 19 éves almafa gyökérzetének mélységi elhelyezkedése agyagtalajban (TAMÁSI 1979)

A gyökérzet kiterjedését tekintve általánosságban megállapítható, hogy a gyökérzet 1,5–3-szor nagyobb kiterjedésű, mint a föld feletti hajtásrendszer. A gyökerekkel behálózott talajtérfogat pedig ötször nagyobb, mint a koronarészekkel telített levegőtérfogat (HARPER et al. 1991). Ugyanezt igazolta TAMÁSI (1979) a vad- és klónalanyok közötti különbségeket is bemutatva. Vadalanyú, homoktalajon álló 'Jonathan' fák gyökérrendszerének átmérője 1,7–2,3-szorosa volt az ágrendszer átlagos átmérőjének. M. 4 alanyú fák esetében átlagosan 1,6-szoros volt ez az arány.

Az almafáknál HARPER et al. (1991) szerint, általában eléggé keskeny a gyökérrendszer, a gyökérágak többsége horizontálisan terjeszkedik, s csak kevés függőleges irányú gyökér hatol le kb. 3 m-re. Fánként átlagosan 10–30 m^2 az a felület, amely alatt a talaj gyökérzettel van behálózva, de a legkisebb megfigyelt érték alig 2 m^2, ami egyes fáknál akár 100 m^2-ig kiterjedhet. ROEMER és HILKENBAUMER (1937), továbbá WEBSTER (2005a) tapasztalatai szerint viszont még a járulékos gyökérrendszer esetében is megfigyelhető egyfajta koncentrálódás a törzs alatti 0,1–1 m^2 talajfelületi rész alatt. Ugyanezt figyelte meg TAMÁSI (1979) is (23. ábra), s mélységi vizsgálatai szerint a vad alanyú fák egyes gyökérzete fiatal korban 230, idősebb korban akár 350–400 cm mélységre is lehatolhat. Az M. 4 klónalany gyökérzetének nagy része sekélyebben helyezkedik el, de egyes gyökerek esetében a lehatolás mélysége fiatal korban 200–250 cm, idősebb korban 380 cm volt.

A gyökérszerkezet tekintetében meghatározó, hogy a gyökerek elágazódásra nagyon hajlamosak, s az elágazódások végén a gyökerek többsége nagyon rövid. WEBSTER (2005a) szerint az almafák gyökereinek 65%-a 5 mm-nél rövidebb gyökerekből áll, s további 19% az 5,1–10 mm hosszúságú gyökérrészek aránya. Például a hajszálgyökerek hosszúsága TROMP (2005c) szerint 0,03–0,07 mm közötti. TAMÁSI (1979) megállapította, hogy az M. 4 klónalany gyökérzete – a vadalanyéval szemben – a sűrűbben elágazódó, intenzívebb gyökérrendszerek kategóriájába sorolható.

Az almának a fás növényeken belül is, de különösen más növényekhez viszonyítva rendkívül alacsony a gyökérsűrűsége (L_A = cm/cm^2, azaz az egységnyi talajfelülethez viszonyított kumulált gyökérhosszúság). Ez az érték az alma esetében átlagosan 2–6 közötti, miközben pl. a kiwi esetében 120 cm/cm^2 értéket közöltek (WEBSTER 2005a). A gyakran vele azonos területen élő fűfélék L_A értéke pedig az almáéhoz viszonyítva kb. 300-szor nagyobb.

A gyökérzet színét tekintve PROBOCSKAI (1968) megállapította, hogy a vadalanyként használatos fajok (pl. *M. sylvestris* Mill.) és fajták ('Golden Delicious') eléggé heterogének, de gyökérzetük általában világosbarna színű. TAMÁSI (1979) részletes vizsgálatai szerint a vadalanyú fák fiatalabb gyökerei sárgásbarnák, az idősebb gyökerek pedig világosbarnák. Az M. 4 klónalanyú fák fiatalabb gyökereinek színe élénksárga, ami idősebb korban barnássárgává válik. Saját megfigyeléseink szerint az MM. 106 klónalany vastagabb gyökerei barna színűek, a fiatalabb gyökerek pirosasbarnák. Az M. 9 alanyú fák idősebb gyökerei sötétbarnák, a vékony gyökerek világosbarnák. WEBSTER (2005a) szerint a fiatal, növekvő gyökerek előbb fehérek, s barnulásuk nyáron kb. 2–3 hetet vesz igénybe.

A gyökérzet alaktanát illetően a faj átlagos jellemzőin túl ismernünk kell a különböző genotípusok (alanyok) sajátosságait is. A magoncalanyok használata egyre jobban visszaszo-

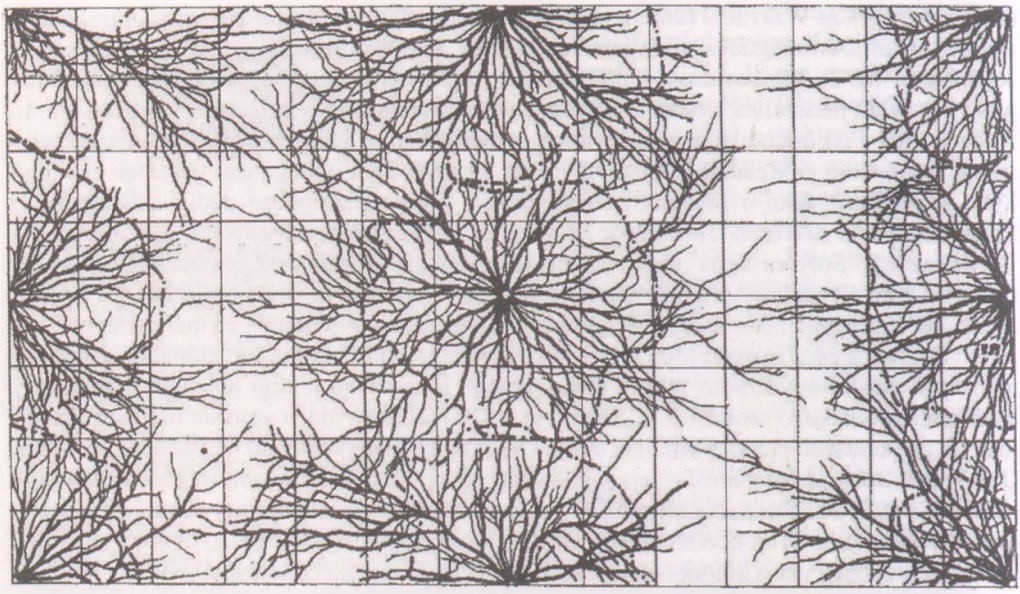
rul, de WEBSTER és WERTHEIM (2003), továbbá WEBSTER (2005a) szerint bizonyos országokban a jobb tél- és szárazságtűrés miatt jelenleg is nagy arányban használják azokat. Kínában és Japánban – M. 26 közbeoltással vagy anélkül – a *Malus sieversii* és a *M. prunifolia* fajok alanyként való használata általános. Európában és Amerikában a *M. pumila* (beleértve a *M.* × *domestica*-t is) használatos széleskörben. Amerikában a 'Delicious' (növekedés mérséklés céljából pedig a 'Redchief Delicious' és az 'Oregon Spur') magoncai terjedtek el alanyként. Kelet-Európában a hidegtűrő 'Antonovka', Nyugat-Európában pedig a Bittenfelder fajtát használták szívesen. Hazánkban BERECZKI (1884) idejében leginkább a 'Jonathan', a 'Delicious', a 'Sólyom alma' magoncalanyként való használata volt jellemző. PROBOCSKAI (1968) szerint a vadalanyként használatos fajok (pl. *M. sylvestris* Mill.) és fajták (pl. 'Golden Delicious') is eléggé heterogének, de gyökérzetük nagyobb terjedelmű, és mélyre hatoló.

WEBSTER és WERTHEIM (2003) szerint a vegetatív úton szaporítható klónalany előállítás több mint másfél évszázados múltra tekint vissza. Hazánkban is régi keletűek a klónalany használatra vonatkozó javaslatok pl. BERECZKI (1884) tollából, aki, a szerinte fűzfához hasonlóan jól gyökeresedő paradicsomalma és az 'Orbai alma' alanyként való használatát javasolta. Utóbbinak *„tősarjadványairól és meggyökereztetett vesszeiről oly mennyiségben állíthatunk elő más almafajok számára alanyokat, hogy alany-nyerés céljából a magvetéssel bízvást felhagyhatunk"* – írta. Mint korábban említettük, a klónalanyokra járulékos gyökérzet jellemző, de nagy különbség van a különböző erősségű klónalanyok gyökérzetének elhelyezkedésében.

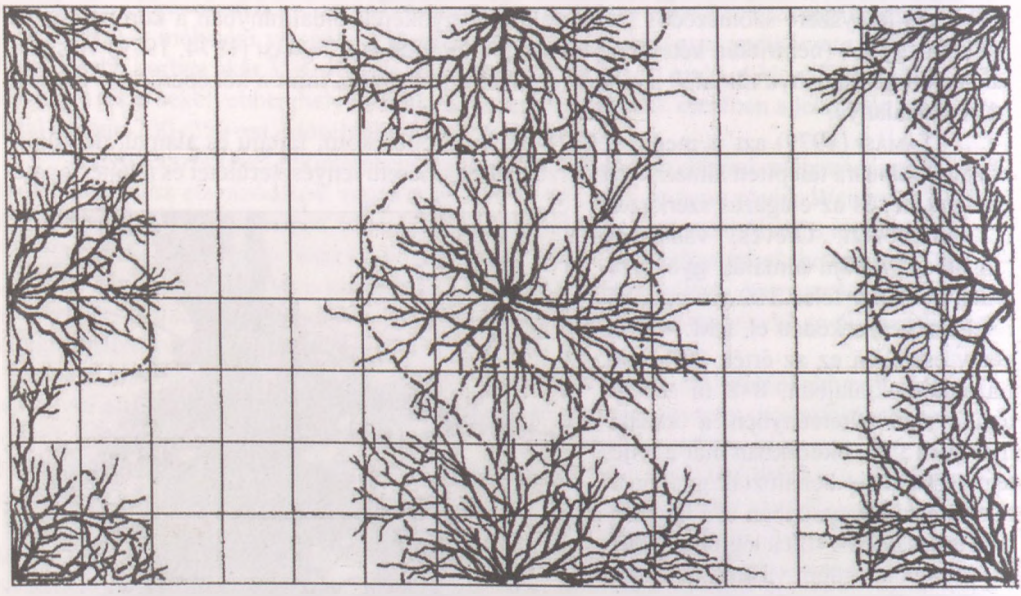
ATKINSON (1980) vizsgálatai szerint az erős növekedésű alanyon álló almafa gyökérzetének különböző részei nem teljesen egyformán használják ki a rendelkezésre álló talajvolument. Az erős alanyú fák gyökérzete 1–2 m mélységbe is lehatolhat, s ha nem áll fenn versengés kényszere szomszédos fákkal, akkor a gyökerek oldalirányban a korona ágainál sokkal nagyobb (nemritkán kétszeres) távolságra kiterjednek. TAMÁSI (1974, 1979) vizsgálatai szerint a vadalanyú almafák gyökérzete jóval kiterjedtebb, mint a középerős növekedésű M. 4 klónalanyé.

TAMÁSI (1979) azt is megfigyelte, hogy az azonos korú, fajtájú és alanyú, de különböző talajtípusra telepített almafák gyökérzete eltérő méretű tenyészterületet és talajtérfogatot hálózott be, és az elágazás szerkezete is különbözött. Ötéves, vadalanyú 'Jonathan' fajtájú almafák gyökérzetének 95%-a a felső 100 cm-es talajrétegben helyezkedett el, s M. 4 klónalany esetében ez az érték 89% volt. Laza homoktalajban, 8×8 m sor- és tőtávolságú ültetvényben a vadalanyú fák 15 éves korukban már a teljes tenyészterületet behálózták gyökérzetükkel. Az agyagtalajban is a horizontális terjeszkedés volt a legjellemzőbb, de itt sokkal több vastag gyökérág hatolt le függőlegesen kb. 1,5–2 m mélységig. A nehéz agyagtalajban – az egyes talajrétegek eltérő kötöttsége miatt – hullámos gyökéralakulást is megfigyeltek. Nem eléggé művelt talajban nevelt hibridmagoncok esetében mi is megfigyeltünk hullámos gyökéralakulást és gyökérfonódást. (24. ábra).

24. ábra. Hét éves hibridmagonc egymásba fonódott gyökérzete (Fotó: Pázmándi Ildikó)



25. ábra. Öt éves, M. 4 alanyú, 'Jonathan' almafák gyökérzete felülnézetben laza homoktalajú, 7×4 m-es tenyészterületű ültetvényben. A négyzetek oldala 1 m. (TAMÁSI 1979)



26. ábra. Öt éves, M. 4 alanyú, 'Jonathan' almafák gyökérzetének felülnézeti képe vályog kötöttségű talajban, 7×4 méteres sor- és tőtávolságú ültetvényben. A négyzetek oldala 1 m. (TAMÁSI 1979)

A középerős növekedésű M. 4 alanyon álló fák gyökérzete laza homoktalajon öt éves korban 29,1 m^2 talajfelület alatt helyezkedett el (25. ábra). Vályogtalajon az ugyanilyen alanyú fajtájú és koronaformájú fák gyökérzete csak 18,2 m^2 tenyészterület alatti részt hálózott be (26. ábra).

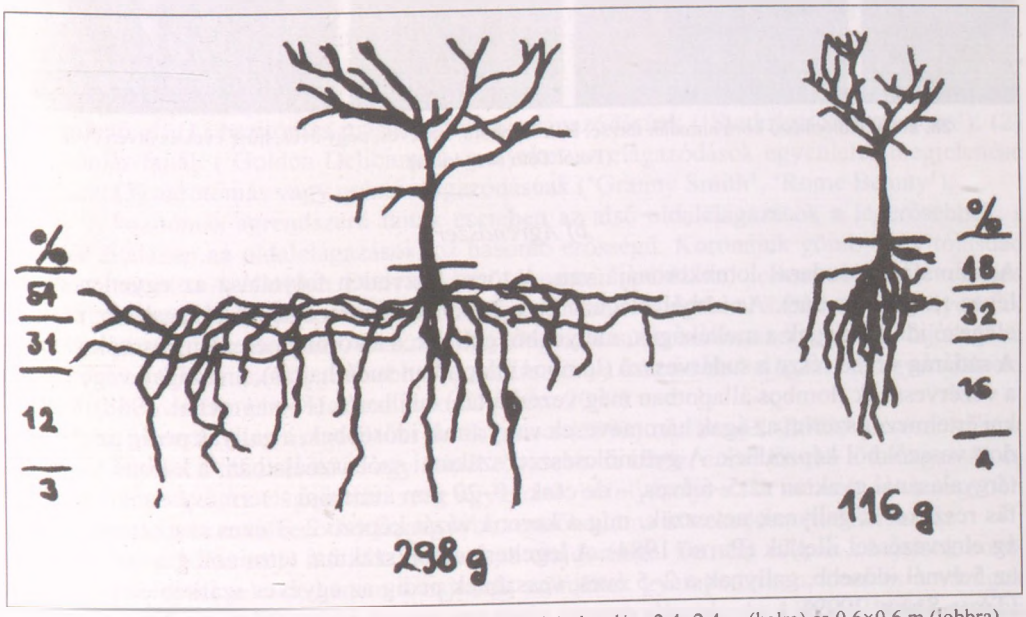
PROBOCSKAI (1968) szerint a középerős növekedésű MM. 106 gyökérzetének szilárdsága megfelelő, átültetés után jól regenerálódik. Gyökereinek növekedése hegyesszögben

lefelé indul, majd a gyökérzet a talajban szétterülővé válik. A törpe alanyok (M. 9 és klónjai) ritka gyökérzete jellegzetes felszínes elhelyezkedésű, s a gyökerek rendkívül törékenyek.

Gyökérnemes fák vizsgálata alapján PORPÁCZY (1964) azt állapította meg, hogy a 'Golden Delicious' gyökérzete kezdetben oldalirányban fejlődik, s csak később kezdődik a mélyebb részekre való lehatolás. Ezzel szemben a 'Starking' gyökérzete ritkább, és kb. 45°-os szögben lefelé hatoló.

Érdekes, hogy az egymás mellett álló fák hogyan befolyásolják egymás gyökereinek elhelyezkedését a talajban. KOLESZNYIKOV (1971) figyelte meg legelőször azt, hogy adott fa gyökérnövekedését ugyanazon faj fáinak gyökerei gátolják, miközben más fajokkal nincs versengés. Hasonló eredményre jutott ATKINSON és LEWIS (1979). ROGERS és WYVYAN (1934), valamint KEMMER (1964) vizsgálataiban az állománysűrűség növelése (nagyobb tőszám) csökkentette a horizontálisan növekvő gyökerek arányát, és a gyökerek inkább függőleges irányban terjeszkedtek. M. 9 alanyú 'Cox narancs renet' fák esetében tapasztalták, hogy nagyon nagy térállás, azaz alacsony állománysűrűség esetében 14 m^2-re is kiterjedhet a gyökérzet, míg a kis térállású ültetvény nagyon sűrű állományában mindössze 1 m^2 a behálózott talajfelszín felülete (COKER 1958, ROGERS–VYVYAN 1934). Ugyanakkor a 2000 db/ha tőszámnál nagyobb állománysűrűséggel telepített eltérő fák gyökerei a sorokon belül jelentősen összenőttek, keveredtek a talajban. A gyökér/hajtás-arányt viszont nem befolyásolta az állománysűrűség.

ATKINSON és WILSON (1980) M. 9 alanyú 'Golden Delicious' fák esetében vizsgálta az állománysűrűség hatását a gyökérzet elhelyezkedésére (27. ábra). Mint az ábráról látható, a nagyobb távolságra ültetett fák főbb gyökérágai horizontálisan terjeszkedtek, s a gyökérzet már az ötödik évben túlnőtte a koronacsurgó vonalát, s csak néhány gyökérág hatolt függőlegesen lefelé. M. 9 alanyon, nagyobb térállásban a vizsgált fák gyökérzetének több mint 85%-a a felső 50 cm-es talajrétegben helyezkedett el. A lefelé növő gyökérágak kb. 120 cm mélységig hatoltak le. Ha viszont a fákat sűrűbben ültették, a gyökérzet kisebb lett, s döntően lefelé növekedő gyökérágakból állt.



27. ábra. Öt éves M. 9 alanyú 'Golden Delicious' fák gyökéreloszlása 2,4×2,4 m (balra) és 0,6×0,6 m (jobbra) ültetvényben. A % értékek a gyökértömeg eloszlását mutatják a felső egy méteres talajrétegben. (ATKINSON és WILSON 1980; Rajz: Molnár Ágnes)

2. HAJTÁSRENDSZER

Az alma maximum 15 m magas, fás szárú hajtásrendszert fejleszt (BELLINI et al. 2007), amelynek kétféle alaktípusa van: bokorszerű és koronás fa. A bokorszerű fa inkább a díszfajok körében gyakori, míg a termesztett almafajtáknak többnyire lombkoronás fájuk van, melynek fás szára KÁRPÁTI et al. (1968) elnevezése szerint fatörzsre (*truncus*) és lombkoronára (*frons*) különül.

a) Törzs

A fák törzse általában egyenes, fiatal korban sima felületű s gyakran lenticella foltokkal tarkított, majd az idő előrehaladtával a kéreg egyre érdesebb és pikkelyesen hámló lesz, de a periderma (bőrszövet) helyenként még ekkor is megmarad rajta (28. ábra). A törzs vastagsága BRÓZIK és REGIUS (1957) szerint a kor, a talajtípus, a törzsmagasság és a fajta tulajdonságainak függvénye. Saját tapasztalataink szerint a törzs átmérőjét az alkalmazott alany és a művelési rendszer is befolyásolja, M. 9 alanyon és intenzív ültetvényben ez legfeljebb 15–20 cm, de pl. a magoncalanyú szórványgyümölcsösökben találtunk 70 cm-t meghaladó törzsátmérőjű fákat is. A törzs színe fajtától is függ, fiatalabb korban pirosasbarna, lenticellákkal tarkított, amely később egyre sötétebbé, idős korban szürkévé válik (BELLINI et al. 2007). A törzs magasságát az alkalmazott koronaforma alapján állítják be a koronanevelés során. A mai intenzív üzemi termesztésben 60 cm körüli a fák törzsmagassága, s igen magas törzsű (180–200 cm) koronaformát csak az egyre ritkábban ültetett útmenti sorfák esetében alkalmaznak.

28. ábra. Különböző korú almafák törzse. Balról jobbra: két éves, négy éves, húsz éves és ötven éves (Fotó: Tóth Magdolna)

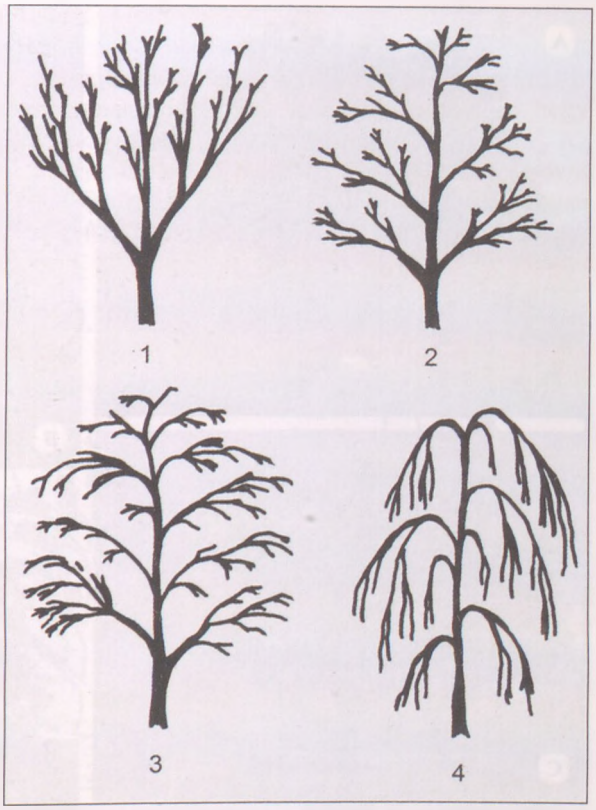
b) Ágrendszer

Az almafának sudaras lombkoronája van. A törzs közvetlen folytatása az egyetlen elsődleges tengely (sudár). Az ebből kiágazó és a koronát képező ágak a vázágak, az ezekből elágazó idősebb ágak a mellékágak, melyekből gallyak, s a korona peremén vesszők vannak. A sudárág végső része a sudárvessző (lombos állapotban sudárhajtás), a vázágak végén pedig a vezérvesszők (lombos állapotban még vezérhajtás) találhatók (KÁRPÁTI et al. 1968). Botanikai értelmezés szerint az ágak háromévesek vagy annál idősebbek, a gallyak pedig az elágazódott vesszőkből képződnek. A gyümölcsészeti szakmai szóhasználatban, a korona kialakítás tárgyalásánál gyakran az 5–6 éves, – de csak 10–20 mm átmérőjű – termővesszőket hordozó fás részeket is gallynak nevezzük, míg a korona vázát képező 2–3 éves szárképleteket már ág elnevezéssel illetjük (PETHŐ 1984). A legelterjedtebb szakmai terminológia szerint ágnak az 5 évnél idősebb, gallynak a 2–5 éves, vesszőnek pedig az egyéves szárképletet nevezzük (TÓTH–SIMON 2009).

A vázágrendszer elágazásra való hajlama szerint oszlopos és elágazó típust különböztetünk meg (UPOV, 2005). Az elágazó típuson belül az almafajták négyféle habitusba (feltörő,

elterülő, lehajló, csüngő) sorolhatók (29. ábra). Szórványgyümölcsösben hosszú idő óta metszés nélkül nevelt fák segítségével jól bizonyítható, hogy a korona habitusa alapvetően genetikailag meghatározott fajtabélyeg (30. ábra). Az elágazó típusok esetében a fák méretét FAUST (1989) cit. BUBÁN (1998) szerint az elágazások elrendeződése, az elágazási szög, a hajtások ízközeinek hosszúsága és a növekedési erély szabályozza.

Az elágazások elrendeződését lényegében az akrotónia és/vagy a bazitónia tényleges kifejeződése határozza meg. Mind az akrotónia, mind a bazitónia egy fokozottabb növekedési erélyre hajlamosító tényezőként nyilvánul meg, s a kihajtás elsőbbségi gradiensei az előző fél év alatt alakulnak ki. [(CRABBÉ 1981, CHAMPAGNAT 1965) cit. BUBÁN 1998)]. Az almafa növekedésében az akrotónia meghatározó szereppel bír, hiszen a törzs kialakulása is az akrotónia eredménye. Ezzel együtt, az elágazódás különbözősége az almafajtákon belül is markánsan megnyilvánul. Az almafajták esetében LESPINASSE (1977, 1980) szerint három fő elágazódási típus különíthető el: (1) bazitóniás másnéven alapi elágazódásúak ('Starkrimson Delicious'); (2) mezotóniás fajták ('Golden Delicious'), melyeket az elágazódások egyenletes megjelenése jellemez; (3) akrotóniás vagy csúcsi elágazódásúak ('Granny Smith', 'Rome Beauty').

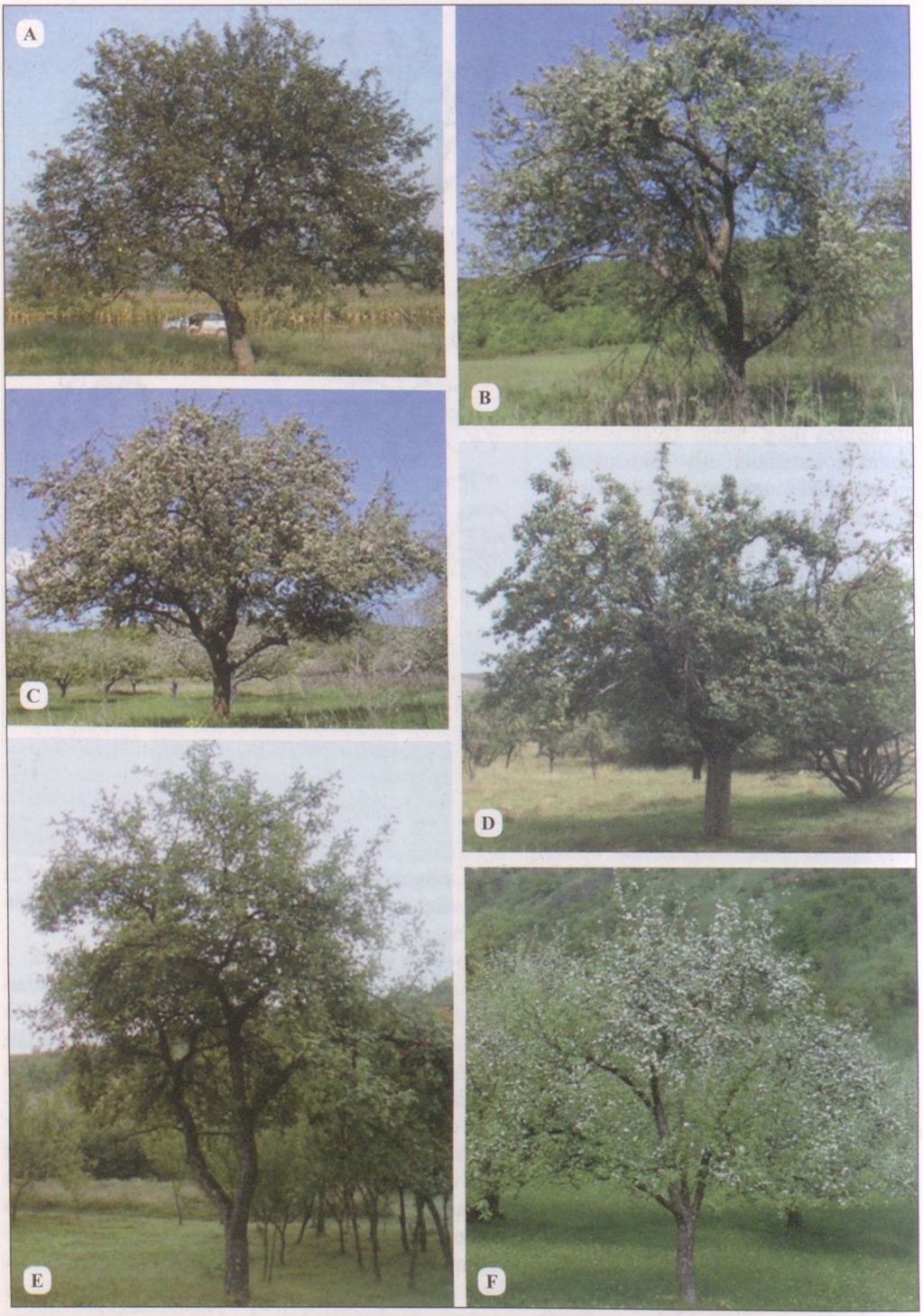


29. ábra. Elágazódásra hajlamos almafajták jellegzetes típusai. Feltörő pl.'Gloster' (1), elterülő pl. 'Jonagold'(2), széthajló pl. 'Jonathan'(3), lecsüngő pl. 'Rome Beauty' (4) (UPOV 2005; Rajz: Molnár Ágnes)

A bazitóniás ágrendszerű fajták esetében az alsó oldalelágazások a legerősebbek, s a sudár általában az oldalelágazásokhoz hasonló erősségű. Koronájuk gömb vagy tojásdad alakhoz hasonlít. A 'Golden Delicious' és 'Jonathan' példákkal jellemezhető mezotóniás típusoknál a sudárnak határozott dominanciája van az oldalágakkal szemben, s az ilyen fák általában piramidális alakúak. Az akrotóniás elágazódású és koronaszerveződésű fajták fái a csúcsi részen fejlesztenek legerősebb elágazódásokat, a korona alsó elágazásai legyengülnek, s emiatt a korona hengeres alakhoz hasonló (TÓTH 2009).

Az ízközök hosszúsága FAUST és STEFFENS (1993) cit. BUBÁN (2003) mérései szerint úgy befolyásolja a fák méretét, hogy minél rövidebb az ízköz, annál kisebb a famagasság és a korona átmérője. Az elágazódási szög ugyancsak befolyásolja a fák méretét, de a nagyobb elágazási szöggel rendelkező fajták nagyobb termőhajlama növekedésmérsékléssel jár.

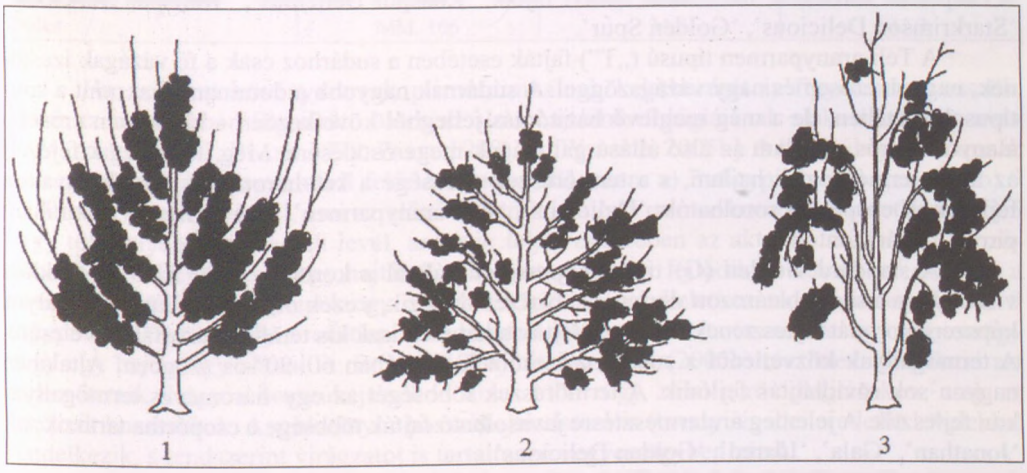
A növekedési erély a fajták fontos fajtatulajdonsága. Ez nem csupán a hajtások hosszanti növekedését jelenti, hanem a hajtások számának gyarapodása, a törzs és a vázágak vastagodása is részét képezi az összes vegetatív gyarapodásnak. Az UPOV (2005) nagyon gyenge ('Nield Dropper'), gyenge ('Akane'), közepes ('Golden Delicious') és erős ('Bramley Seedling') kategóriákat különít el.



30. ábra. Almafajták természetes habitusai.
Batul **A**, Közönséges sóvári **B**, Parker pepin **C**, Téli aranyparmen **D**, Baumann renet **E**, Húsvéti rozmaring **F**
(Fotó: Tóth Magdolna)

c) Termésképzési jelleg és terméshozási típus

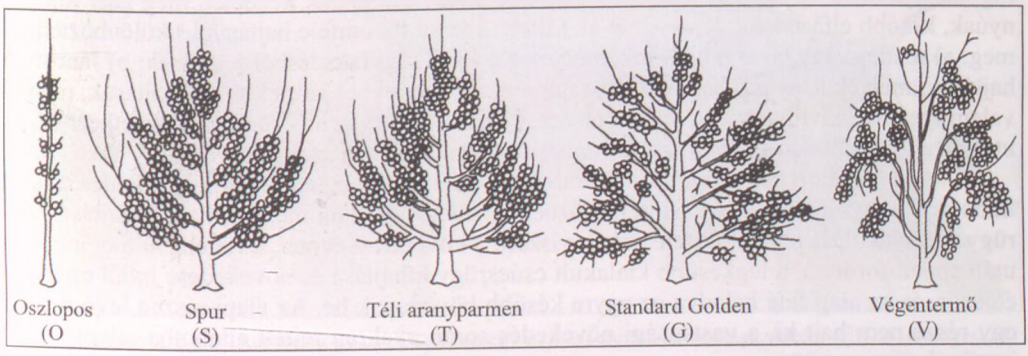
A termésképzési jelleg a DUS (különbözőség, homogenitás, állandóság) vizsgálatoknál is fontos tulajdonság, mert lényeges eltérések vannak a fajták között abban a tekintetben, hogy a fa mely részén s milyen vesszőkön fejlesztik virágaikat, illetve terméseiket (31. ábra). Az alapi terméshozású fajtákra az jellemző, hogy az idősebb termőgallyakon, főként a rövid termőrészeken képeznek vegyesrügyeket ('Starkrimson Delicious'). Az átmeneti típusú fajták mindkét termővessző-típuson hoznak termést ('Golden Delicious'). A végentermő fák az ágak végén levő fiatal termőgallyakon, rendszerint a hosszúvesszők végén fejlesztik vegyesrügyeiket ('Rome Beauty').



31. ábra. Almafajták terméshozási jellege. Alapi, csak rövid termőrészeken (1), átmeneti, rövid termőrészeken és hosszú termővesszőkön (2), végentermő, csak hosszú termővesszőkön (3) (Lespinasse 1980)

Az elágazásra való hajlam, az elágazódások elrendeződése és a termésképzési jelleg együttes figyelembevételével a szakirodalom (Lespinasse 1980, Lespinasse–Delort 1986, Zang–Dai 2011, Tóth 1997) alapján az almafajtákat öt fő terméshozási típusba lehet csoportosítani. Az egyes csoportok jellemzőit a következőkben ismertetjük (32. ábra).

Az oszlopos (O) fajták tipikus képviselője és génforrása a 'McIntosh Wijcik'. A továbbnövekedés szinte kizárólag csak csúcsi irányú, a fák oldalelágazást nem, vagy alig nevelnek. Az egyetlen vezérágból álló fa merev és szilárd, ezért támrendszerre nincs szükség, s a fákat metszeni sem kell. A fán gyakorlatilag a sudár a termőgally, s ezen vagy ehhez közel foglal-



32. ábra. Almafajták jellegzetes terméshozási típusai (Forrás: Tóth 1997)

nak helyet a rendszerint rövid termővesszők. Hajtásain az ízközök nagyon rövidek, a levelek örvösen fejlődnek. Hátrányuk az alternanciára való fokozott hajlam. E csoportba tartoznak az ún. Ballerina fajták 'Telamon' (Waltz), 'Trajan' (Polka), 'Tuscan' (Bolero), 'Flamenco' s a díszalma 'Maypole'.

A spur típusú (S) fajták esetében az egyes oldalágak alapjuk felé szélesednek, mivel hajlamosak az alsó állású erős oldalelágazások fejlesztésére (bazitóniás jelleg). A sudár határozottsága fajtánként eltérő, de sosem kifejezetten erős. A típusra jellemző alapi terméshozási hajlamnak megfelelően a termőrészek többsége a kétéves vagy inkább az annál idősebb termőgallyakon fejlődik. Viszonylag rövid az ízköz, a függőlegesen álló termőképletek is hamar berakódnak termőrészekkel, s a termővesszők többsége rövid. Alternanciára hajlamosak. A csoportba sorolható, hazánkban ismert fajták: 'Redspur Delicious', 'Wellspur Delicious', 'Starkrimson Delicious', 'Golden Spur'.

A Téli aranyparmen típusú („T") fajták esetében a sudárhoz csak a fő vázágak ízesülnek, nagyon erősen és nagy vázágszöggel. A sudárnak nagyobb a dominanciája, mint a spur típusok esetében, de a még meglevő bazitóniás jellegből következően – különösen erősebb alanyon – erős a hajlam az alsó állású gallérágak megerősödésére. Még itt is elég kifejezett az alapi terméshozási hajlam, s a termőrészek többsége a két–hároméves termőgallyakon fejlődik. E csoportba sorolhatók: 'Delicious', 'Téli aranyparmen', 'Staymared', 'Asztraháni piros', 'Nyári fontos'.

A standard Golden (G) típusba tartozó fajtáknál a koronán belül az oldalágakhoz viszonyítva a sudár határozott dominanciával rendelkezik, s ezek metszés nélkül is szabályos kúpszerű koronát fejlesztenek. Az ilyen fajták tehát ideálisak kis térállású orsófák nevelésére. A termőgallyak közvetlenül a sudárhoz ízesülnek, általában 60–90°-os szögben. Általában nagyon sok rövidhajtás fejlődik. A termőrészek többségét az egy–hároméves termőgallyakon fejlesztik. A jelenleg árutermesztésre javasolható fajták többsége e csoportba tartozik: pl. 'Jonathan', 'Gala', 'Idared', 'Golden Delicious'.

A végentermő típusú (V) fajták a korona alsó részén kevés és gyenge elágazást fejlesztenek, s az akrotóniás elágazási hajlamból eredően az erősebb oldalágak a sudár felső harmadában fejlődnek. Termőkorban a korona jellegzetesen hengeres alakú lesz. A vázágak elágazódási hajlama gyenge, vagyis felkopaszodásra hajlamosak, inkább csúcsi irányban hosszabbodnak. E csoportnál legerősebb a csúcsi terméshozási hajlam. Következésképpen a termő zóna a fa korosodásával a korona palástja felé húzódik, s a termőrészek zömét az egy- és kétéves termőgallyakon fejlesztik. Ide tartozó fajták: 'Rome Beauty', 'Granny Smith'.

d) Hajtás, vessző

Hajtásnak az első éves szárképletet nevezzük, amelyeken levelek, a levelek hónaljában pedig rügyek fejlődnek. A rügyből kifejlődő hajtások a tenyészidőszak kezdetén még lágy állományúak, később elfásodnak. Kárpáti et al. (1968) szerint háromféle hajtástípus különböztethető meg: a) rendes vagy tavaszi hajtások, melyek a tavaszi rügyfakadásból fejlődnek; b) Jánosnapi hajtások, melyek a tavaszi hajtások folytatásaként fejlődnek; c) járulékos zöldhajtások, melyek valamilyen rendkívüli tényező (erős metszés, ifjítás) hatására az alvórügyekből keletkeznek. Az utóbbit a gyümölcstermesztési szóhasználatban vízhajtásoknak szokás nevezni.

A hajtásokon nóduszok és internódiumok vannak, és az interkaláris növekedés során a nóduszok eltávolodnak egymástól, miközben az internódiumok megnyúlnak. A hajtásokon a rügyek kialakulása alulról felfelé halad, viszont a következő évben, a vegetáció megindulása után éppen fordítva, a legkésőbb kialakult csúcsrügy kihajtása és növekedése indul meg legelőször, és az alap felé haladva ez egyre később következik be. Az alapi részen levő rügyek egy része nem hajt ki, a vastagsági növekedés során gyakran rejtett állapotba (alvórügyek) kerülnek (Pethő 1984).

Az internódiumok (ízközök) hosszúságát a fajták terméshozási típusa is befolyásolja. Méréseink szerint (7. táblázat), ha a standard Golden csoportba tartozó fajta ízközeinek hosszúságát 100-nak tekintjük, a spur fajtánál ennél 42%-kal, az oszlopos fajtánál pedig 53%-kal rövidebb ízközök fejlődnek.

7. táblázat

Standard, spur és oszlopos almafajták ízközeinek átlagos hosszúsága (Tóth új adat)

Fajta	Alany	Átlagos hajtáshosszúság (cm)	Átlagos ízközhosszúság (mm)
Watson Jonathan	M. 26	65,0	23,8
Starkrimson Delicious	M. 26	46,2	13,8
Polka	MM. 106	34,8	11,3

Ha az adott növényszervek primordiumainak keletkezését is figyelembe vesszük, akkor az alábbiakban foglalható össze az alma hajtásmorfológiájának alakulása [(Bijhoiver 1924, Abbott 1977, Bland 1978, Pratt 1988) cit. Webster 2005b]. A hosszúhajtáson, annak első növekedési évében, alulról felfelé haladva átlagosan: a) 7 rügypikkely-hegesedés, b) 9 v. 10 tavalyi eredetű levél, ami az előző évben iniciálódó primordiumokból keletkezett, c) 5 vagy több olyan idei eredetű levél, amelyik teljes egészében az aktuális szezonban képződött, d) s a hajtás csúcsán egy hajtásrügy vagy vegyesrügy fejlődik. A következő években a hosszúhajtások oldalrügyeinek egy részéből rövidhajtások keletkeznek, s mindegyiken 8–9 rügypikkely, 9–10 tavalyi eredetű primordiumból álló levélrozetta és csúcsán egy vegyesrügy vagy egy hajtásrügy alakul ki. Bland (1978) cit. Webster (2005b) részletes vizsgálatai azt bizonyították, hogy a hosszúhajtásokon nincs több rügy, mint a rövidhajtásokon, csak az ízközeik hosszabbak. A szokványos hosszúhajtás laterális (tavalyi és idei eredetű) levelekkel rendelkezik, s rendszerint virágzatot is tartalmazó vegyesrügyben zárul.

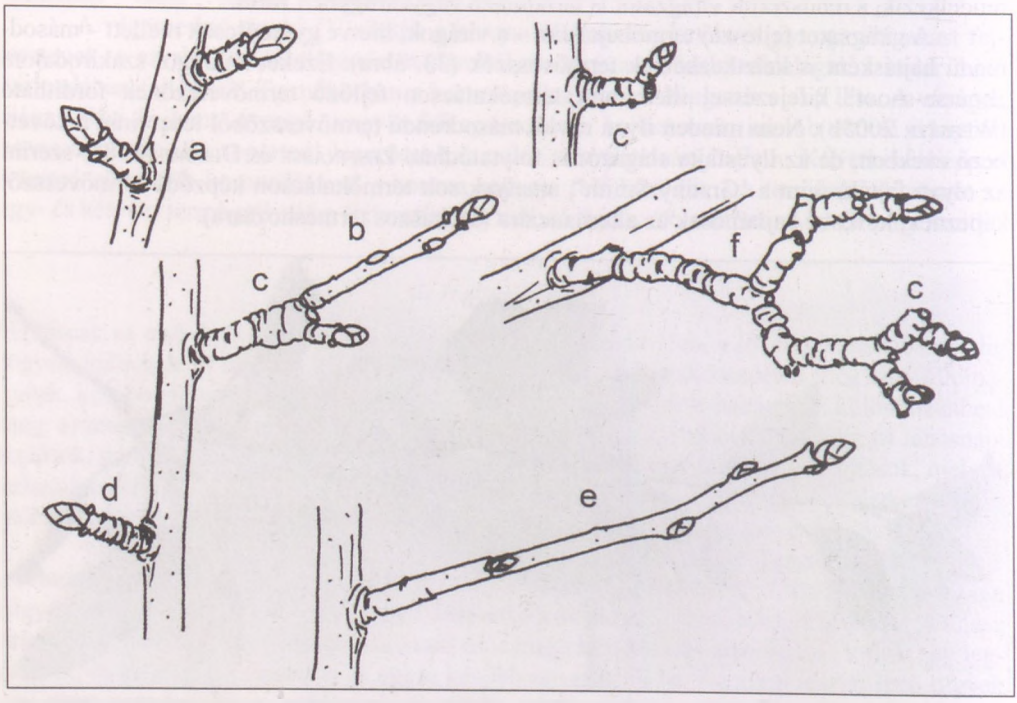
A virágzatot fejlesztő termőhajtásból – a virágok, illetve gyümölcsök mellett – másodrendű hajtásként is keletkezhetnek termővesszők (33. ábra). Ezeket az angol szakirodalom „bourse-shoot" kifejezéssel illeti, ami termőkalácson fejlődő termővesszőnek fordítható (Webster 2005b). Nem minden ilyen rövid, másodrendű termővesszőből lesz virág a következő években, de az ilyesfajta elágazódás folytatódhat. Lespinasse és Delort (1986) szerint az olyan fajták, mint a 'Granny Smith', amelyek sok termőkalácson képződő termővesszőt képeznek, kevésbé hajlamosak az alternanciára (szakaszos terméshozásra).

33. ábra. Vegyesrügyből képződött gyümölcskezdemény és másodrendű termőelágazásként fejlődő termővessző (Fotó: Tóth Magdolna)

A levelek hónaljában keletkező rügyek minőségük vagy tartalmuk szerint két fő csoportba sorolhatók. A hajtásrügyek keskenyek, megnyúltak, hosszúkásak, s kihajtás esetén belőlük kizárólag csak hajtás fejlődik. A nagyobb és duzzadtabb megjelenésű, virágzatot is fejlesztő vegyesrügyekből az imént írottak szerint a virágzat mellett hajtásképlet is fejlődhet, ezért ezeket a gyümölcstermesztési terminológiában vegyes virágrügynek is szoktuk nevezni (TÓTH 2009).

Az egy éves, lombtalan, beérett rügyekkel rendelkező szárképletet nevezzük vesszőnek (X. kötet 6. tábla *b*). Rendeltetésük vagy funkciójuk alapján megkülönböztetünk növekedési és termővesszőket. A növekedési vesszők beérett, többnyire csak hajtásrügyet tartalmazó hajtásképletek. A gyümölcstermő növényen elfoglalt helyzetük szerint léteznek: a) vezérvesszők: csúcs, ill. végálló rügyekből fejlődnek, s a vázágak és a sudár hosszanti növekedését biztosítják; b) oldalvesszők: oldalrügyekből képződnek, többnyire a termőrészek alapját képezik; c) fattyúvesszők (vízhajtásokból képződnek): idősebb részekből, rejtett rügyekből törnek elő (TÓTH–SIMON 2009).

Az almánál a szakmai szóhasználatban az éves termővesszők különböző típusaira (34. ábra) a következő speciális elnevezéseket alkalmazzák (TÓTH 1997). Dárda: max. 5 cm-es hosszúságú, csúcsán rendszerint vegyesrügy, oldalán levélripacsok vagy fejletlen hajtásrügyek vannak. Sima termőnyárs: legfeljebb kb. 20 cm hosszú. csúcsán nagy gyakorisággal vegyesrügy, oldalán fejletlen hajtásrügyek vannak. Középhosszú termővesző: 20–50 cm hosszú, csúcsán a fajtától, a termőgally korától és a vessző hosszúságától függően vegyesrügy vagy hajtásrügy van, oldalán többségében hajtásrügyek, de egyes fajták esetében és fiatal fákon előfordulhatnak vegyesrügyek is. A termővesszők egyik része kétéves termőgallyhoz ízesül, mivel azok oldalsó vagy csúcsi helyzetű hajtásrügyeiből fejlődtek. A termővesszők másik része pedig botanikailag a „termőkalács" nevű képződmény másodrendű képlete.



34. ábra. Az alma jellegzetes termőrészei. Dárda (a), sima termőnyárs (b), termőkalács (c), gyűrűs termődárda (d), termővessző (e), elágazódott termőbog (f) (TÓTH 1997)

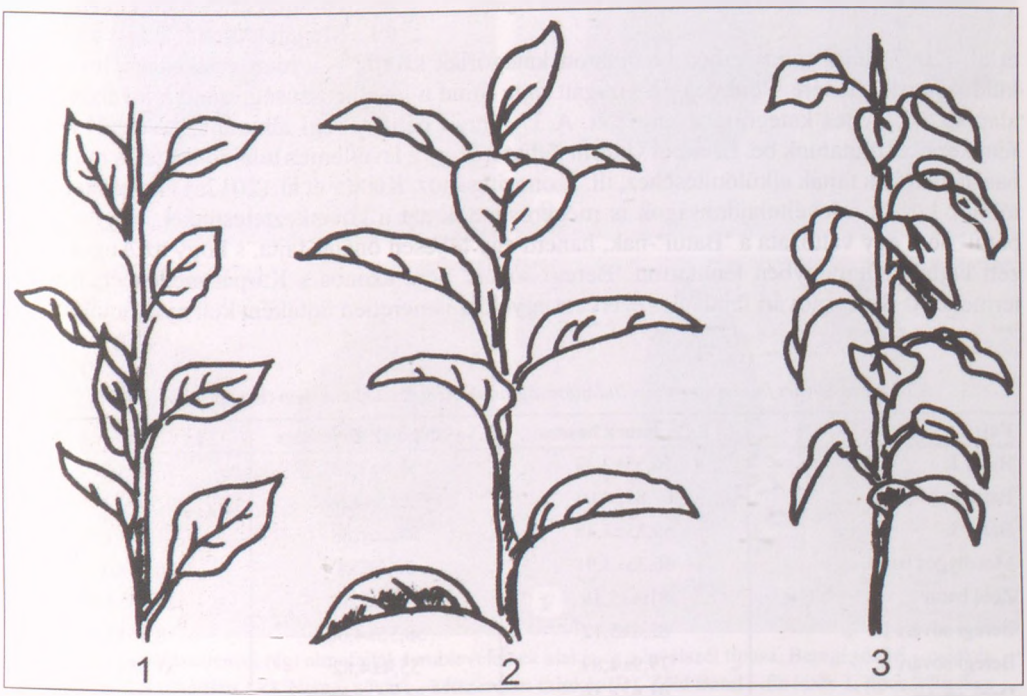
A termőkalács az almaterméűekre jellemző sajátos képződmény (X. kötet 6. tábla *d*). Kialakulásának alapja az, hogy a termés hajtásképlet-kezdeményt is tartalmazó vegyesrügyből keletkezik. Ebből tehát fejlődik egy leveles rövidhajtás (5–15 mm), ennek a csúcsán van a virágzat, s e hajtás és a virágzattengely együttes megvastagodásából fejlődik a termőkalács. A megvastagodás összefüggésben van a gyümölcshöz vándorló anyagok felhalmozódásával. Minél tovább fejlődik a gyümölcs, annál duzzadtabb a termőkalács. A megvastagodott részen, a gyümölcs(ök) mellett, még a termőkalács kialakulásának évében másodrendű képződményként rövidebb–hosszabb termőhajtások keletkezhetnek. A 33. ábra egy ilyen termővessző fejlődését is szemlélteti.

Az idősebb fákon az egykori éves termővesszők továbbnövekedése révén többszörösen elágazott termőgallyak alakulnak ki, s a gyümölcstermesztési terminológiában az idősebb termőképleteknek is sajátos elnevezéseket (pl. gyűrűs dárda, gyűrűs termőnyárs) adnak, de maguk a vegyesrügyek minden esetben egy éves termővesszőkön találhatók. A termőkalácsok több éven át történő elágazódásából keletkezik a termőbog (34. ábra).

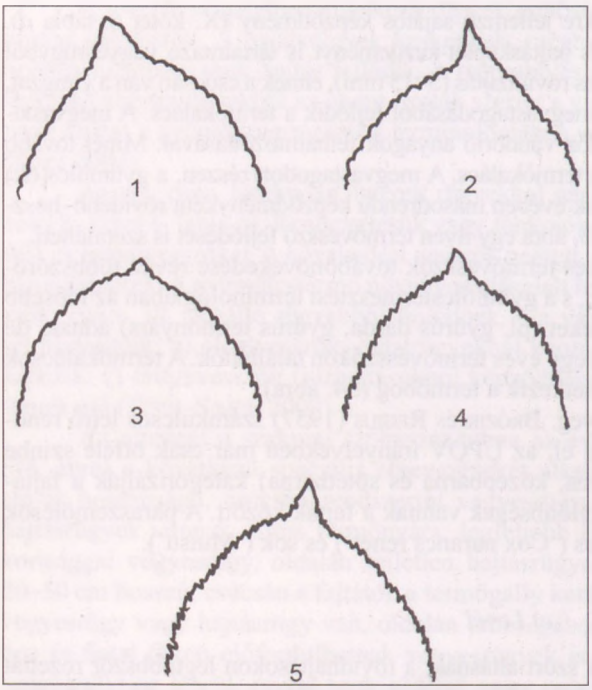
A vesszők színe fontos fajtabélyeg. Brózik és Regius (1957) számkulcsos leíró rendszerében 13 féle vesszőszínt különített el, az UPOV irányelvekben már csak ötféle színbe (zöldesbarna, pirosasbarna, világosbarna, középbarna és sötétbarna) kategorizálják a fajtákat. A vessző szőrözöttségében nagy különbségek vannak a fajták között. A paraszemölcsök száma lehet kevés ('Alkmene'), közepes ('Cox narancs renet') és sok ('Mutsu').

e) Levél

Az alma hosszúhajtásain a lomblevelek szórt állásúak, a rövidhajtásokon legtöbbször rozettát képeznek. Fontos fajtabélyeg a levéllemez hajtáshoz viszonyított állása, ami legjobban a faiskolai állományban minősíthető. Mind a korábbi pomológiai szakirodalmak, mind az UPOV irányelvek a levélállás szerint három fő típust (felálló, kiálló és csüngő) különítenek el (35. ábra).



35. ábra. A levelek hajtáshoz viszonyított állása. Felálló pl. 'Winesap' (1), kiálló pl. 'Golden Delicious' (2), csüngő pl. 'Granny Smith' (3). (Brózik 1957; Rajz: Molnár Ágnes)



36. ábra. A levéllemez szélének bemetszése. Csipkés pl. 'Summerred' (1), kétszeresen csipkés pl. 'Akane' (2); fűrészes 1. típus pl. 'Gala' (3); fűrészes 2. típus pl. 'Sir Prize' (4); kétszeresen fűrészes pl. 'Mutsu' (5) (UPOV 2005; Rajz: Molnár Ágnes)

A levelek három fő részre (levéllemez, levélnyél, levélalap) tagolódnak (KÁRPÁTI et al. 1968). A levéllemez több tulajdonsága (hosszúság, szélesség, e kettő aránya, a zöld szín intenzitása, szőrözöttség a fonákon, valamint a levél szélének bemetszése) mind fontos pomológiai bélyegek. A levél alakja alapján a fajták elkülönítéséhez hatféle (elliptikus, megnyúlt elliptikus, fordított tojásdad, szív, kerekded és széles elliptikus) kategóriát használnak (BELLINI et al. 2007). Világoszöld levélszíne van pl. a 'Golden Delicious' fajtának, míg sötét a lomblevele a 'Mutsu'-nak. A levéllemez szélének bemetszése (a levéllemez felső felén) lehet csipkés, kétszeresen csipkés, fűrészes 1. típusú, fűrészes 2. típusú és kétszeresen fűrészes (36. ábra).

A 8. táblázatban a Batul és Sóvári fajtacsoport levéllemezének tanszéki vizsgálataink során 20–20 levélből mért értékei tanulmányozhatók. Megállapítható, hogy a BELLINI et al. (2007) leíró rendszerben bemutatott kategóriák szerint – a mért értékekben levő nagy különbségek ellenére – mindegyik vizsgált fajta mind a levélhosszúság, mind a levélszélesség alapján a közepes kategóriába tartozott. A 37. ábrán néhány régi almafajta leveléről készült fényképeket mutatunk be. Ezekből viszont látható, hogy a levéllemez tulajdonságai is milyen jól használhatók a fajták elkülönítéséhez, ill. azonosításához. KIRÁLY et al. (2012a) vizsgálatai során többek között e levéltulajdonságok is megerősítették azt a következtetésünket, hogy a 'Zöld batul' nem egy változata a 'Batul'-nak, hanem egy teljesen önálló fajta, s hogy az Angol Nemzeti Fajtagyűjteményben fenntartott 'Beregi sóvári' nem azonos a Kárpát-medencében régen termesztett Beregi sóvári fajtával, s ezért azt egyelőre ismeretlen fajtaként kell nyilvántartanunk.

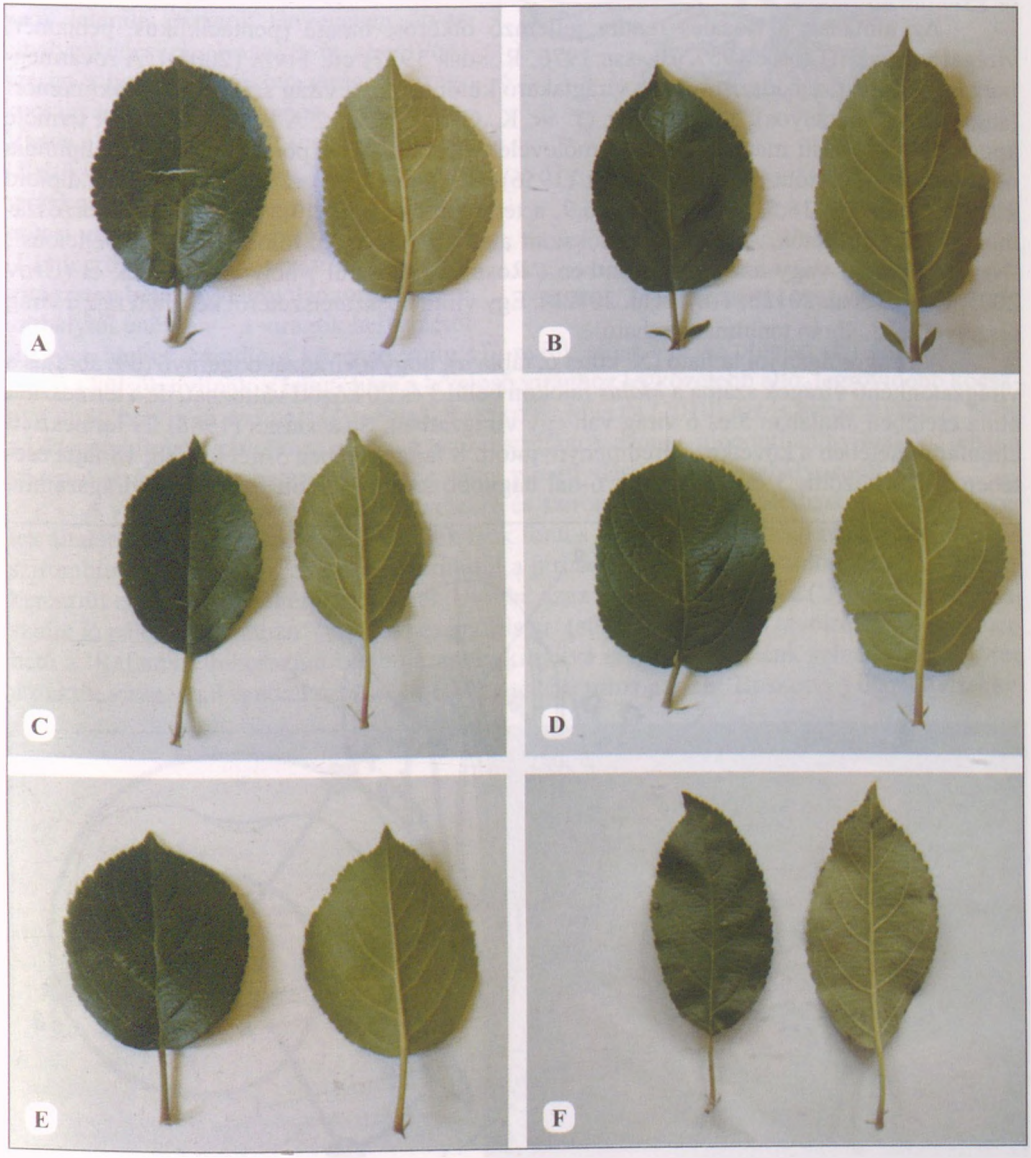
8. táblázat

A Batul és Sóvári fajtacsoport levéltulajdonságainak mért értékei mm-ben (KIRÁLY et al. 2012a)

Fajta	Levéllemez hossza	Levéllemez szélessége	Levélnyél hossza
Batul 1.	66,55±2,33	51,6±2,23	22,35±1,27
Batul 2.	67,85±4,03	53,15±3,69	22,75±2,10
Batul 3.	69,35±3,48	53,2±1,88	21,75±1,48
Mosolygós batul	66,35±3,91	53,1±2,8	20,95±2,26
Zöld batul	81,4±5,19	50,4±3,65	27,95±2,96
Beregi sóvári 1.	82,8±5,12	58,55±4,66	18,65±1,46
Beregi sóvári 2.	79,9±4,89	55,4±4,82	21,65±1,93
Daru sóvári	91,8±6,10	66,85±5,16	17,55±1,93
Nemes sóvári	87,7±4,28	60,15±4,31	18,8±1,51

A levélváll lehet nyélre futó ('Sárga szépvirágú'), kerekedő ('Nemes sóvári') és szíves. A levélcsúcs alapján két csoport (hegyezett és tompahegyű) különíthető el, s az almafajták döntő többségére a hegyezett levélcsúcs jellemző (37. ábra).

A pálhalevél hosszúsága (rövid, közepes és hosszú) is fontos fajtabélyeg, s Brózik és Regius (1957) a következő hat pálhalevél-alakot különítette el: szálas, keskeny-lándzsás, középszéles, széleslemezű, igen széleslemezű, sarlós. A 37. ábrán megfigyelhető a 'Zöld Batul' és 'Sárga szépvirágú' jellegzetes szálas, a 'Beregi sóvári' lándzsa és a 'Nemes sóvári' középszéles pálhalevél alakja.



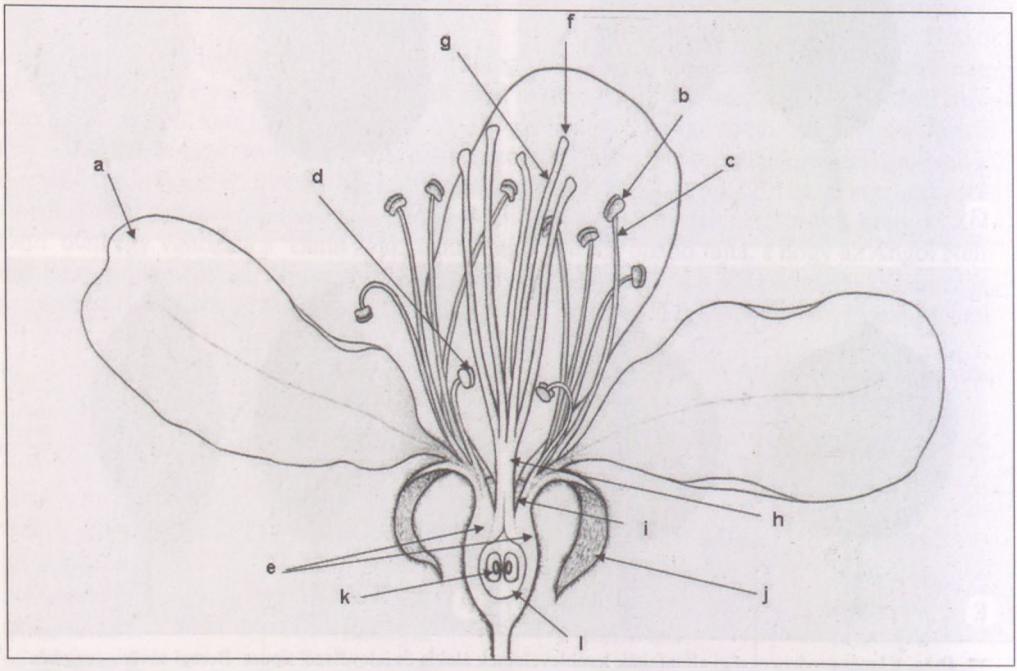
37. ábra. Kárpát-medencei régi almafajták lombleveleinek alakja és a levélszél típusa. Beregi sóvári – csipkés levélszél széles elliptikus (A), Nemes sóvári – kétszeresen csipkés (B), Zöld Batul – fűrészes 1. típus, ellipikus (C), Beregi sóvári hamis = ismeretlen fajta – fűrészes 2. típus, széles elliptikus (D), Batul – kétszeresen fűrészes, kerekített (E), Sárga szépvirágú – kétszeresen csipkés, keskeny elliptikus (F) (Fotó: Király Ildikó)

3. VIRÁGZAT, VIRÁG

Mint korábban tárgyaltuk, alma vegyesrügyek egyaránt képződhetnek a rövidhajtások végén, vagy a hosszúhajtások oldalán. DENNIS (2003) szerint e tekintetben a fajták között jelentős különbségek vannak. Vannak olyan fajták, amelyek főként a hosszúvesszők csúcsrügyeiből képeznek virágzatokat ('Rome Beauty', 'Paulared'), mások viszont zömmel rövidvesszők csúcsrügyeiből virágoznak ('McIntosh', 'Red Delicious'). Bizonyos fajták esetében nagyon ritkán, vagy sohasem fejlődik virágzat az oldalrügyekből ('McIntosh'), más fajtáknál viszont ez gyakran előfordul.

Az almának a Rosales rendre jellemző ötkörös, öttagú (pentaciklikus, pentamér) virágai vannak [(LEPPIK 1957, BLASSE 1976, RÜNGER 1977) cit. FINTA (2004)]. A rovarmegporzású virágok szabadszirmúak, a virágtakaró különnemű, a virág szimmetriája aktinomorf (sugarasan részarányos). Virágképlet: ⚥ ✳ K_5 C_5 A_{10+5+5} G_{5-2}. A kétivarú virágok termője apocarp, alsó állású magházzal. A termőlevelek száma 5–2. A porzók száma a poliploidia növekedésével viszont csökken. HASKEL (1956) cit. FINTA (2004) vizsgálatai szerint a diploid virágok átlagosan 18,5, a triploidok 16,9, a teraploidok pedig 13,8 virágonkénti porzószámokkal jellemezhetők. A bibék a portokszint alatt ('Alkmene'), fölött ('Golden Delicious', 'Nemes sóvári') vagy azzal egy szintben ('Rosmerta', 'Batul') helyezkedhetnek el (UPOV 2005, KIRÁLY et al. 2012b, TÓTH et al. 2012b). Egy virág hosszmetszetéről készített rajz a virág részeivel a 38. ábrán tanulmányozható.

A virágos ágán jól látható (X. kötet 6. tábla *a*), hogy a virágzat bogernyő (39. ábra), s a virágzatonkénti virágok száma a *Malus* fajokon belül 3 és 20 között változhat, de a termesztett alma esetében általában 5 és 6 virág van egy virágzatban. SILBEREISEN (1988) 29 termesztett almafajta esetében a következő eredményre jutott. 8 fajta esetében 5-nél kisebb; 18 fajta esetében 5–5,9 közötti; 3 fajta esetében 6-nál nagyobb számot kapott az átlagos virágszámra.



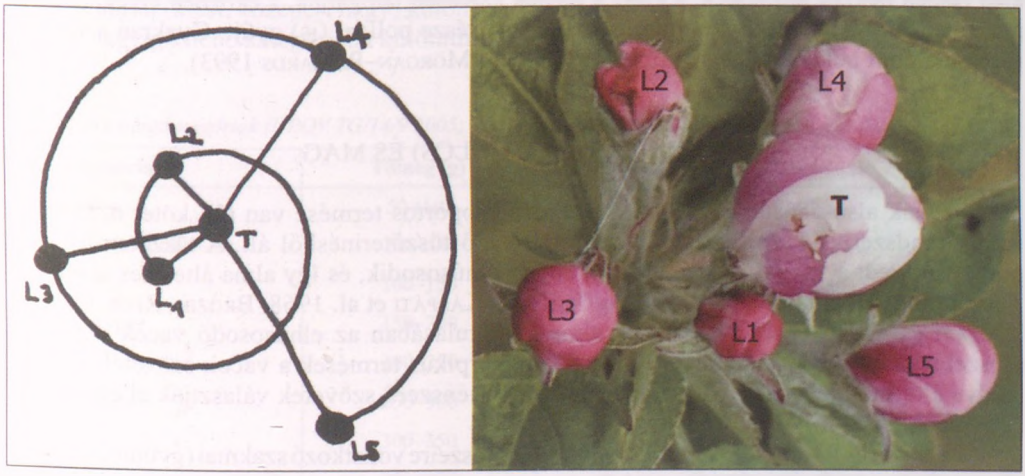
38. ábra. Az almavirág részei hosszmetszeti rajz alapján. Sziromlevél (a), felrepedt portok (b), porzószál (c), zárt portok (d), vacok (e), bibe (f), bibeszál (g), összenőtt bibeszál (h), nektár (i), csészelevél (j), magkezdemény (k), a vacokba süllyedt magház (l) (MCGREGOR 1976 cit. DENNIS 2003; Rajz: Molnár Ágnes)

PRIOL (1962) 42 termesztett alma több évjáratban történő megfigyelésével bizonyította, hogy a virágzatonkénti virágok száma genetikailag meghatározott, az évjáratok ezt nem befolyásolják lényegesen.

A virágzat közepén található a csúcsi vagy középső virág (esetenként királyvirágnak is nevezik), s VISSER (1953) közlése óta ismert, hogy az oldalsó vagy laterális virágok lényegében örvös elhelyezkedésűek. KÁRPÁTI et al. (1968) szerint a bogernyőt alkotó virágok virágkocsánya nagyjából azonos hosszúságú. VISSER (1953), továbbá RACSKÓ és MILLER (2010) viszont megfigyelte, hogy az egyes virágkocsányok hosszúsága nem azonos, a csúcsi virághoz legközelebb álló virágnak (L1) legrövidebb a kocsánya. A bogernyő virágzaton belül a virágnyílás sorrendje – a szabálytól eltérően – a virágok helyzetétől függően alakul. Mindig a középső virág (T) nyílik először, s az oldalsó (L) virágok közül előbb a külsők nyílnak, s legutoljára a középső virághoz legközelebb álló, legrövidebb kocsányú virág bontja ki szirmait (40. ábra). RACSKÓ és MILLER (2010) azt is bebizonyította, hogy a középső bimbó eltávolítása esetén a laterális virágok azonos időpontban nyílnak ki, tehát a középső virágnak meghatározó szerepe van a virágnyílási sorrend szabályozásában.

39. ábra. Az alma bogernyő virágzata (TÓTH 1997)

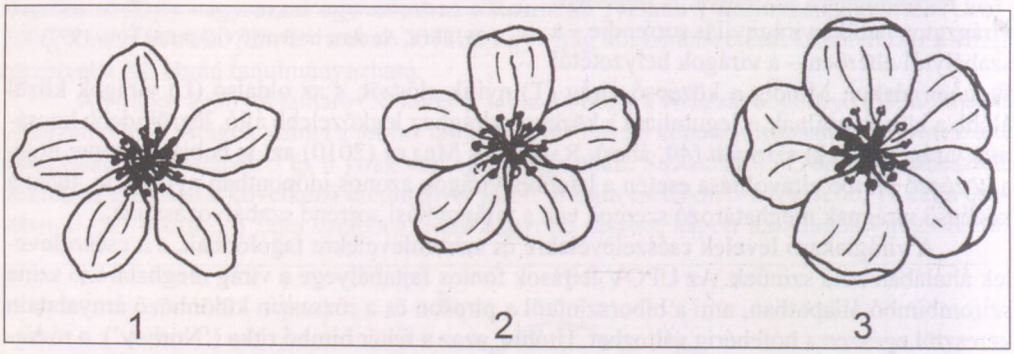
A virágtakaró levelek csészelevelekre és sziromlevelekre tagolódnak, s a csészelevelek általában zöld színűek. Az UPOV leírások fontos fajtabélyege a virág meghatározó színe szirombimbó állapotban, ami a bíborszínűtől a piroson és a rózsaszín különböző árnyalatain keresztül egészen a hófehérig változhat. Utóbbi, azaz a fehér bimbó ritka ('Norhey'), a rózsaszínre jó példa a 'Jonathan' (világos) és az 'Elstar' (sötét rózsaszín), s távolról is jól felismerhető a 'Rafzubin' bíborszínű bimbója, mely kinyílva is megtartja élénk színét. A különösen attraktív virágzattal rendelkező fajták ('Marosszéki piros páris', 'Boskoop') díszítő értékkel



40. ábra. A virágok elhelyezkedése a bogernyő virágzaton belül. Virágnyílási sorrend: T – L5 – L4 – L3 – L2 – L1 (Rajz: Molnár Ágnes, Fotó: Tóth Magdolna)

is rendelkeznek. A vörös hússzínű (vérbélű) fajtáknak viszont a sziromlevele is mindig pirosas. Kinyílt állapotban a sziromlevelek többsége fehér vagy világos rózsaszín (BENEDEK et al. 1989). Régóta ismert, hogy – más rovarmegporzású gyümölcsfajokhoz hasonlóan – az almavirágok is tipikusan entomofil virágszerkezetűek, s jellemző rájuk a feltűnő sziromlevél, az illatkibocsájtás, a nektár- és pollentermelés (LEPPIK 1957 cit. FINTA 2004). A fehér virágú fajták között vannak feltűnőbb, sűrű rózsaszín nektárvonalakkal tarkított sziromlevelű fajták, amelyek a méhek tájékozódását is segítik.

További fontos jellemző a virágszirmok elhelyezkedése (41. ábra), nagysága és alakja. Saját megfigyeléseink szerint egymást átfedő (3) virágszirom jellemző pl. a Sóvári és a Batul fajtacsoportra (KIRÁLY et al. 2012b), továbbá az Artemisz, Rosmerta és Hesztia fajtákra. Egymást érintő (2) a 'Golden Delicious', a 'Cordelia' és a 'Húsvéti rozmaring' virágszirma, és DIBUZ et al. (2008) szerint nem érintik egymást (1) a szirmok a Cox narancs renet és a Staymared fajták virágaiban. Ugyanezen szerzők átlagosan 46,1 mm értéket kaptak 14 fajta átlagos virágátmérőjére, s a triploid fajtáknak nagyobb (47,6 mm) volt az átmérője, mint a diploidoknak (45,5 mm). Például a 'Gravenstein' virágai olyan nagyok, mint egy vadrózsa virágai (MORGAN–RICHARDS 1993). A sziromlevél (X. kötet 6. tábla *c*) alakja elliptikus, tojásdad és kerekded lehet (BELLINI et al. 2007).



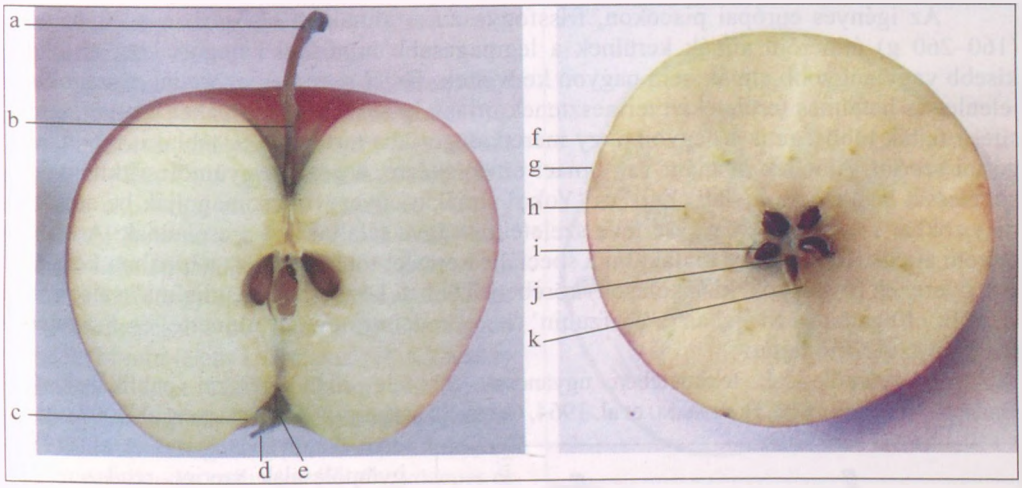
41. ábra. A virágszirmok egymáshoz viszonyított állása (TÓTH 1997)

Más gyümölcstermő növényekhez hasonlóan az almavirágok a portok- és bibeszálak alsó részén nektárt termelnek, s ezért a méhek szívesen látogatják, s eközben elvégzik megporzó tevékenységüket. Egyébiránt a méhek egy része pollent (is) gyűjt. Gyakran a virágok illatosak, mint például a 'James Grieve' esetében (MORGAN–RICHARDS 1993).

4. TERMÉS (GYÜMÖLCS) ÉS MAG

Az almának alsó állású magházból keletkező csoportos termése van (X. kötet 6. tábla *f*), amely rendszerint 5, csillagszerűen elhelyezkedő tüszőtermésből áll. A tüszőtermés csoport besüllyedt a vacokba (alsó állású), amely elhososodik, és így alma áltermés alakul ki. Tüszőtermésenként általában 1–2 mag fejlődik (KÁRPÁTI et al. 1968, BRÓZIK–REGIUS 1957). KÁRPÁTI és TERPÓ (1968) szerint az alma kialakulásában az elhososodó vacok mellett a csészelevelek töve is részt vesz, és így az apokarpikus termések a vacok szövetébe bemélyedve áltermössé lesznek. A magházakat pergamenszerű szövetek választják el egymástól és a vacok húsától.

BRÓZIK és REGIUS (1957) az almagyümölcs részeire vonatkozó szakmai (gyümölcsészeti) elnevezéseket a következőképpen feleltette meg a növénytanilag szabatos szakkifejezésekkel: gyümölcshéj = vacokbőr vagy külső terméshéj (exocarpium); gyümölcshús = vacokhús vagy



42. ábra. Az almatermés főbb részei hossz- és keresztmetszetben. Gyümölcskocsány v. szár (a), kocsánymélyedés v. szármélyedés (b), csészemélyedés v. csészeüreg (c), csészelevelek (d), porzók maradványa (e), gyümölcshús v. középső terméshéj (f), gyümölcshéj v. külső terméshéj (g), edénynyalábok (h), mag (i), magrekesz (j), magház v. vacoköböl (k). (Fotó: Pázmándi Ildikó)

középső terméshéj (mesocarpium); magház = vacoköböl; magrekesz = tüszőtermés; szár = gyümölcskocsány. A 42. ábra egy keresztmetszeti és egy hosszmetszeti képen szemlélteti az almagyümölcs részeit.

Tromp (2005b) szerint a gyümölcs minőségét meghatározó főbb tulajdonságok: méret és alak, szín, frissesség, íz, húsállomány, táplálkozási érték s a héj- és húshibák jelenléte vagy hiánya. Ezek közül külső alaktani tényezőként a méret fontos fajtabélyeg, de a genetikailag meghatározott mérettulajdonság kifejeződését számos módosító tényező (pl. gyümölcskötődés, tápanyag- és vízellátás, időjárási tényezők) befolyásolja (lásd a IX. fejezetben.) A vonatkozó szakirodalmakban – részben a méret, mint gazdasági értékmérő tulajdonság figyelembevételével – sokféle méretkategorizálásra láthatunk példákat. A fajtaminősítések során nemzetközileg használatos UPOV irányelvek a gyümölcs átmérője és magassága tekintetében 3–3 kategóriát (kicsi, közepes, nagy) különítenek el. Maga a gyümölcsméret a nagyon kicsitől nagyon nagyig kilenc kategóriába különíthető (9. táblázat).

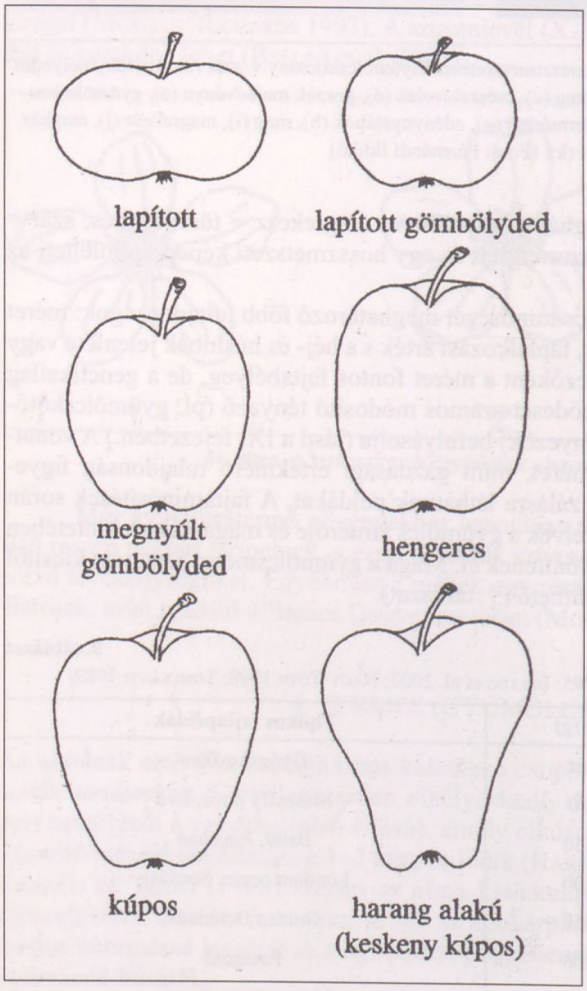
9. táblázat

Alma méretkategóriák (UPOV TG/14/9 2005; Bellini et al. 2007; Nagy-Tóth 1998; Tomcsányi 1989*)*

Méretkategória	Tömeg (g)	Tipikus fajtapéldák
nagyon kicsi	50 alatt	Gyógyi csíkos
nagyon kicsi – kicsi	50–100	Simonffy piros, Éva
kicsi	100–150	Batul, Jonathan
kicsi – közepes	150–200	Londoni pepin, Starking
közepes	200–250	Golden Delicious
közepes – nagy	250–300	Jonagold
nagy	300–350	Mutsu, Nyári fontos
nagy – nagyon nagy	350–400	Bramley's Seedling
nagyon nagy	400 fölött	Howgate Wonder, Sekaiki

Az igényes európai piacokon, frissfogyasztású almaként elsősorban a 70–85 mm (160–260 g) átmérőjű almák kerülnek a legmagasabb minőségi kategóriákba, az ennél kisebb vagy nagyobb almák nem nagyon kedveltek. Ezzel szemben az ázsiai országokban jelenleg is hatalmas területeken termesztenek óriási, közel 1 kg-os almákat, s az új nemesítésű fajták többsége is a nagyon nagy méretkategóriába tartozik a 9. táblázat méretkategóriái szerint. Ajándék gyanánt vagy piaci értékesítésre, a gondos gyümölcsritkítással és neveléssel hatalmasra hizlalt 'Fuji' és 'Yoko' almákat egyesével csomagolják be attraktív dobozokba, s az asztal közepére téve szeletekre vágva tálalják azt a családnak. A kisebb méretű almák iránt is kezd kialakulni a speciális kereslet többek között a bioalma kedvelői és a gyerekek (óvodások, kisiskolások) körében. Többek között ilyen „sulialma" szlogennel sikerült elfogadtatni Svájcban a 'Rafzubin' (kereskedelmi nevén Rubinette) és Franciaországban az Ariane fajtát.

A gyümölcsalak tekintetében ugyancsak többféle elkülönítéseket publikáltak (pl. Oberdieck–Lucas 1860, Bordeianu et al. 1964, Götz–Silbereisen 1989, Bellini et al. 2007). Mindent összevetve Aeppli et al. (1983) gyümölcsalak szerinti rendszere jellemzi legjobban a főbb hosszanti gyümölcsalakokat az alma esetében (43. ábra). A gyümölcsalak a hosszúság/átmérő arányából számított értékkel is jól jellemezhető. A nagyon lapított gyümölcsök ('Téli piros pogácsa') nehézkes áruvákészítésük miatt sem jöhetnek számításba a mai üzemi termesztésben. Bizonyos vegyszeres kezelésekkel (gibberellinsav és citokinin hatóanyagok) a magasság/átmérő arány növelhető, azaz a piaci kereslet érdekében megnyúltabb almákat lehet előállítani. A keresztmetszeti alak háromféle lehet: kerekded, hullámos és szabálytalan. Például a 'Magyar tányéralma' erősen bordázott gyümölcse csaknem szögletes keresztmetszeti alakot eredményez (44. ábra).

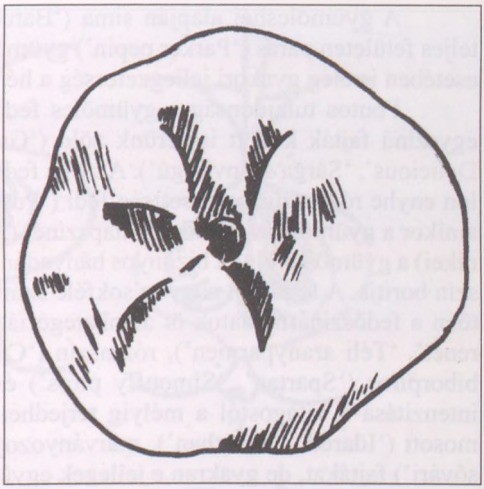


43. ábra. Gyümölcsalak típusok. Lapított pl. 'Téli piros pogácsa', lapított gömbölyded pl. 'Idared', megnyúlt gömbölyded, középen széles pl. 'Cordelia', hengeres pl. 'Mutsu', kúpos pl. 'Starking', harang alakú pl. 'Glockenapfel'. (Aeppli et al. 1983)

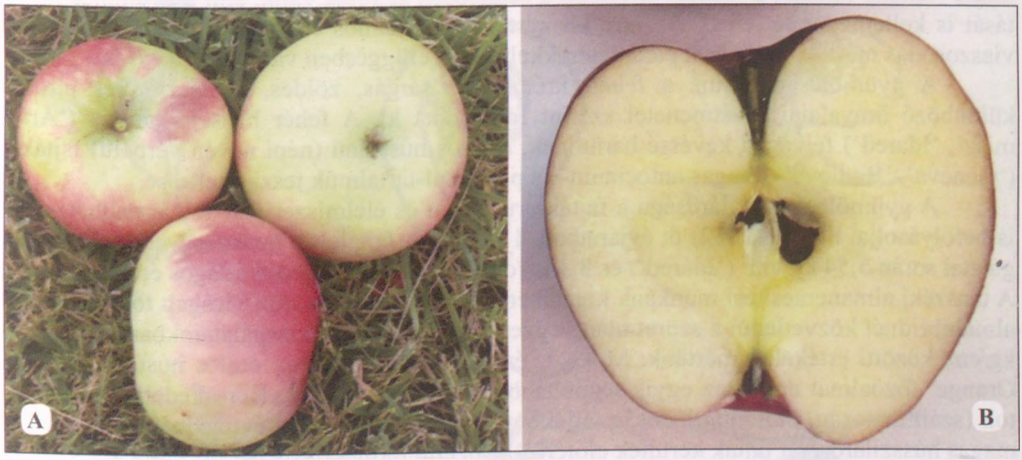
Főleg az igen nagy gyümölcsű fajták között vannak olyanok, amelyek gyakran fejlesztenek aszimmetrikus gyümölcsöket, ami áruérték szempontjából nem előnyös. Saját megfigyeléseink is igazolták a régi pomológiai leírásokban fajtabélyegként jelzett aszimmetrikus gyümölcsalakot például a 'Nyári fontos' esetében (45. ábra A). A képen jól látható a részaránytalanság, hiszen a kocsány, illetve a csésze nem a gyümölcs közepén helyezkedik el. Az aszimmetria gyakran a hosszanti alakon is jól kifejeződik, s ennek

gyakran a magvak egyenetlen fejlődése is oka lehet (45. ábra B).

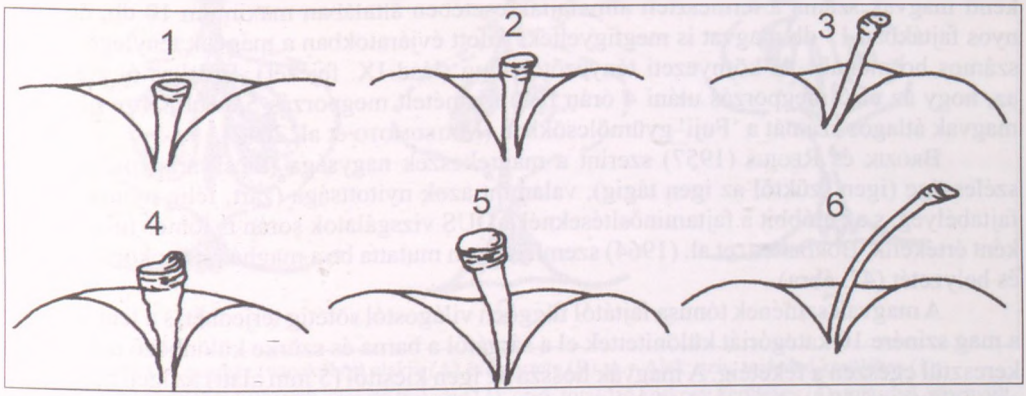
A termesztési értéket is meghatározó fontos pomológiai bélyeg a kocsány hosszúsága (46. ábra). A kocsánymélyedésből nem kiemelkedő kocsány ('Batul') a gyümölcsök szüret előtti hullását okozhatja, az igen hosszú és vékony kocsány ('Rewena') a termőrészről való leválasztást nehezíti némileg. Az UPOV irányelvek öt kategóriát (nagyon rövid: 10 mm alatt; rövid: 10–14; közepes: 14–20; hosszú: 20–24; nagyon hosszú: 24 mm felett) különítenek el. A kocsány vastagsága lehet vékony (3 mm-nél keskenyebb), közepes (3–3,5 mm között) és vastag (3,5 mm-nél vastagabb.) (46. ábra). A kocsány és csészemélyedés mélysége (sekély, közepes és mély), valamint szélessége (keskeny, közepes és széles) szintén fajtánként változó lehet.



44. ábra. A 'Magyar tányéralma' hullámosan bordázott gyümölcse (Rajz: Molnár Ágnes)



45. ábra. Aszimmetrikus gyümölcsök (Fotó: Tóth Magdolna és Pázmándi Ildikó)



46. ábra. A gyümölcskocsány hosszúsága és vastagsága. Hosszúság: rövid (1), középhosszú (2), hosszú (3), vastagság: vastag (4), közepes (5), vékony (6). (Tóth 1997)

A gyümölcshéj alapján sima ('Batul') és durva felületű ('Kanadai renet'), illetőleg teljes felületen parás ('Parker pepin') gyümölcsű fajták különíthetők el. A sima felületű fajták esetében is elég gyakori jellegzetesség a héj parásodása a kocsánymélyedésben ('Pónyik').

Fontos tulajdonság a gyümölcs fedőszíne, amely lehet egyszínű vagy összetett. Az egyszínű fajták között ismerünk zöld ('Granny Smith') és sárga gyümölcsűeket ('Golden Delicious', 'Sárga szépvirágú'). A sárga fedőszínű fajták felületét olykor a napnak kitett oldalon enyhe rózsaszín bemosottság fedi ('Pusztai sárga'). Összetett színeződés alatt azt értjük, amikor a gyümölcs valamilyen alapszínét (zöld, sárga és fehér különböző árnyalatai és keverékei) a gyümölcsfelület bizonyos hányadán a pirosnak valamilyen árnyalatához tartozó fedőszín borítja. A fedőszín nagyon sokféle színtípusban fejlődhet ki a gyümölcsökön, de alapvetően a fedőszínárnyalatok öt alapkategóriába csoportosíthatók: narancsvörös ('Cox narancs renet', 'Téli aranyparmen'), rózsaszín ('Cripps Pink'), piros ('Regal Prince', 'Rosmerta'), bíborpiros ('Spartan', 'Simonffy piros') és barnáspiros ('Fiesta', 'Artemisz'). A fedőszín intenzitása a világostól a mélyig terjedhet. A fedőszín jellege szerint megkülönböztetünk mosott ('Idared', 'Jonathan'), márványozott ('Elstar') és csíkozott ('Red Delicious', 'Zöld sóvári') fajtákat, de gyakran e jellegek együtt is előfordulhatnak.

A gyümölcs felületét különböző mértékű és kiterjedtségű hamvasság ('Vista Bella', 'Búzával érő alma') vagy paraszemölcsök sokasága ('Summerred', 'Beregi sóvári') is boríthatja. Néhány fajtánál a szedést követően a héj erősen zsírossá válik, ami a gyümölcs tapintását is kellemetlenné teheti. Az erre kismértékben hajlamos Jonagold fajtakör esetében a viaszosodás mértéke a tárolási paraméterekkel is összefüggésben van (Tóth 1995).

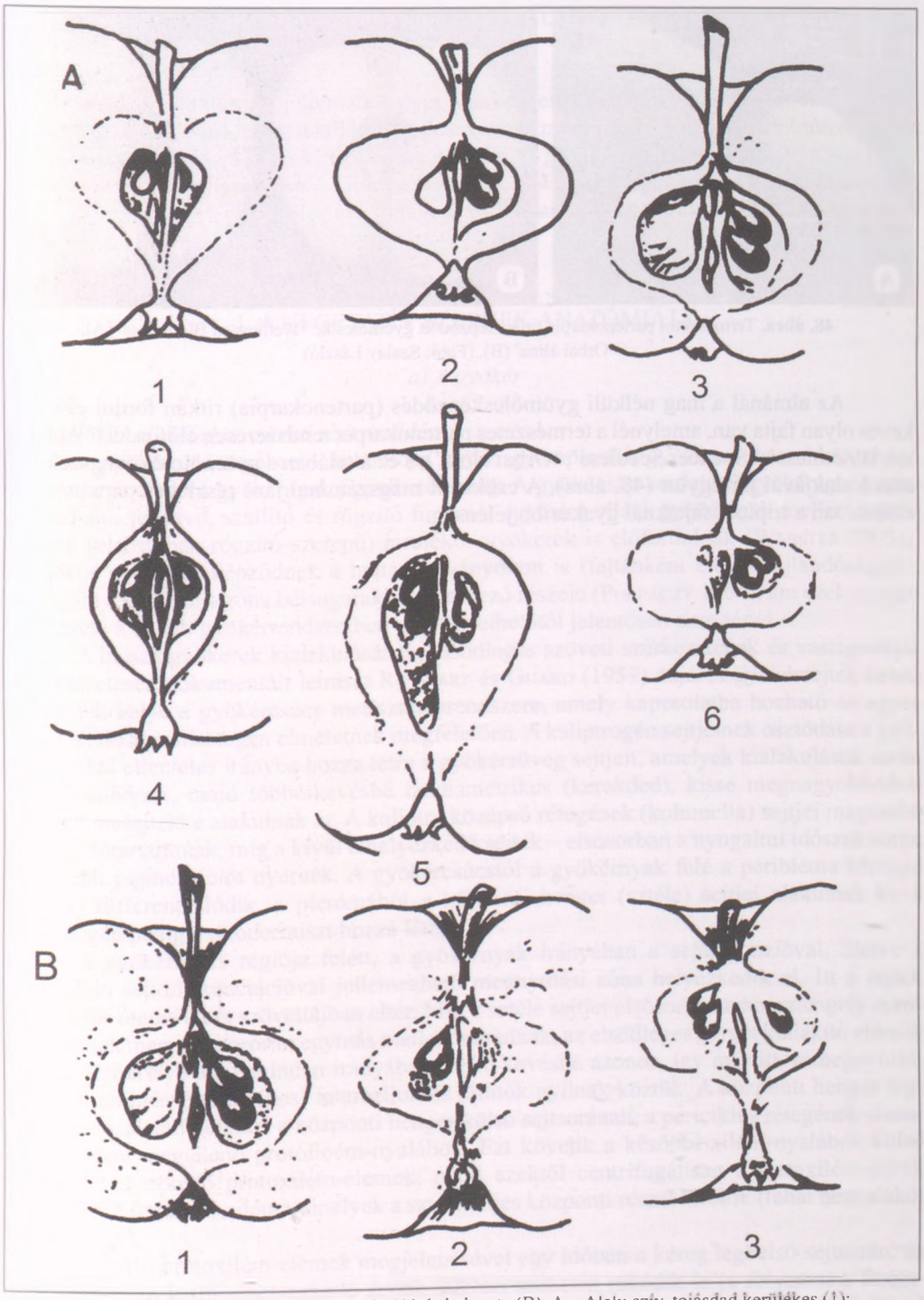
A gyümölcshús színe a fehér, krémszínű, sárgás, zöldes, rózsaszínű és pirosas különböző árnyalatai és átmenetei szerint fejeződhet ki. A fehér hússzínű fajták ('Artemisz', 'Idared') felvágva kevéssé barnulnak, a piros hússzínű (népi nevén vérbélű) fajtákat ('Geneva', 'Redlove'), magas antocianin- és polifenol-tartalmuk teszi értékessé.

A gyümölcshús szilárdsága a fajták áruértékét és élelmiszeripari felhasználhatóságát is befolyásolja. Ficzek (2012) öt évjáratban, 11 fajta ill. fajtajelölt bevonásával végzett vizsgálatai során 5,54 kg/cm^2 ('Idared') és 8,3 kg/cm^2 ('Cordelia') közötti átlagos értékeket mért. A tanszéki almanemesítési munkánk keretében a 2005 és 2011 között vizsgált több mint 500 almahibridnél közvetlenül a szüret után végzett penetrométeres vizsgálatainkban 3,7 és 11,9 kg/cm^2 közötti értékeket mértünk. Morgan és Richards (1993) az omlós húsú 'Bleinheim Orange' főzőalmát említi az egyik legpuhább húsú almafajtaként. Kereskedelmi szempontok (szállíthatóság, pultontarthatóság, állékonyság) miatt az utóbbi évtizedben elsősorban a magas hússzilárdságú fajták kerültek előtérbe az üzemi termesztésben.

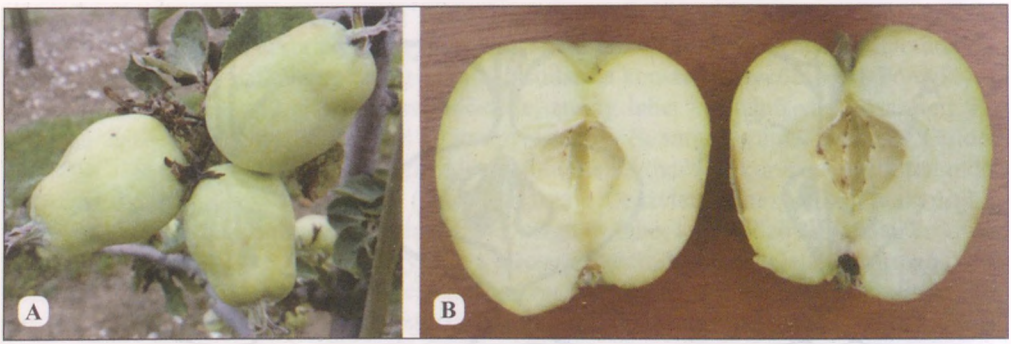
A mag (X. kötet 6. tábla *d*) az almagyümölcs magrekeszében fejlődik. A gyümölcsönkénti magvak száma a termesztett almafajták esetében általában maximum 10 db, de bizonyos fajtákban 15 db magvat is megfigyeltek. Adott évjáratokban a magvak tényleges száma számos hormonális és környezeti tényezőtől függ (lásd IX. fejezet). Érdekes új eredmény az, hogy az első megporzás utáni 4 órán belüli ismételt megporzás 5,2-ről 8,4-re növelte a magvak átlagos számát a 'Fuji' gyümölcsökben (Matsumoto et al. 2012).

Brózik és Regius (1957) szerint a magrekeszek nagysága (kicsi, arányos, nagy) és szélessége (igen szűktől az igen tágig), valamint azok nyitottsága (zárt, félig nyitott) fontos fajtabélyeg, s az utóbbit a fajtaminősítéseknél a DUS vizsgálatok során is fontos tulajdonságként értékelik. Bordeianu et al. (1964) szemléletesen mutatta be a magház (vacoköböl) alakját és helyzetét (47. ábra).

A magvak színének tónusa fajtától függően világostól sötétig terjedhet, s a fenti szerzők a mag színére 10 kategóriát különítettek el a sárgától a barna és szürke különböző árnyalatain keresztül egészen a feketéig. A magvak hossza az igen kicsitől (5 mm alatt) az igen nagyig (11 mm fölött) terjedhet. A magvak alak szerinti besorolására Szalatnay (2006) kategóriái (kerek, ovális, megnyúlt ovális, keskeny) a legalkalmasabbak.



47. ábra. A magház (vacokböl) alakja (A) és helyzete (B). A = Alak: szív, tojásdad kerülékes (1); hagyma, széles kerülékes (2); retek, visszás tojásdad (3); orsó, tojásdad keskeny kerülékes (4); tojásdad, megnyúlt kerülékes (5); vállas retek, kerekded (6). B = Helyzet: kissé csészetáji (1), középhelyzetű (2), szártájéki (3). (Bordeianu et al. 1964)



48. ábra. Természetes partenokarpia útján képződött gyümölcsök. 'Wellington Bloomless' (A), 'Orbai alma' (B). (Fotó: Szalay László)

Az almánál a mag nélküli gyümölcsképződés (partenokarpia) ritkán fordul elő, azaz kevés olyan fajta van, amelynél a természetes partenokarpia rendszeresen előfordul ('Wellington Bloomless', 'Spencer Seedless', 'Orbai alma'), s ez általában a gyümölcsök megszokottól eltérő alakjával jár együtt (48. ábra). A csökkent magszámmal járó részleges partenokarpia elsősorban a triploid fajtáknál gyakoribb jelenség.

V. AZ ALMA BELSŐ ALAKTANA

Az almanövény anatómiai jellemzői egyes szervek esetében fajtánként eltérőek lehetnek. Amennyiben a szakirodalom a különbségekre vonatkozó információt nem tartalmazott, saját vizsgálatainkra hagyatkoztunk. Ebben az esetben, a gyökérnél az M. 9 alany, a vegetatív szervek és a virág jellemzőinél a Golden Reinders, a Watson Jonathan és a Cordelia fajtákat, míg a gyümölcs esetében a Florina, Jonagold és Kanadai renet fajták hisztológiai bélyegeit írtuk le.

1. A VEGETATÍV SZERVEK ANATÓMIÁJA

a) A gyökér

(1) A gyökér elsődleges szöveti szerveződése

Az alma gyökérrendszerében – hasonlóan egyéb gyümölcsfák gyökérzetéhez – különböző funkciójú és eredetű gyökérágak figyelhetők meg. A gyököcske eredetű főgyökérágból származtatható, felszívó, szállító és rögzítő funkciót egyaránt ellátó gyökérágak mellett hajtáseredetű (elsősorban rögzítő szerepű) járulékos gyökerek is előfordulnak (Webster 2005a). Járulékos gyökerek képződnek a hajtásdugványokon is (fajtánként eltérő hajlandósággal), többnyire a kambiális zóna bélsugarakkal érintkező részein (Porpáczy 1964), ám ezek szöveti szerkezete a valódi gyökérrendszerben megfigyelhetőtől jelentősen nem tér el.

A hajszálgyökerek kialakulásának, elsődleges szöveti szerkezetének és vastagodásának részletesen dokumentált leírását Riedhart és Guard (1957) adja. A gyökérsejtek keletkezésének helye a gyökércsúcs merisztémarendszere, amely kapcsolatba hozható az egyes szövettájakkal, a hisztogén elméletnek megfelelően. A kaliptrogén sejtjeinek osztódása a gyökérnyakkal ellentétes irányba hozza létre a gyökérsüveg sejtjeit, amelyek kialakulásuk során vakuolizálódnak, majd többé-kevésbé izodiametrikus (kerekded), kissé megnagyobbodott parenchimasejtekké alakulnak át. A kaliptra középső rétegének (kolumella) sejtjei magasabb keményítőtartalmúak, míg a kívül elhelyezkedő sejtek – elsősorban a nyugalmi időszak során – erősebb pigmentációt nyernek. A gyökércsúcstól a gyökérnyak felé a peribléma kéreggé (kortex) differenciálódik, a plerómából a központi henger (sztéle) sejtjei alakulnak ki, a dermatogén pedig a rizodermiszt hozza létre.

A gyökércsúcs régiója felett, a gyökérnyak irányában a sejtexpanzióval, illetve a meginduló sejtdifferenciációval jellemezhető megnyúlási zóna helyezkedik el. Itt a sejtek elongációs üteme a két szövettájban eltér. Míg a sztéle sejtjei elsősorban a hossztengely mentén nyúlnak meg, és szorosan egymás mellett maradnak, az elsődleges kérget kialakító elemek növekedési erélye a tér minden irányában többé-kevésbé azonos, így már itt, a megnyúlási zónában rexigén (szakadásos) intercelluláris járatok nyílnak köztük. A központi henger legkorábban kialakuló elemei a központi henger külső sejtsorának, a periciklus rétegének szomszédságában megjelenő protofloém-nyalábok. Ezt követik a későbbi xilém-nyalábok külső részén elhelyezkedő protoxilém-elemek, majd ezektől centrifugálisan a metaxilém-sejtek jönnek létre (endarch xilém), amelyek a sztéle teljes központi részét kitöltik (tehát nem alakul ki bélszövet).

Az első protoxilém-elemek megjelenésével egy időben a kéreg legbelső sejtsorán, az endodermiszen kívül elhelyezkedő sejtek falában szuberin rakódik le (a folyamat a floém-nyalábokkal határos sejtekben indul, később innen átterjed a szomszédos sejtekre is). Ezzel párhuzamosan az endodermális rétegben a differenciálódási folyamat részeként először – csak nehezen észrevehető – Caspary-csíkok kialakulása tapasztalható (elsődleges endodermisz),

de ezt viszonylag hamar elfedi a radiális, illetve belső, tangenciális sejtfalakra egyöntetűen lerakódó szuberin (másodlagos endodermisz). Az endodermisz egyéb gyümölcsfákhoz képest igen korán kialakul (WEBSTER 2005a).

A hajszálgyökér következő, felszívási zónájának kezdetét egyértelműen kijelöli a rizodermiszsejtek nyúlványainak, a gyökérszőröknek a megjelenése. Ezek hossza az alma esetében valamelyest rövidebb (25–75 μm), mint egyéb gyümölcsfajok gyökerein (WEBSTER 2005a). Az izodiametrikus sejtekből álló primer kortex belső sejtrétegeiben kalcium-oxalátból álló oszlopkristályok felhalmozódása figyelhető meg (ezek 2,5–3 μm szélesek, hosszuk 7,5–8(9) μm). A sztélével szomszédos rétegekben jellegzetesen vastagodott falú sejtek helyezkednek el. A belső réteg a szabályos, azonos méretű sejtekből álló endodermisz, míg ezen kívül egy az endodermisztől egyértelműen elkülönülő, változatos méretű alapszöveti sejtekből álló réteg található. A két réteg funkciója is eltérő: az endodermisz parásodott sejtfalai gátat képeznek az apoplasztikus (sejtplazmán kívüli) transzporttal szemben, ám az ettől kívül eső, ún. phi-sejtekből álló réteg áteresztőképessége sokkal nagyobb (PETERSON et al. 1981). Sejtfalukba a korábbi feltételezéssel szemben (RIEDHARDT–GUARD 1957) nem szuberin rakódik be, hanem kisebb mennyiségű lignin (PETERSON et al. 1981). Más növényfajoknál e sejtek sejtfalának összetétele ettől eltérő lehet.

A központi henger legkülső sejtsora a viszonylag alacsony osztódási aktivitást mutató periciklus. A sztéle nyalábjainak száma többnyire négy pár (tetrarch gyökér), de ez a szám a gyökér átmérőjétől függően három és hét között változhat (PETERSON et al. 1981).

(2) A gyökér másodlagos vastagodása

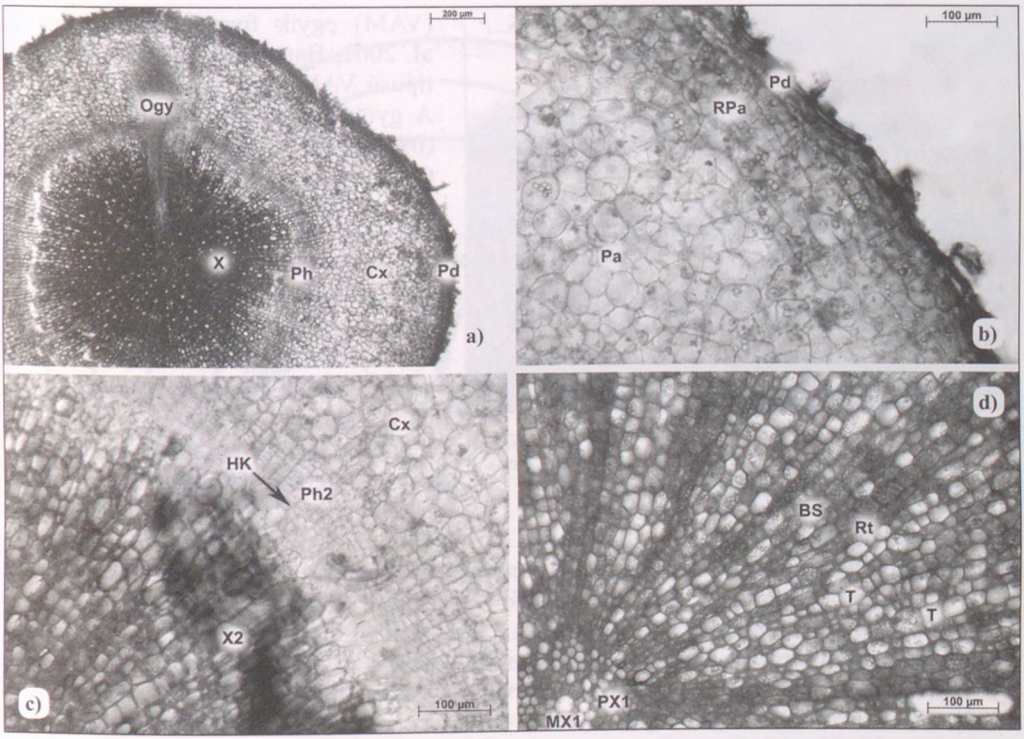
A gyökércsúcstól nagyjából 5 mm távolságban a gyökérszőrök elhalnak, megindul a gyökér másodlagos vastagodása (WEBSTER 2005a) valamint az oldalgyökér-képződés folyamata (vastagodási ill. elágazási zóna). Az oldalgyökerek differenciálódása a periciklus protoxilémpólusokkal szomszédos területeiről indul ki, a metaxilém-elemek megjelenésének magasságában. A periciklussejtek periklinális (szervfelszínnel párhuzamos) osztódásaival alakulnak ki az oldalgyökerek gyökércsúcsai, amelyek aktiválódásával megindul az oldalgyökérág hossznövekedése. Az endogén eredetű oldalgyökér a kéreg szöveteit áttörve jut a külvilágba.

A gyökér másodlagos szöveti elemeit a vaszkuláris kambium és a fellogén (parakambium) hozza létre. A vaszkuláris kambium elsőként az elsődleges háncsnyaláboktól centripetálisan elhelyezkedő bordák formájában jelenik meg, ami később a xilém-nyalábokon kívül eső parenchimasejtek dedifferenciálódásával, valamint a xilém-nyalábokkal szomszédos periciklus-szakaszokkal egészül ki összefüggő gyűrűvé (hullámos kambium) (RIEDHARDT–GUARD 1957). A periciklusból kialakuló vaszkuláris kambium szakaszok bélsugár-iniciálisokat, míg a sztéle belsőbb régiójából származó szakasz fuziform és bélsugár iniciálisokat egyaránt tartalmaz. A vastagodott gyökeret borító peridermát létrehozó parakambium (fellogén) a periciklusból alakul ki, a hullámos kambium kialakulásával nagyjából azonos magasságban.

A másodlagosan vastagodott gyökér (49. ábra) fő tömegét a másodlagos xilém-elemek összessége, a fatest alkotja (mérete az össz-vastagság kb. 55%-a), ami körül vékony háncstestet (kb. 5%-a a teljes átmérőnek) és jelentős méretű (az össz-vastagság kb. 40%-át kitevő) másodlagos kérget figyelhetünk meg.

A vastagodott, elágazó gyökerek rizodermisze és elsődleges kérgi régiója az átmérő gyarapodásával leszakadozik. A vastagodott gyökeret kívülről 25–35 μm vastagságú másodlagos bőrszövet (periderma) borítja. A szuberinizálódott falú sejtekből álló, néhány soros védőréteget a periciklusból származó fellogén (parakambium) hozza létre.

A periderma alatt viszonylag vastag, többrétegű másodlagos kéreg található. Ennek külső néhány sejtsora kisebb méretű (30–40 μm), amiloplasztiszokban (keményítőt raktározó színtestekben) gazdag raktározó parenchima, míg belsőbb sejtsorait nagyobb (45–60 μm) méretű, kisebb intercelluláris járatokat is tartalmazó valódi parenchima alkotja. A másodla-



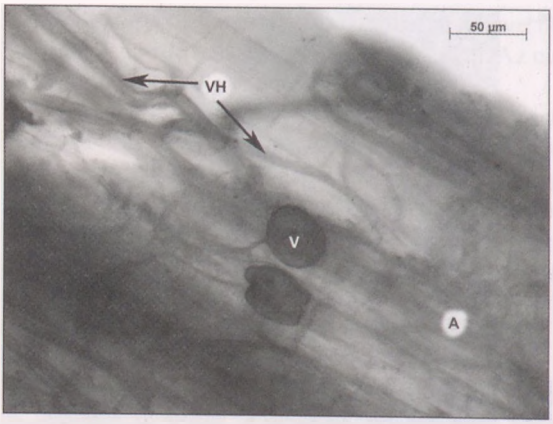
49. ábra. A másodlagosan vastagodott almagyökér anatómiája (a), a kéreg külső rétegeinek (b), a kambiális zónának (c) valamint a faelemeknek (d) a szerkezete. (X: xilém, Ph: floém, Cx: kortex, Pd: periderma, Ogy: fejlődő oldalgyökér, RPa: raktározó parenchima, Pa: valódi parenchima, PX1: protoxilém, MX1: metaxilém, Ph2: másodlagos floém, X2: másodlagos xilém, HK: hullámos kambium, BS: bélsugár, T: trachea: Rt: rosttracheida) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Solymossy Gábor és Varga Dániel metszeteiről.*)

gos kortex elszórtan néhány kalcium-oxalát rozetta kristályt (drúzát) tartalmaz (ezek átmérője 18–20 µm).

A sztéle központi régiójában – az elsődleges szöveti szerkezetnek megfelelően – a meta- és protoxilém-elemeket találjuk (bélszövet nélkül). A másodlagos xilém egyértelműen elkülöníthető a primer xilémtől, mivel benne nagy mennyiségű xiláris rostot (farostot) rosttracheidát és a bélsugárparenchima-sejtek radiális irányban futó sorait figyelhetjük meg. A vazális elemek metszete radiális irányban kissé megnyúló ellipszis (dimenziójuk 20–30 (50) µm × 16–20 (26) µm), sejtfaluk 2–3 (4) µm vastagságú. A szállítóelemek között futnak a szűkebb lumenű (8–12 (15) µm × 10–20 (25) µm), jelentősen vastagabb falú (3–3,5 µm) rostok sorai. A bélsugarak parenchima sejtjei kétfélék: nagyobb (15–20 µm × 25–30 µm) és kisebb (15–20 µm × 10–15 µm) méretű, amiloplasztiszokkal telt, elsődlegesen raktározó szerepet ellátó sejtek. A háncstest szállító (kribrális) elemei 15–20 (25) × 8–10 µm méretűek, vékonyabb falúak, köztük csak igen kevés extraxiláris rost figyelhető meg.

(3) A gyökér gombakolonizáltsága

Mind a hajszálgyökerek, mind a kisebb átmérőjű, de már másodlagosan vastagodott gyökerek esetében, a gombahifák kimutatására alkalmas festési eljárásokkal (pl. anilinkék festés) az almagyökér kérgi régiójában endomikorrhiza-gombák jelenléte igazolható (Webster 2005a). A kölcsönös anyagátadáson alapuló, mutualizmusra szolgáló szimbiotikus struktúra (Smith–Read 2008) a Glomeromycota gombatörzs kialakította vezikuláris-arbuszkuláris mikorrhizák



50. ábra. Vezikuláris-arbuszkuláris mikorrhiza az alma hajszálgyökerében. (VH: vázhifák, V: vezikulum, A: arbuszkulum) (*Erős-Honti Zsolt felvétele.*)

(VAM) egyik formája (Schüssler et al. 2001, Brundrett 2002), ún. Arum-típusú VAM (Maremmani et al. 2003). A gyökér kortikális régiójában vastag (0,8–1,5 µm) falú ún. „gerinchifák" (vázhifák) haladnak (50. ábra) a növényi sejtek között, amelyről oldalágak hatolnak a kéregsejtek belsejébe. A sejtfalat áttörő gombafonalak a sejthártyát maguk előtt tolva gazdagon, fácska-szerűen elágazó hifavégeket, ún. arbuszkulumokat hoznak létre a sejtek belsejében, amelyek a mutualista partnerek közti anyagtranszfer átadási felületeként („interface") funkcionálnak. A gerinchifák egyes vékonyabb oldalágainak végén lipideket tartalmazó, tápanyagraktárul szolgáló duzzanatok, ún. vezikulumok jelennek meg (Smith–Read 2008). A gerinchifák átmérője (8–9 µm) jelentősen meghaladja a növényi sejtekbe hatoló ill. a vezikulumokat hordozó hifák vastagságát (2–2,5 µm). Az alma gyökerében megfigyelt vezikulumok kissé lapítottak, megnyúltak, 30–35 µm × 40–45 µm méretűek.

Az endomikorrhiza-kapcsolat kialakításának előnye az almanövény számára az, hogy ily módon fokozható a tápanyagok (elsősorban a foszfor) felvétele (Gnekow–Marschner 1989), illetve stresszelt körülmények között a fák növekedése is (Webster 2005a).

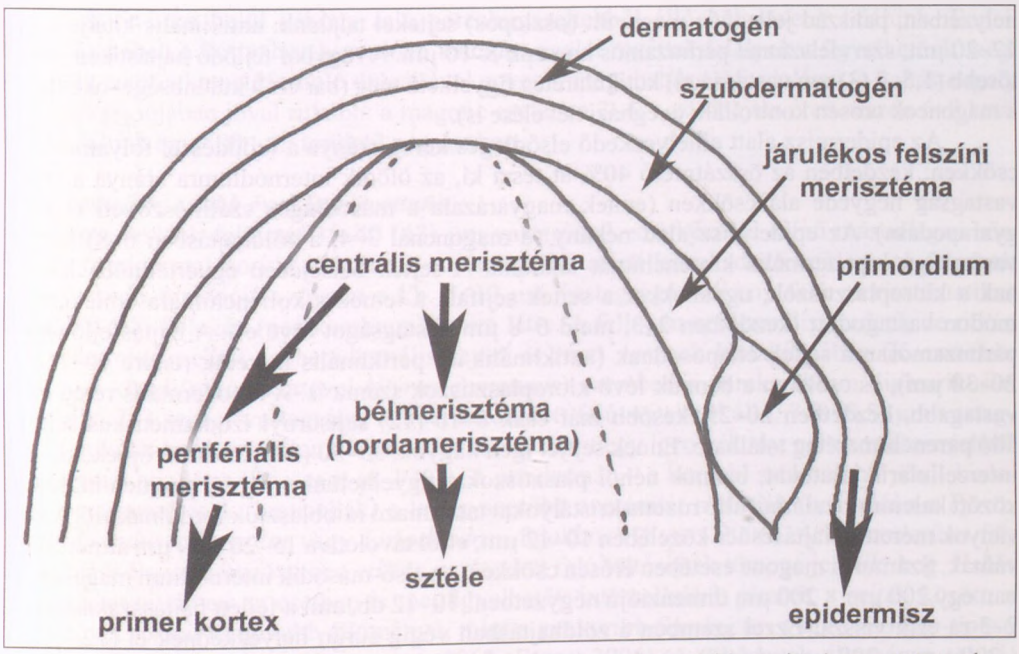
b) A hajtás

(1) A szár elsődleges szöveti szerkezete és vastagodása

Az alma hajtáscsúcs-merisztémáinak szerveződése több különböző elmélettel írható le. A tunika-korpusz elmélet értelmében a legkülső 1–2 sejtsorban („tunika") csak a szervfelszínre merőlegesen zajló, antiklináris osztódások figyelhetők meg, míg a mélyebben fekvő sejtrétegekre („korpusz") a periklinális osztódások a jellemzőek. Mindkét sejttömeg további egységekre (51. ábra) tagolható (Bubán és Hesemann 1979). A mitotikusan aktívabb tunika két, egyenként két-két sejtsorból álló rétegből, a dermatogénből és a szubdermatogénből áll (Bubán 1968). A korpusz legkülső, szubdermatogén alatti sejtsora a „járulékos felszíni merisztéma", míg tengelyt alkotó sejttömege az ún. „centrális merisztéma" (Bubán és Nagy 1991). A hajtáscsúcs felsorolt elsődleges merisztematikus sejtcsoportjaiból levezethetők a hajtás elsődleges szövetei (Bubán 1980). A dermatogén az epidermisz hisztogénje: antiklináris osztódásai hozzák létre a hajtás bőrszövetrendszerét. A szubdermatogén és a járulékos felszíni merisztéma periklináris osztódásai vezetik be az oldalszerv-primordiumok kialakulását. A centrális merisztéma minden irányban osztódó sejtjeiből jön létre a kéreg szövettáját kialakító oldalhelyzetű perifériális merisztéma, illetve központi régiója folyamatosan megy át a bélszövetet kialakító bélmerisztémába (bordamerisztéma) (Bubán 1968, 1974). A bordamerisztéma tömegébe ágyazódva, a perifériális merisztémával érintkező helyzetben találjuk a hajtás elsődleges szállítóelemeit létrehozó prokambium nyalábokat.

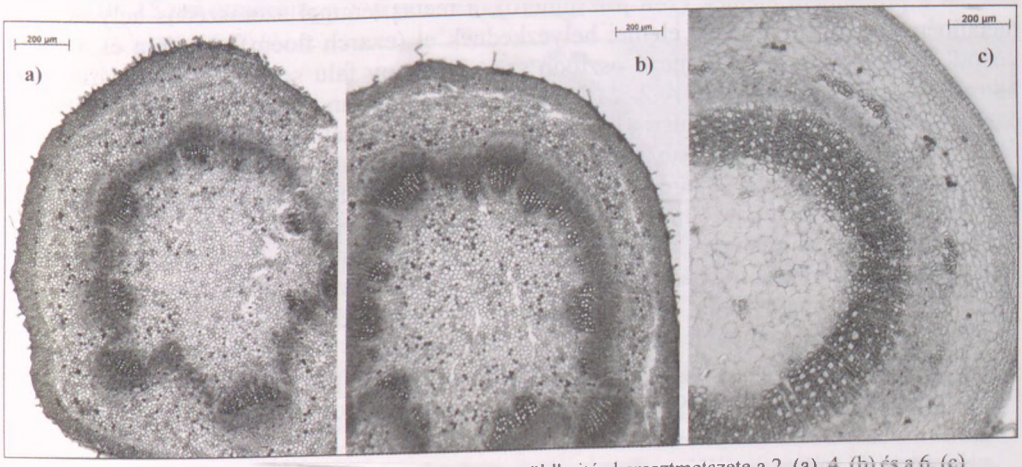
Az alma vegetatív hajtáscsúcsában található sejtek viszonylag nagyméretű keményítőszemcséket tartalmaznak, de ezek – szemben a gyökérsüveg amiloplasztiszainak szerepével – nem hozhatók kapcsolatba a gravitációs erő irányának érzékelésével (Bubán és Zeller 1975).

A hajtásfejlődés megindulásával a csíranövények hajtáscsúcsának és a vegetatív rügyekbe zárt embrionális hajtáskezdemények differenciálódásával alapvetően azonos szöveti szerkezet



51. ábra. Az alma vegetatív hajtáscsúcsában levő merisztémák rendszere Bubán szerint. A szaggatott vonal a prokambiumokat jelöli. BUBÁN és HESEMANN 1979 alapján módosítva, *Erős-Honti Zsolt ábrája.*)

jön létre. Az első-második szártag (internódium) magasságában a hajtást 10–15 µm vastagságú, egyrétegű epidermisz borítja (53. ábra), amin 13–15 µm átmérőjű, egysejtű fedőszőröket (trichómák) figyelhetünk meg. (A szőrözöttség mértéke a rügyekből fejlődő hajtásokon erőteljesebb, mint a magoncok felületén, emellett függ a fajtától is.) A kezdetben izodiametrikusnak ható bőrszöveti sejtek a hajtásfejlődéssel erősen ellaposodnak, ezzel követve a hajtás átmérőbeli gyarapodását: periklinális hosszuk keresztmetszetben 20–30 µm, míg radiális kiterjedésük marad 10–15 µm. A szőrözöttség mértéke is valamelyest csökken a magasabb rendű internódiumok irányába haladva. Megfigyelhető, hogy míg a magonc epidermiszsejtjei az első internódiumok magasságában többé-kevésbé izodiametrikusak, a rügyből fejlődő zöldhajtásokon hasonló



52. ábra. Az alma hajtásvastagodásának folyamata: zöldhajtás keresztmetszete a 2. (a), 4. (b) és a 6. (c) internódiumból. (*Erős-Honti Zsolt felvételei Solymossy Gábor metszeteiről.*)

helyzetben, paliszád jellegűen megnyúlt (oszlopos) sejteket találunk: antiklinális kiterjedésük 17–20 µm, szervfelszínnel párhuzamos hosszuk 8–10 µm. A rügyből fejlődő hajtásokon jelentősebb (1,5–2 (3) µm vastagságú) kutikularéteg figyelhető meg (bár ezt a különbséget okozhatja a magoncok erősen kontrollált, üvegházi nevelése is).

Az epidermisz alatt elhelyezkedő elsődleges kéreg aránya a fejlődéssel folyamatosan csökken: kezdetben az összátmérő 40%-át teszi ki, az ötödik internódiumra aránya a teljes vastagság negyede alá csökken (ennek magyarázata a másodlagos szállítószöveti elemek gyarapodása). Az epidermisz alatt néhány (a magoncnál 3–4, a zöldhajtásban 6–8) sejtsor vastagságú hipodermális klorenchimát találunk. A sejtek belsejében egyértelműen látszanak a kloroplasztiszok, ugyanakkor a sejtek sejtfala a lemezes kollenchimára emlékeztető módon vastagodott (kezdetben 2–3, majd 6–8 µm vastagságot érve el). A hajtásfejlődéssel párhuzamosan a sejtek ellaposodnak (antiklinális ill. periklinális méretük rendre 10–15 ill. 20–30 µm), és csökken a bennük lévő kloroplasztiszok száma is. A hipodermális réteg alatt vastagabb, kezdetben 20–25, később már csak 8–10 (12) sejtsornyi izodiametrikus sejtből álló parenchimaréteg található. Ennek sejtjei igen nagyok, 35–50 (90) µm átmérőjűek, köztük intercelluláris járatokat, bennük néhol plasztiszokat figyelhetünk meg. A parenchimasejtek között kalcium-oxalátból álló rozetta kristályokat tartalmazó idioblasztok fordulnak elő. A zárványok mérete a hajtáscsúcs közelében 10–12 µm, ettől távolodva 15–20 (25) µm átmérőjűvé válnak. Számuk a magonc esetében erősen csökken, az első-második internódium magasságában egy 200 µm × 200 µm dimenziójú négyzetben[1] 10–12 db, ami a fejlett hajtásszakaszokon 2–3-ra esik vissza. Ezzel szemben a zöldhajtásban végig sűrűn helyezkednek el (12–15 db / 200 µm × 200 µm négyzeten). A kortex belső oldalán, nagyjából az ötödik internódium magasságától szklerenchima-elemek (szklereidák és rostok) kapcsolódnak a háncselemekhez (Braun et al. 1967). A kötegeket alkotó szklerenchima rostok 15–20 µm átmérőjűek, erősen fénytörő sejtfaluk vastagsága 6–8 µm.

Internódiumonként vizsgálva a hajtástengely szerveződését az első-második szártagból készített metszeteken elsődleges szállítóelemekből álló nyalábokat figyelhetünk meg, amelyek közül a kortexben excentrikus helyzetbe tolódva a fejlettebb levélnyomnyalábokat láthatjuk (52. ábra). A sztéle nyalábjaiban a bélszövet felé eső oldalon (53. ábra) a 7–10 µm átmérőjű, 1–1,5 µm sejtfalvastagságú protoxilém elemeket, majd a már vastagabb (1,3–1,6 µm) falú, ellenállóbb, nagyobb átmérőjű (10–12 µm) metaxilém szállító elemeit figyelhetjük meg (endarch xilém). A primer xilém vazális elemei 4–6 radiális sorba rendeződnek, köztük faparenchimasejteket és csak igen kevés rostot találunk. A szállítónyalábok kortex felé eső oldalán a protofloém elemek (7–8 µm átmérő), a metaxilémmel szomszédos helyzetben a metafloém (8–10 µm átmérő) elemei helyezkednek el (exarch floém). A xilém és a floém között a prokambiumból származó osztódó szövet vékony falú sejtjeit (faszcikuláris kambium) végig megfigyelhetjük. A 2. és 3. ízköz magasságában megkezdődik a nyalábközti parenchimasejtek interfaszcikuláris kambiummá dedifferenciálódása, és kialakul az összefüggő vaszkuláris kambium. Habár a kambiumgyűrű előfutára már a 2. internódium magasságában megjelenik – azaz a parenchimasejtek keresztmetszetben ellaposodnak, téglalap alakúvá válnak, sorokba rendeződnek –, a másodlagos szállítóelemek csak a 3. – 4. internódium magasságában jelennek meg. Ennek egyértelmű jelei a nagyobb átmérőjű (15–20 (25) µm), vastagabb (2–3 µm) falú tracheák, a szabályos radiális sorokba rendeződő parenchimasejtek, valamint a nagy mennyiségű, szintén szabályos sorokban álló rosttracheida megjelenése. A parenchimasejtek keményítőszemcsékkel teltek. A rostok 10–12 µm átmérőjűek, faluk 3–3,5 µm vastag. Az összefüggő szekunder xilémgyűrű bélparenchima felé néző oldalán megfigyelhető a primer xilém kötegeiből álló bélkorona (ricinus-típusú szárvastagodás).

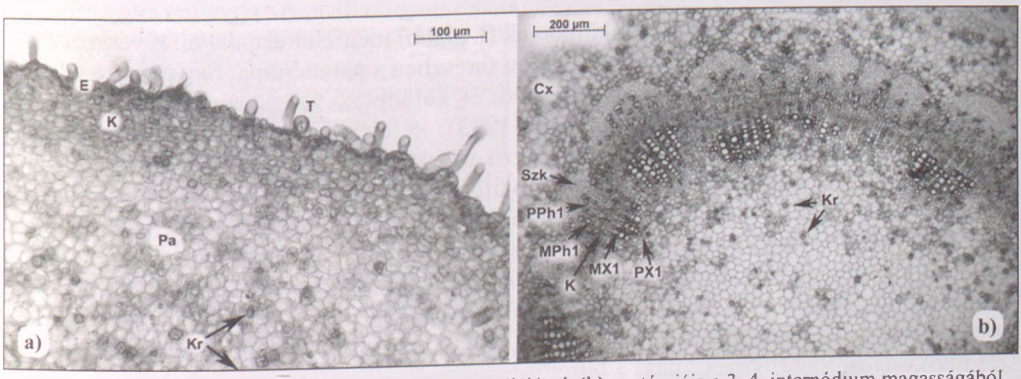
[1] A kristályszámlásra felhasznált metszetek vastagsága 30-40 µm volt.

A fatesten belül vékony falú parechimasejtekből álló bélszövetet találunk. Ennek alapszövetében a kortexhez hasonlóan kalcium-oxalát rozettakristályokat figyelhetünk meg. Méretük a kéregben előforduló drúzákéval egyezik meg, habár előfordulásuk a hajtástengely középső régiójában jóval ritkább: a magonc esetében 3–4, a zöldhajtás érett részén 6–8 kristályt találunk egy 400 μm^2 területű négyzetben.

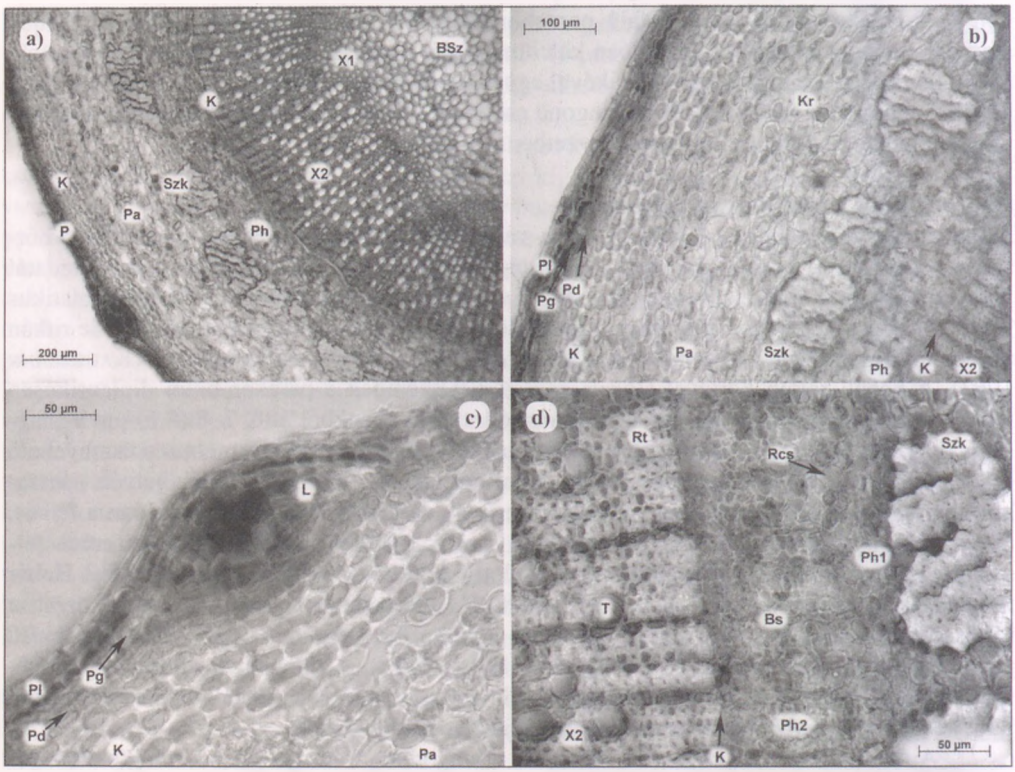
(2) A vessző és a több éves fa szövettana

A beérett vesszők felületét 35–40 (42) µm vastagságú, szürkészöld színű másodlagos bőrszövet (periderma) borítja (54. ábra). A vastagodás miatt leszakadozó epidermisz feladatát átvevő, védő funkciójú szövetet a kb. 5–10 µm vastagságú, vékony falú merisztematikus sejtekből álló fellogén (parakambium) hozza létre. A fellogén epidermális eredetű, de ritkán az epidermisz mellett szubepidermális sejtek is részt vesznek kialakításában (Kaussmann 1963). A közeli rokon körtével (*Pyrus communis*) szemben a parakambium dipleurikusan működik. 2–3 sejtsor vastagságú, szuberinizálódott falú sejtekből álló, 7–8 (8,5) µm vastagságú kutikulát hordozó fellomot (paraszövet) valamint egy igen vékony, nehezen észrevehető fellodermát hoz létre (Braun et al. 1967). A peridermán – a korábbi sztómák helyén – kialakuló paraszemölcsök (lenticellák) a legegyszerűbb anatómiát mutatják (hasonlóan a *Pyrus*, *Salix*, *Populus*, *Magnolia* vagy *Liriodendron* fajokhoz) (Evert 2006). A kráterszerűen felnyíló másodlagos bőrszövetben erősen parásodott falú töltősejtek tömege jelenik meg. Habár természetesen ebben az esetben is megfigyelhetők intercelluláris járatok a sejtek között, a töltőszövet sokkal tömöttebb állományú, mint a gyakoribb *Sambucus*- vagy *Gleditsia*-típusú paraszemölcsök esetében (Kaussmann 1963, Evert 2006). A töltősejtek állománya többékevésbé egyértelmű rétegzettséget mutat: a fellogén a vegetációs időszak elején vékonyabb falú, később vastagabb sejtfallal rendelkező sejtek sorait hozza létre.

A kortex szövettájában (54. ábra) a vastagodott zöldhajtásoknak megfelelő szöveti szerveződést figyelhetünk meg. A periderma alatt 4–6 sejtsor vastagságú lemezes kollenchimaréteg helyezkedik el (a kortex vastagságának mintegy 20%-át teszi ki, és valamivel vékonyabb a lenticellák alatti területeken). A sejtek laposak, (20) 25–30 (35) × 12–15 µm dimenziójúak (periklinális ill. antiklinális irányú kiterjedés), sejtfaluk 7–7,5 µm vastag (bennük a zöldhajtások hipodermájára jellemző kloroplasztiszok már nem figyelhetők meg). A vékony falú, intercellulárisokat tartalmazó parenchimasejtek közti idioblasztokban kalcium-oxalát-drúzák helyezkednek el (átlagosan 3–4 db, 15–20 (22) µm átmérőjű kristály 400 μm^2-enként). A háncstesthez kapcsolódóan szklerenchimarostok kötegeit figyelhetjük meg: (8)10–15 µm átmérőjű, 4,5–6 µm vastag falú rostok.



53. ábra. Az alma zöldhajtás kérgi régiójának (a) és sztéléjének (b) anatómiája a 3–4. internódium magasságából. (E: epidermisz, T: trichóma, K: klorenchima, Pa: valódi parenchima, Kr: kristálytartó idioblasztok, Cx: kortex, Szk: szklerenchimatikus nyalábsapka, PPh1: protofloém, MPh1: metafloém, MX1: metaxilém, PX1: protoxilém, K: kambiumréteg) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Solymossy Gábor metszeteiről.*)



54. ábra. Az almavessző áttekintő anatómiája (a), a kérgi régió (b) a periderma (c) és a kambiális zóna (d) szerkezete. (P: periderma, K: kollenchima, Pa: valódi parenchima, Szk: szklerenchimakötegek, Ph: háncstest, K: vaszkuláris kambium, X2: másodlagos xilém, X1: elsődleges xilém, BSz: bélszövet, Pl: fellom, Pg: fellogén, Pd: felloderma, L: lenticella, K: kristálytartó idioblaszt, Ph1: elsődleges floém, Ph2: másodlagos floém, Bs: bélsugár, Rcs: rostacső, T: trachea, Rt: rosttracheida) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Solymossy Gábor metszeteiről.*)

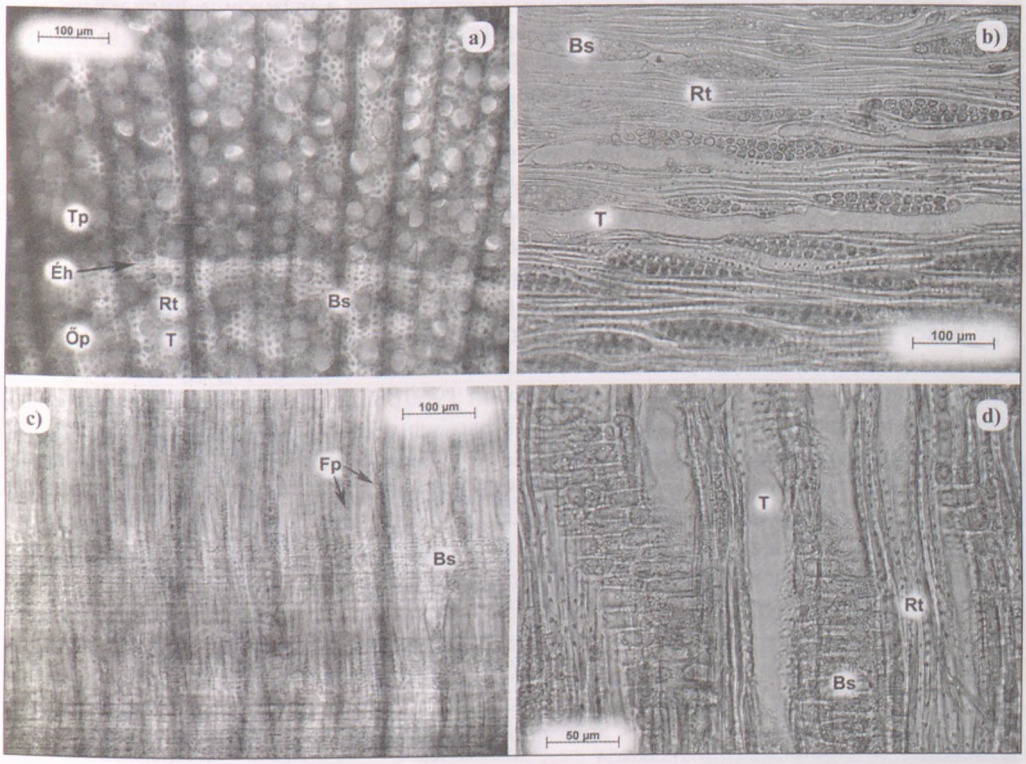
A sztéle közepén elhelyezkedő bélszövetbe határozottan betüremkednek a bélkorona elsődleges xilém-elemekből álló kötegei (54a. ábra), vastagságuk (85–110 µm) kb. negyede az összefüggő másodlagos fa vastagságának; bennük a proto- és metaxilém elemek elhelyezkedése, jellemző paraméterei a hajtásnál tárgyaltaknak megfelelőek. Az egyetlen évgyűrű korai és kései pásztája a több éves fatestnél leírtaknak (l. alább) megfelelően alakul. A vesszők szövettájainak egymáshoz viszonyított mérete, és a farészben a parenchima, farost, rosttracheida és trachea aránya fajtánként valamelyest eltérő, és különböző vegyszerek (pl. retardánsok) hatására megváltozhat (Liu 1970, Gyúró et al. 1973).

Az alma fás szárának vastagítását végző vaszkuláris kambium ún. „nem rétegzett" szerveződésű, azaz a szállítóelemeket lefűző fuziform iniciálisok nem rendeződnek szabályos sorokba (Evert 2006). A vaszkuláris kambiumot alkotó igen hosszú (450–650 µm) fuziform iniciálisok és a bélsugár-iniciálisok sejtjei között – a másodlagos háncsban ill. másodlagos xilémben is folytatódó – intercelluláris járatok vannak (Kaussmann 1963, Evert 2006). A fuziform iniciálisok osztódásával keletkeznek a másodlagos xilém és floém tengelyirányba rendeződő elemei. A hánccsá differenciálódást megelőzően ezek az iniciálisok legalább egyszer periklinálisan osztódnak, majd a létrejövő sejtpárok később vagy két rostacsőtaggá alakulnak (a kísérő sejtjeikkel), vagy egy parenchimatikus sejtsor-pár jön létre belőlük. Az is előfordulhat, hogy az egyik sejt rostacsőtaggá lesz, míg a másik egy parenchima-sugár első eleme lesz (Evert 1963a).

A bélsugár-iniciálisok osztódási üteme sokkal alacsonyabb, mint a fuziform iniciálisoké (EVERT 2006). A sugáriniciálisok periklinális osztódásai csak másfél hónappal később indulnak meg, mint a fuziform iniciálisok hasonló működése. A sugáriniciálisok osztódásának maximuma júniusra tehető, majd július elejére abbamarad. Ekkortól kezdve az újonnan keletkezett parenchimasejtek radiális megnyúlásukkal követik a szállítószövet vastagodását. Így keletkeznek a jellegzetes lefutású, megnyúlt alapszöveti sejtekből álló bélsugarak.

Más szórt likacsú fákhoz (valamint a mérsékelt övben élő nyitvatermőkhöz) hasonlóan a háncselemek differenciálódása a vegetációs időszak során nagyjából egy-másfél hónappal megelőzi a xilém-elemek kialakulását (az előbbinek idejét EVERT (1963b) április elejére, míg az utóbbi esemény időpontját május második felére helyezi). Megjegyzendő mindazonáltal, hogy az első háncselemek nem a fuziform iniciálisok korán meginduló osztódásainak termékei, hanem az előző év őszén létrejött, teljes differenciálódásukat el nem ért ún. háncsanyasejtek (a fuziform sejtek háncstest felé eső leszármazottainak) továbbalakulásával jönnek létre (l. később a háncstest jellemzésénél) (EVERT 2006).

A fatest keresztmetszeti képe (55. ábra) alapján az alma fája szórt likacsú. A vazális elemek között nagy mennyiségű, vastag falú farostot ill. rosttracheidát találunk, ami párhuzamba állítható az alma fájának fizikai jellemzőivel (keményfa) (KAUSSMANN 1963). A rostok és a vízszállító elemek aránya valamint a kétféle képlet átmérője fajtánként változik: a nagyobb trachea-átmérő szűkebb rostokkal párosul (az elemek sejtfalméretében nem tapasztalunk jelentős különbségeket). Az alma fatestének tavaszi pásztájában található vízszállító elemek átmérője folyamatosan csökken az őszi pászta (ill. az évgyűrű határ) felé haladva, szemben az általános típussal, amikor a teljes évgyűrűmezőben azonos átmérőjű tracheák



55. ábra. A fatest anatómiája keresztmetszeti (a), tangenciális (b) valamint radiális hosszmetszeti (c, d) képeken. (Tp: korai (tavaszi) pászta, Op: kései (őszi) pászta, Éh: évgyűrűhatár, Bs: bélsugár, Fp: faparenchima, T: trachea, Rt: rosttracheida) (*Erős-Honti Zsolt felvételei.*)

helyezkednek el (Beck 2010). A tracheák a keresztmetszeten radiális irányban enyhén megnyúlt ovális alakot mutatnak, méretük a korai pásztában 22–26 (28) µm × 27–33 (36) µm, sejtfalvastagságuk 1,5–2(3) µm; a kései pásztában 18–22 (28) × 20–25 (28) µm méretűek, faluk 2–2,5 µm vastag. A rostok átmérője a korai pásztában 7–9 (10) µm, sejtfaluk (2,2) 2,4–2,8 (3) µm vastag, a kései pászta (5) 8–10 (12) µm átmérőjű rostjainak sejtfalvastagsága 2,6–3,2 (4) µm. A tracheák magányosan állnak mindkét pásztában, ikerpórusok csak nagyon ritkán (póruscsoportok soha nem) fordulnak elő.

A parenchimasejtek a fatestben kettős rendszert alkotnak: a radiális irányban futó bélsugarakat valamint a vazális elemekkel párhuzamosan rendeződő axiális rendszert. Utóbbiak a faparenchima-sejtek. Az alma esetében az axiális parenchima aránya igen alacsony, elhelyezkedése a keresztmetszet alapján apotracheális (azaz nem kapcsolódik szorosan a vízszállító elemekhez), azon belül is ún. diffúz parenchima (Evert 2006, Beck 2010): sejtjei véletlenszerűen, elszórtan vagy néhány tagú csoportokban találhatók meg a teljes évgyűrűmező állományában; nem csoportosulnak valamelyik pásztában ill. nem alkotnak diszkrét rétegeket sem.

A hosszmetszeteken (55. ábra) látszanak a – fuziform iniciálisok méretének megfelelően – igen hosszú, (100) 150–300 (400) µm, erősen változó hosszúságú tagokból álló, nagyméretű tracheák. Mind a tracheák, mind pedig a vastag falú, szilárdító funkciójú rosttracheidák másodlagos sejtfalán gödörkék láthatók. A gödörkék átmérője 3–5 µm, az oldalfalakon elszórtan helyezkednek el, körülhatárolható gödörkemezőket nem figyelhetünk meg. A tangenciális hosszmetszeten látható, hogy a megnyúlt vazális elemek végei erősen átfednek: a fatest nem rétegzett mintázatú.

A bélsugarak parenchimasejtjeiben keményítőszemcsék, illetve tannin-felhalmozódások fordulnak elő. A tangenciális metszet bizonysága szerint a bélsugarak több sejtsor vastagságúak, (70) 100–200 (350) µm magasak, szélességük (20) 25–30 (35) µm. Az 1–2 sejtsor szélességű bélsugarakat 13–15 µm, az ennél több sejtből állókat 8–10 (12) µm átmérőjű sejtek alkotják. Fajtánként változik, hogy melyik bélsugártípus a gyakoribb, de minden esetben kiválasztható egy domináns típus. A radiális hosszmetszeten látható, hogy a fatest bélsugarai többnyire egyféle parenchimasejtből álló, homogén bélsugarak, ritkán azonban a határoló sejtek kissé ellaposodnak, szemben pl. a körte (*Pyrus communis*) mindig homogén bélsugaraival (Grösser 1977).

A vastagodott fás szár háncsteste (azaz a másodlagos floém-elemek összessége) évgyűrűs mintázatot nem mutat, benne mindössze a szilárdító szövetben (rosttracheidákban) gazdag, kemény háncs és a kribrális elemek (rostacső, kísérősejt) túlsúlyával jellemezhető lágy háncs rétegei váltakoznak. Ennek ellenére néhány egyéb zárvatermő fajhoz (pl. *Pyrus communis*, *Ulmus americana*) hasonlóan, az alma háncstestében is megfigyelhető egy éves rendszerben megjelenő periodikus mintázat (Evert 1960). A nyugalmi időszak közeledtével a vaszkuláris kambium a későbbi rostszklereidák parenchimatikus előfutáraiból valamint kristályokat tartalmazó sejtekből álló réteget hoz létre. E parenchimatikus sejtek tehát a legfiatalabb, áttelelő háncsalkotók, amelyek háncs-anyasejtekként működve a következő vegetációs időszakban korán fejlődni kezdenek, és kialakítják az első háncselemeket. A periodikusan kialakuló rétegeknek a megjelenése differenciálódott állapotban is egyértelműen kijelöli a háncstest-gyarapodás adott évi határát (Evert 1960, 1963a). A keletkezésüket követő második évben a háncstest funkciójukat vesztett, axiális parenchimasejtjei másodlagos intrúzív növekedés ill. másodlagos sejtfalanyagok lerakódása révén rostszklereidákká alakulnak át. Hasonló jelenség figyelhető meg pl. a *Pyrus communis*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus padus*, *Fraxinus excelsior* fajoknál (Evert 1963b, Holdheide 1951).

A másodlagos háncs részletes anatómiai leírását Evert készítette el (1963b), így saját eredményeinket az ő megfigyeléseivel egészítjük ki. A háncstest rostacsöveket, kísérősejteket, háncsparenchima-sejteket, rostszklereidákat és bélsugár-parenchimasejteket tartalmaz. A fatesttel szemben itt alacsonyabb a szilárdító elemek és magasabb a parenchimasejtek

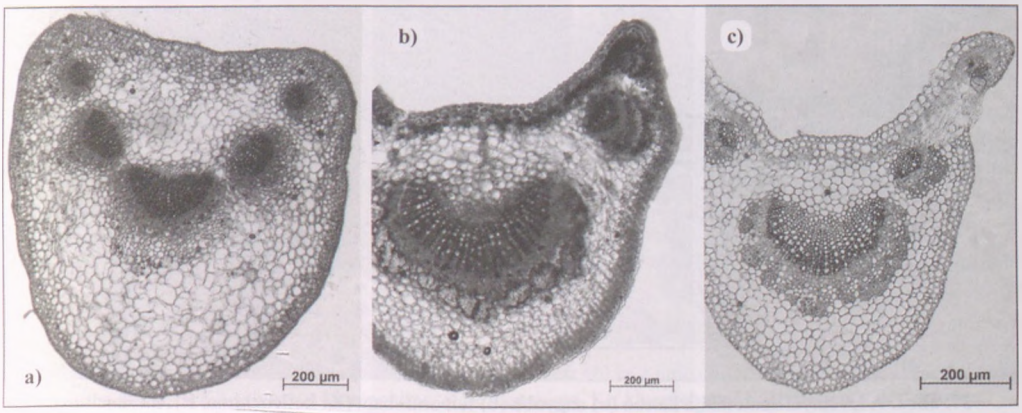
aránya, habár a tavaszi időszakban keletkező háncsrétegekből szinte teljesen hiányoznak az alapszöveti sejtek (FREUND 1957). A háncsparenchimasejtek tengelyirányba rendeződő sorai között kalcium-oxalát oszlopkristályokkal telt sejtek sorai futnak. A kristályok mérete 14–16 (30) µm. Az idősebb háncsparenchimasejtek és a kísérősejtek a szár vastagodásának köszönhetően, a vaszkuláris kambium gyarapító tevékenységének eredményeképpen, a szerv külső régiójára sodródnak, ahol a feszítőerőknek köszönhetően összenyomódnak (kollabálnak) és eltűnnek (obliterálódnak).

A háncstestben haladó bélsugarak egy-két sejtsor szélességűek, a határoló sejtsorok sugár irányban kissé megnyúlhatnak. A szár kerülete felé haladva a bélsugarak nem dilatálódnak, azonban a feszítő erők nyomán egyre több intercelluláris nyílik bennük. A másodlagos háncsban futó bélsugarak belsejében rostacső-tagokhoz hasonló, a kribrális elemek közé tartozó sejtek figyelhetők meg. Szerepük, hogy összeköttetést létesítsenek a háncstestben futó bélsugarat közrefogó, axiális szállítást végző háncselemek között. EVERT (1963a) megfigyelései alapján ezeket a szállítóelemeket olyan fuziform iniciálisok hozzák létre, amelyek később bélsugár-iniciálisokká alakulva a jövőben csak bélsugár-parenchimasejteket hoznak majd létre. A háncstestben a még működő szállítóelemek között rostok nincsenek, azok teljes differenciálódásának időszakára a kribrális elemek elveszítik funkciójukat (KAUSSMANN 1963).

A vastagodó hajtásrészeket fedő másodlagos bőrszövetet az epidermiszből létrejövő fellogén hozza létre (EVERT 2006). A periderma igen hosszú életű (akár 20 év) is lehet, míg felszakadozva helyét a háncselemeket is tartalmazó héjkéreg veszi át. A fellogén az idősebb gallyakon a felszín felé 6–10 sejtsor vastagságú, tanninnal telt sejtekből álló fellomot hoz létre amely vastag, erősen fénytörő tangenciális falakkal rendelkezik. Befelé a fellogén egy nehezen észrevehető, 1–2 sejtsor vastagságú, vékony falú sejtek alkotta fellodermát alakít ki (EVERT 1963b). A peridermát az idősebb ágrészeken a másodlagos háncs kribrális ill. szilárdító elemeit is magába záró, parásodott falú sejtekből álló héjkéreg (ritidóma) váltja fel.

(3) A levél szövettana

A szárból kiágazó levélnyél félkör keresztmetszetű, benne öt szállítónyaláb (levélnyomnyaláb) halad. A nyalábok egymással nem anasztomizálnak (mint azt pl. a Prunoideae alcsaládban lehet megfigyelni – KOVÁTS, 2011. A lemez felé haladva a középső nyaláb mérete megnő, patkó alakúvá válik, és ez lesz a lemez főere, miközben az oldalsó nyalábok a levélnyél szélére tolódnak és végül a legszélsők a nyélre futó levéllemez ereivé válnak, méretük erősen csökken, végül a lemez szélén futó erekként folytatódnak (56. ábra).

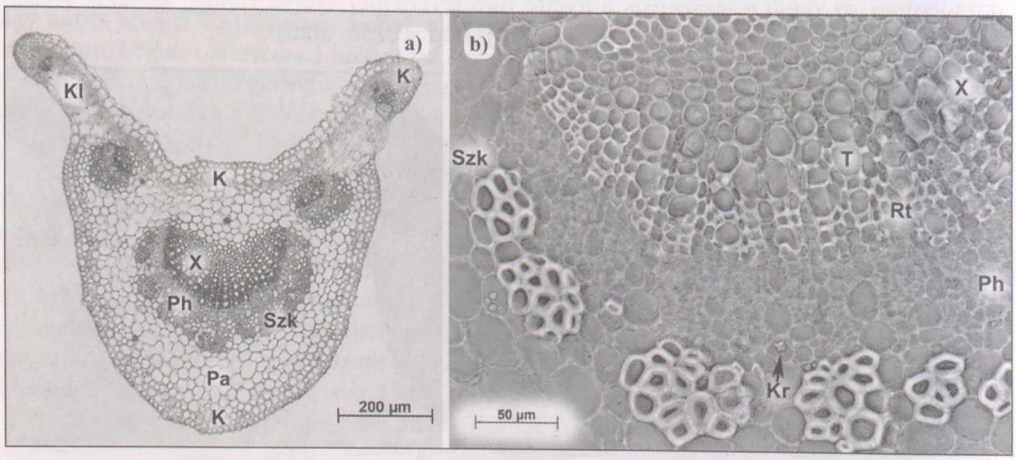


56. ábra. A levélnyél szerkezete a levélalap közelében (a), a középső régióban (b) valamint a levéllemez közelében (c). (*Erős-Honti Zsolt felvételei saját ill. Solymossy Gábor metszeteiről.*)

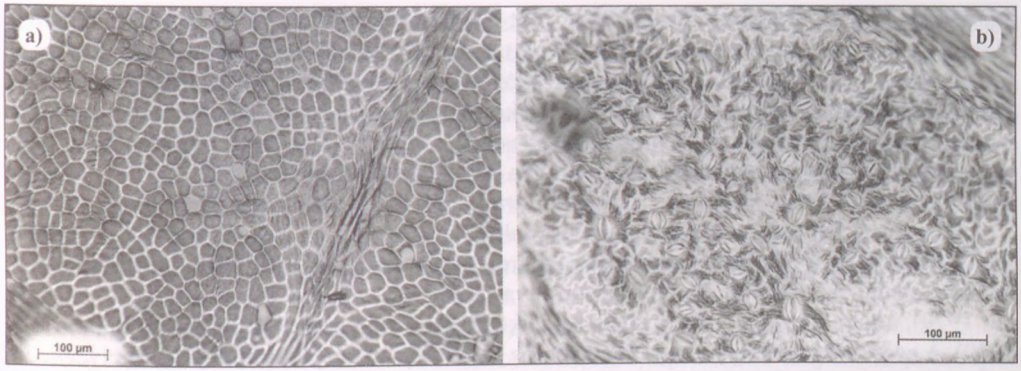
A nyél viszonylag vastag kutikulával fedett epidermiszén a hajtás egyéb részein is előforduló fedőszőröket lehet megfigyelni (57. ábra). A bőrszövet alatt 1–2 (3) sejtsor vastagságú gyűrűs-lemezes kollenchima található, 20–25 µm méretű sejtekkel. E szilárdító alapszöveti réteg sejtsorszáma a lemez felé haladva fokozatosan csökken. A levélnyél következő 1–3 sejtsorát klorenchima alkotja, amelynek sejtjei a levélalap közelében a levélnyél adaxiális és abaxiális oldalán egyaránt kerekdedek, míg a nyél középső régiójában a nyél színi oldalán a levéllemez paliszád parenchimájához hasonlóan oszlopos alakúak, és vaskosabb réteget alkotnak. A levéllemez közelében a klorenchima sejtsorszáma redukálódik, a sejtek ismét kerekdeddé válnak, de az adaxiális oldal klorenchima-rétege továbbra is vastagabb marad. A nyél felső harmadában – a lefutó lemeznek köszönhetően – kiterjed a klorenchima mérete. Habár szabályos paliszád parenchima ezekben a „szárnyakban" nem figyelhető meg, itt is jellemző az abaxiális oldal kiterjedt intercelluláris járatrendszere a fotoszintetizáló sejtek között. A nyélre húzódó lemezrész peremét néhány (1–3) sejtsor vastagságú gyűrűs-lemezes kollenchima merevíti. A nyél belső állományát – az asszimiláló alapszövet rétegén belül – valódi parenchima tölti ki, amelyben elszórtan (1–2 db / 400 µm^2) idioblasztok találhatók, 20–25 µm kristályátmérőjű rozettakristályokkal.

A nyélben futó nyalábokat – a nyél alsó harmadától kezdve – szklerenchimakötegek merevítik (a központi helyzetű, nagy nyalábot nem egyetlen összefüggő, hanem bordákra tagolódó rostkötegek kísérik). A rostok átmérője 15–20 µm, sejtfaluk (2) 2,5–3,5 µm vastagságú. Az oldalt futó erekben háncssapkaként megjelenő szklerenchimához képest egészen alacsony a szállító elemek aránya, (ezek feltehetően inkább merevítő funkciójúak). A nyalábokban haladó tracheák átmérője 10–15 µm között változik, faluk vastagsága 1,5–2 (2,5) µm.

A levéllemez epidermiszében alapvető különbség figyelhető meg a színi és a fonáki bőrszövet anatómiájában (58. ábra). Míg az előbbit viszonylag vastag falú, egyenes (enyhén hullámos) sejtfalakkal határolt sejtek alkotják, s benne sztómákat egyáltalán nem találunk, addig az abaxiális oldalon gyakoriak a vese alakú zárósejtekkel határolt, melléksejtek nélküli (anomocitikus) sztómák; a sejtek fala hullámos lefutású (Porpáczy 1964). A levél tehát bifaciális, hiposztomatikus. A színi epidermisz sejtjeinek mérete 15–30 µm között változik, ám az erek feletti területeken a sejtek enyhén megnyúltak, sorokba rendeződnek. Az átlagos sejtméretek fajtától függően változhatnak, de a mintázat hasonló. A sztómák mérete 25–35 µm – a méret varianciája fajtától függően változik, számuk 100 µm^2-enként 3–6 db. Az epidermiszsejtek mérete a színi oldalhoz hasonló.



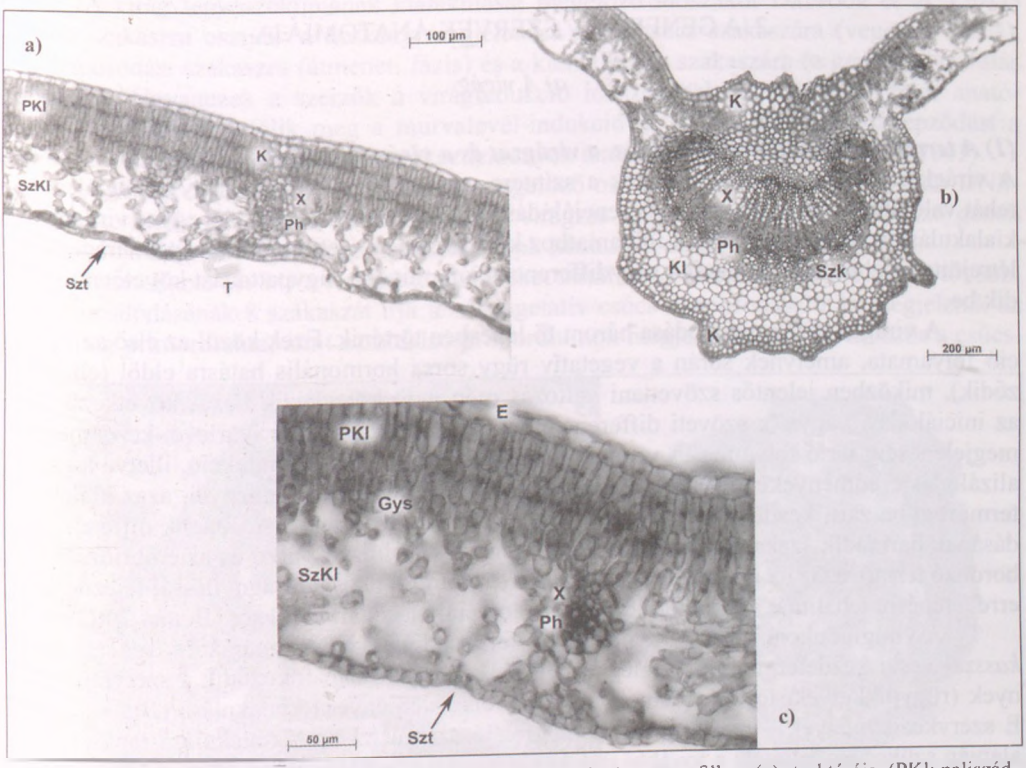
57. ábra. A levélnyél anatómiája kisebb (a) nagyobb (b) felbontásban. (K: kollenchima, Kl: klorenchima, Pa: valódi parenchima, Szk: szklerenchimarostok, Ph: floém, X: xilém: Kr: kristálydrúza, T: trachea, Rt: rosttracheida.) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Solymossy Gábor metszeteiről.*)



58. ábra. A levél színi (a) és fonáki (b) epidermiszének felülete. (*Varga Dániel felvételei replikákról.*)

Az epidermiszt – fajtától függően változó vastagságú – kutikularéteg borítja. E réteg vastagsága összefüggésben áll egyes patogénekkel szembeni rezisztenciával (Varga és Udvardy 2010). Az epidermisz fajtára jellemző gyakoriságban, a hajtás bőrszövetében már leírt fedőszőröket tartalmaz.

A mezofillumszerkezet alapján a levél heterolaterális, dorziventrális típusba sorolható (59. ábra). Az adaxiális oldal felé 2–3 sejtsornyi paliszád parenchima helyezkedik el, majd gyűjtősejtek rétege következik. Ez alatt helyezkedik el az igen tág intercellulárisokkal



59. ábra. Az almalevél áttekintő anatómiája (a) valamint a főér (b) és a mezofillum (c) struktúrája. (PKl: paliszád klorenchima, SzKl: szivacsos klorenchima, K: kollenchima, Kl: klorenchima, E: epidermisz, Szt: sztóma, T: trichóma, X: xilém, Ph: floém, Szk: szklerenchimarostok, Gys: gyűjtősejtek) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Varga Dániel metszeteiről.*)

átjárt szivacsos klorenchima rétege (PORPÁCZY 1964). A mezofillumszerveződés, és a kétféle klorenchima aránya egy egyeden belül is változhat. A korona belsejében található, kevesebb fényhez jutó, kisebb méretű árnyéklevelek mezofilluma vékonyabb, és benne nagyobb a szivacsos parenchima aránya. Ezzel szemben a korona felszíni részein elhelyezkedő, nagyobb lemezű fénylevelek esetében a jobb fénykihasználás végett vastagabb a klorenchimaréteg, s benne nagyobb az oszlopos réteg aránya (PORPÁCZY 1964, BECK 2010). A paliszád parenchimában elszórva rozettakristályokat tartalmazó idioblasztok figyelhetők meg; a kristályok mérete a hajtásban előfordulóhoz hasonló.

A színi és fonáki epidermiszsejtek mérete, valamint a mezofillum klorenchimájának mérhető adatai, és a kétféle parenchima aránya fajtánként erősen változik (LIU–EATON 1970, LIU 1970), amit a termőhelyi körülmények és különböző vegyszerek is befolyásolhatnak (LIU 1970). A nagyobb levélerek környékén a lemez szilárdítását az epidermisz alatt elhelyezkedő, 2–4 sejtsor vastagságú gyűrűs kollenchima biztosítja, amely az abaxiális oldalon vékonyabb, a levélér színi oldala mentén pedig jóval vastagabb. A sejtek fala 3,5–5 µm vastagságú. A fejlettebb nyalábok parenchimatikus nyalábhüvelyében igen gyakran figyelhetünk meg oszlopkristályokat, amelyek feltehetően a levéllemez szilárdságát fokozzák (VARGA et al. 2012). A szállítónyalábok xilém részében a 10–15 µm átmérőjú és 2–3 µm falvastagságú tracheák szabályos sorokba rendeződnek. A nyalábokban – a hajtás egyéb részeihez képest – igen alacsony a szilárdító alapszöveti rostok aránya; de az ereket kísérő nyalábhüvelyben sem találjuk azokat nagy gyakoriságban.

2. A GENERATÍV SZERVEK ANATÓMIÁJA

a) A virág

(1) A termőrügyek differenciálódása, a virágzat és a virág kialakulása

A virágkezdemények kialakulásának a színtere a termőrügy (vegyes rügy), megjelenésük tehát valójában a termőrügyek differenciálódásának folyamatát jelenti. Az egyes virágrészek kialakulása is nagyrészt ehhez a folyamathoz kötődik, de az érett, működőképes virágelemek létrejötte részben már túlmutat a rügydifferenciáción, mivel a rügypattanást követően fejeződik be.

A virágok differenciálódása három fő lépésben történik. Ezek közül az első az indukció folyamata, amelynek során a vegetatív rügy sorsa hormonális hatásra eldől (elköteleződik), miközben jelentős szövettani változás még nem következik be. A következő fázis az iniciálódás, vagyis a szöveti differenciálódás megindulásától az ivarlevél-kezdemények megjelenéséig tartó folyamat. A vegetatív hajtáscsúcsban tehát az indukció, illetve az inicializálódás eredményeképpen megjelennek a későbbi virágok kezdeményei, azaz kialakul a termőrügybe zárt, kezdetleges virágzat (virágzat-differenciálódás). A virágok differenciálódásának harmadik szakasza az érett pollenszemeket tartalmazó porzó és az embriózsákot is hordozó termő, azaz az ivarlevelek kialakulása. Ez utóbbi fázis a virágnyílással fejeződik be, erre a lépésre tehát már csak a termőrügy-differenciálódás után kerül sor (BUBÁN 2003).

A virágindukció (azaz a termőrügy-differenciálódás) folyamata az ún. *vegetatív szakassz*al veszi kezdetét, amikor a még vegetatív hajtáscsúcsban fokozódik a szervkezdemények (rügypikkelyek, levélkezdemények, fellevélkezdemények) kialakulása (BUBÁN 2003). E szervkezdemények – pontosabban a megfelelő számú ízköz – kialakulása tapasztalatok alapján szükséges feltétele a további indukciós lépéseknek (ABBOTT cit. BUBÁN 1984, DENNIS 2003). A következő szakasz a *szűk értelemben vett virágindukció* folyamata, amelynek során a merisztémák elkötelezetté válnak a generatív hajtásrendszer kialakulása felé (BUBÁN 1984). Szemben az első, még reverzibilis folyamattal e második lépés már visszafordíthatatlan

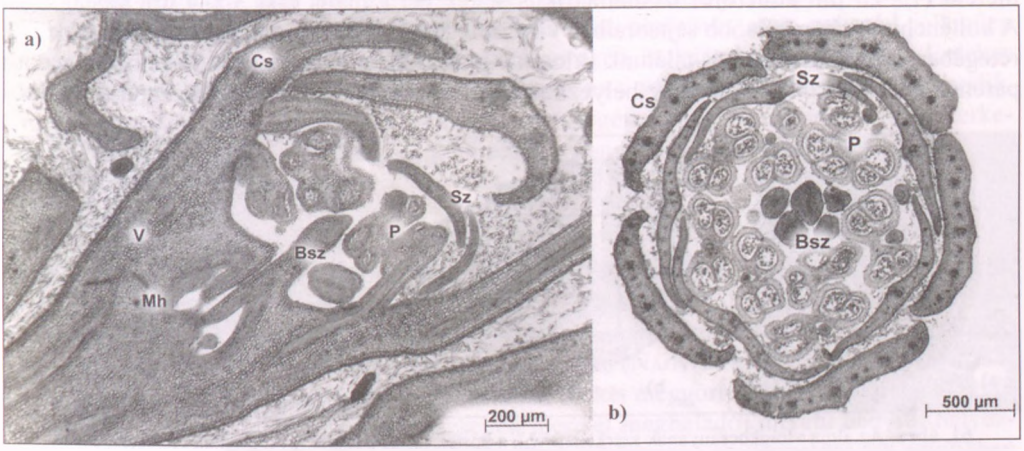
(Bubán és Faust 1982). Az elköteleződés első citológiai ill. hisztológiai eseményeként a hajtáscsúcs tengelyében elhelyezkedő sejtekben fokozódik a DNS-szintézis (megnő a sejtek DNS-tartalma), illetve ugyanitt felgyorsul az osztódások üteme is (Bubán és Hesemann 1979). A vegetatív csúcshoz képest új jelenség tehát, hogy az osztódások üteme azonossá válik a teljes hajtáscsúcsban (l. korábban a vegetatív tenyészőcsúcs leírását!). Ennek eredményeképpen a centrális zóna kiterjed, és már nem különíthető el a felszín alatti merisztematikus rétegtől. A tenyészőkúp ellaposodik (Bubán 1968), végül kúp alakot vesz fel (Pflock-stádium, „virágmerisztéma" – Bubán 1980). Ugyanebben az időszakban a vegetatív oldalszervek képzése leáll, helyettük a szubdermatogén sejtjeinek periklináris osztódásaival megindul az egyes virágkezdemények iniciálása (Bubán 1974). A virágindukció eredményeként a termőrügyben több virágmerisztéma jön létre, azaz több kezdemény alakul ki. Később, ezekből az iniciálisokból lesznek a virágzatot alkotó, virágokat létrehozó reproduktív tenyészőkúpok, rajtuk a virágtakaró és az ivarlevelek primordiumaival (Bubán 1968). A Pflock-stádiumtól kezdve egyértelműen megfigyelhető a generatív rügyben a csúcsi helyzetű reproduktív tenyészőkúp és a későbbiekben ebből képződő virág dominanciája (Bubán 2003). A szövetek megjelenése után 10–14 nappal kezdődik meg a termőrügyben az egyes virágrészek morfológiai differenciálódása (Bubán 1991).

Bubán leírásaitól eltérően, a tunika-korpusz elmélet felhasználásával is magyarázhatók a virág (ill. virágzat) indukciójának anatómiai változásai [(Hilkenbäumer–Buchloch 1954, Brooks 1940) – cit. Bubán 1980)]: ebben az esetben a tunika rétegszámának csökkenése jelzi az indukciót, ami megfeleltethető a járulékos felszíni merisztémaréteg eltűnésének.

A virág tenyészőkúpjának kialakulását megelőző időszakot Dadpour et al. (2011) három szakaszra osztják: a keskeny megjelenésű hajtáscsúcs szakaszára (vegetatív fázis), az ellaposodási szakaszra (átmeneti fázis) és a kiemelkedés szakaszára (a generatívvá válás időszaka). Ugyanezek a szerzők a virágindukció időszakának további jellegzetes anatómiai változásaként jelölik meg a murvalevél-indukcióval együtt járó barázdaképződést a levélprimordiumok és a későbbi virágkezdemények területe között (Dadpour et al. 2011).

A virágkezdemények iniciálódását megelőző osztódási aktivitás ill. fokozódó DNS- és RNS-termelés hátterében természetesen a virágzás indukciójában szerepet játszó gének expressziója áll (ennek genetikai hátterét lásd pl. Mimida et al. 2011).

Elek–Erdei (1984) a virágkezdeményeket tartalmazó termőrügyek (60. ábra) további differenciálódásának 8 szakaszát írja le. A vegetatív csúcs ellaposodása után megjelenik az első virág primordiuma, amit az oldalsó primordiumok megjelenése követ. Először a csúcs-



60. ábra. Az alma virágrügyének szerkezete hossz- (a) és keresztmetszetben (b). (Cs: csészelevél, Sz: sziromlevél, P: porzó, Bsz: bibeszál(ak), Mh: magház, V: vacok) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Varga Dániel metszeteiről.*)

hoz közeli, majd az attól távolabbi virágok kezdeményei alakulnak ki. Ezután megkezdődik az egyes virágkörök – csésze, szirom, porzókezdemények kialakulása, végül a termőlevelek kezdeményeinek kialakulása, természetesen az egyes virágok esetében a megfelelő primordiumok megjelenésének sorrendjében, megfelelő időeltolódással. A virágot alkotó módosult levelek kialakulása – hasonlóan a vegetatív hajtáscsúcshoz – itt is a szubdermatogén régiójában indul meg (BUBÁN 1980).

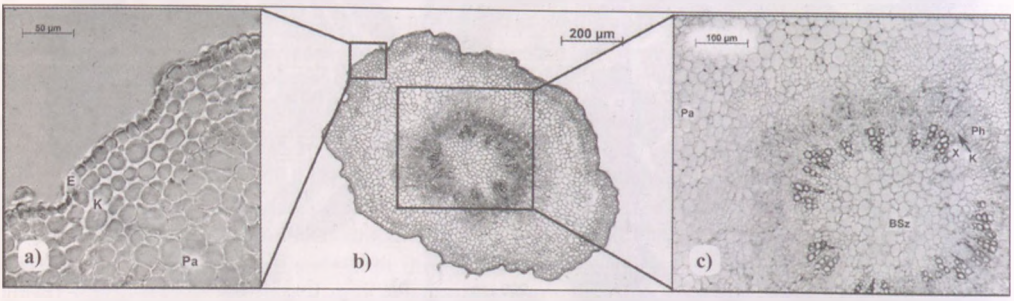
A virágrügyképződés június közepén-végén kezdődik, és addig lényegében változatlan formában találjuk a későbbi termőrügyek vegetatív hajtáscsúcsát. Ez az esemény többnyire egybeesik a természetes gyümölcshullás fenológiai fázisával (ELEK L-né–ERDEI 1982). A differenciálódás fő időszaka július-augusztus: a lombhullásig (gyümölcsérésig) lényegében valamennyi virágszerv-kezdemény kialakul (BUBÁN 1980, ELEK L-né–ERDEI 1982, DENNIS 2003). A tél folyamán a virágdifferenciálódás lelassul (de nem áll le), majd a mélynyugalmi állapot befejeződését követően ismét felgyorsul, és egészen a virágok kinyílásáig tart (BUBÁN 1984, 2003). A nyugalmi periódus megszűnéséhez – fajtától függő hosszúságú – hideghatás (0-15 °C) szükséges (DENNIS 2003). Megjegyzendő mindazonáltal, hogy a virágrügy-kialakulás időpontja fajtánként változó lehet (ELEK L-né–ERDEI 1982), és a rövid- és hosszú termőrészek virágkezdemény-képzése között is megfigyelhető néhány hetes eltérés (BUBÁN 1980).

A vegetatív tenyészőcsúcsok generatív szerveket kialakító merisztémákká alakulása, valamint a folyamat időpontja számos körülménytől függ. Ezek közül megemlíthető a rügy helyzete; eltérő a hosszú- és rövidhajtások rügyeinek, illetve a korona különböző pozícióiban elhelyezkedő rügyeknek az átalakulási esélye és az átalakulás időpontja (ELEK L-né–ERDEI 1982, BUBÁN 2003), a külső hőmérséklet és a lomblevelek őszi állapotának hatása (BUBÁN 2003), valamint a különböző termesztői kezelések (pl. gyűrűzés), a szárazság hatása (DENNIS 2003), a megfelelő összetételű műtrágyázás (BUBÁN 1974) vagy a különféle vegyszerek alkalmazása (BUBÁN 1991). Az azévi korai, intenzív lombosodásnak pozitív hatása van a virágképzésre (BUBÁN 1974) is.

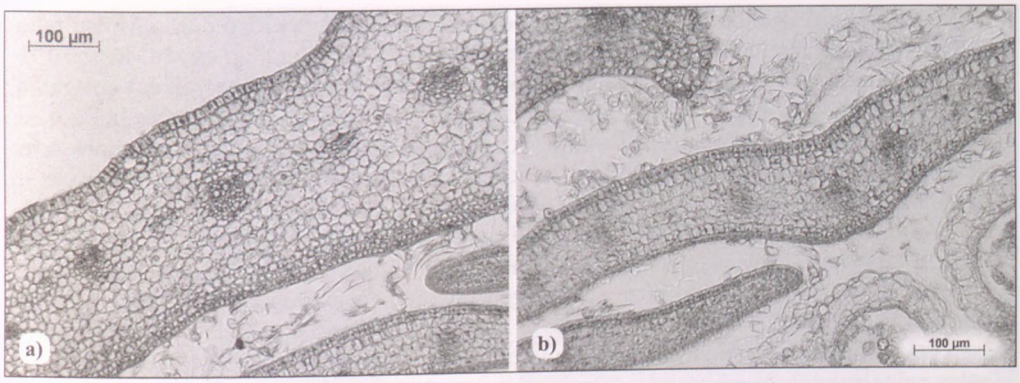
(2) A virágrészek anatómiája

A virágtengely és a takarólevelek

A virágot hordozó kocsány szöveti szerkezete a hajtástengely egyéb részeinek elsődleges szerkezetét követi (61. ábra). Az epidermális szőröket hordozó bőrszövet sejtjei sugárirányban kissé megnyúltak, 15–20 µm méretűek, rajtuk néhány µm vastag kutikularéteg található. Az epidermisz alatt 2–3 sejtsornyi lemezes kollenchima merevíti a kocsányt. A változatos méretű (15–25 µm átmérőjű) izodiametrikus sejtek periklinális fala 3,5–4 µm vastagságú. A kollenchima réteg belsőbb sejtsoraiban valamint az alattuk található parenchimasejtek 1–2 rétegében kloroplasztiszokat találunk (klorenchima), míg a virágtengely fő tömegét valódi parenchima tölti ki. A sztélében elhelyezkedő szállítószövet nyalábos szerkezetű, a szállító-



61. ábra. Az alma virágkocsányának szerkezete (b), a kortex (a) és a sztéle (c) régióinak részletezésével. (E: epidermisz, K: kollenchima, Pa: valódi parenchima, Ph: floém, K: kambium, X: xilém, BSz: bélszövet) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Solymossy Gábor metszeteiről.*)



62. ábra. Az alma csészelevelének (a) és sziromlevelének (b) szerkezete.
(*Erős-Honti Zsolt felvételei Varga Dániel metszeteiről.*)

elemek mérete a hajtás egyéb részeiben megfigyelt paramétereknek megfelelő. A nyalábok fa- és háncsrésze között kambiumot találunk, a nyalábközi helyzetű parenchimasejtek között már kialakulóban van az interfaszcikuláris kambium. Az így létrejövő vaszkuláris kambium hozza majd létre a másodlagos szállító- és szilárdító elemeket is tartalmazó terméskocsány szöveteit.

A vacok, – illetve egyes szerzők szerint a periantium – alapi szövetei körülnövik a magházat. A paliszád jellegűen megnyúlt epidermális sejtek között a hajtás egyéb részein is előforduló trichómákat találunk. A vacok fő tömegét valódi parenchimaszövet alkotja, amelynek legkülső néhány sejtsorában kloroplasztiszok helyezkednek el (klorenchima). A termőlevél és a vacok szövetei között éles határvonal nem figyelhető meg, mindössze néhány ellaposodó alapszöveti sejtréteg jelöli ki a két szerv érintkezési vonalát (Tukey–Young 1942). Mind a termőlevél, mind pedig a vacok alapszövetében kalcium-oxalát drúzákat tartalmazó idioblasztokat találunk, a kristályok mérete azonban valamivel alatta marad a vegetatív hajtásrészeken találhatóknak, átmérőjük 10–18 (25) µm.

A takarólevelek epidermisze a bimbókban paliszád jellegűen megnyúlt sejtekből áll, amelyek azonban a virágnyílással – a levélsejtek expanzióját követve – ellaposodnak (62. ábra). A csészeleveleken a hajtáshoz hasonlóan epidermális szőrök is előfordulnak. Mindkét takarólevél izolaterális szerkezetű mezofilluma többé-kevésbé izodiametrikus klorenchima-sejtekből épül fel. A csészelevél teljes mezofillum-állománya homogén, a sziromlevelek esetében azonban a bimbóban mindkét bőrszövet alatt paliszád jellegűen enyhén megnyúlt sejtek sora helyezkedik el (heterogén izolaterális mezofillum). Érdekes jelenség, hogy a sziromlevelek kiterülése után éppen ez a paliszád jellegű réteg ellaposodik. A mezofillum szerkezete ennélfogva továbbra is heterogén marad. A szállítónyalábok szerkezete a levélerekéhez hasonló azzal a különbséggel, hogy az azokat kísérő szilárdító szöveti elemek mennyisége minimális.

A nektáriumok

Az almavirág nektáriumának morfológiáját és anatómiáját több szerző részletesen leírta (Orosz-Kovács et al. 2001b, Nagy Tóth et al. 2000, Bubán et al. 2003). A szűk hipantiumban (vacokserleg) ülő nektárium epidermiszét fajtára jellemző mintázatot mutató, ráncolt kutikula fedi, ahol a nektár a kiválasztás szüneteiben is megmarad (Nagy Tóth et al. 2000). A kiválasztást végző bőrszöveti struktúra a nektáriumsztóma. Ez két meggörbült, vese alakú zárósejtből áll, amelyek között a nagy (az epidermiszsejtek méretét meghaladó) méretű nedvrés helyezkedik el (Bubán et al. 2003). A zárósejtek általában a környező epidermiszsejtek szintjében állnak, bár egyes fajták esetében ez megváltozhat (Orosz-Kovács et al. 2001b), ami bizo-

nyos kórokozókkal szembeni fogékonyságot jelző bélyeg lehet. Az Idared és a Mutsu fajták besüllyedt sztómája például a tűzelhalással szembeni fogékonysággal jár együtt (ROSEN 1936 – cit. BUBÁN et al. 2003), mivel a nektársztómák a fertőzés behatolási helyeiként szolgálnak (MIHALIK et al. 2006a, b). A nedvrés a nektáriumparenchima mirigyszövetében elhelyezkedő sejtközötti üregbe, a nektárkamrába nyílik. A nektáriumsztóma nyitottsága ill. a nektártermelés valamint a virágzásfenológiai fázisok közti összefüggés alapján OROSZ-KOVÁCS et al. (2001b) hat különböző típusba sorolták az almafajtákat.

A nektárium mirigyszövetének, a glanduláris szövetnek a vastagsága fajtától függően változó, általában 12–15 sejtsor. A legegyszerűbb nektáriumok esetében ez a réteg hiányozhat is, s ekkor a nektárkamra mindössze egy lizigén intercelluláris üreg a parenchimaszövetben (OROSZ-KOVÁCS et al. 2001b). A mirigyszövet sejtjei jóval kisebbek az alattuk elhelyezkedő, erősen vakuolizált sejtekből álló nektáriumparenchima sejtjeinél (BUBÁN et al. 2003), mennyiségük a nektárprodukcióval korrelál (OROSZ-KOVÁCS et al. 2001b). A nektárparenchima sejtjei izodiametrikusak, köztük sejtközötti járatok figyelhetők meg, a sejtekben a nektártermelés időszakában intenzív kristályberakódás tapasztalható (KARTASOVA 1965 – cit. OROSZ-KOVÁCS et al. 2001b).

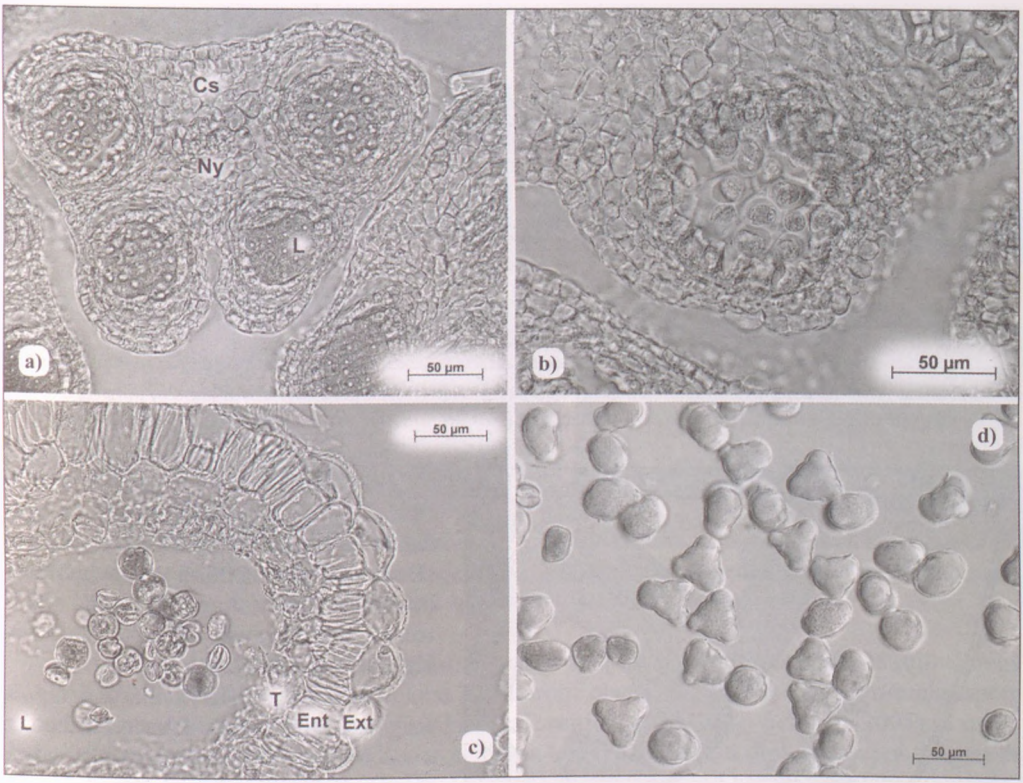
(3) A porzók kialakulása valamint a mikrosporo- és mikrogametogenezis folyamatai

A porzók fejlődése a nyár második felében kezdődik (BUBÁN–KÖKÉNDYNÉ 1980). Kezdetben a sziromlevél-kezdemények tövében ülő porzók filamentuma (60. ábra) csak a portok differenciálódása után, nem sokkal a rügypattanás előtt nyúlik meg (BUBÁN 1984, WERTHEIM–SCHMIDT 2005). A porzószálhoz csatlóval ízesülő portok (antéra) két félből (téka) áll. Mindkét félben 2–2 pollenzsák (lokulamentum) helyezkedik el, amelyeket a sporogén szövet (archespórium) tölt ki (BUBÁN–KÖKÉNDYNÉ 1980, BUBÁN 2003).

A portokfal jellegzetesen rétegzett felépítése már ülő állapotban, a bimbóban megfigyelhető (63. ábra). A redőzött felületű, kerekded sejtekből álló exotécium a porzólevél egyrétegű epidermisze (e réteg átlagosan 25–30 μm vastagságú). Ez alatt egy-két sejtrétegben a jellegzetesen hálózatos falú, antiklináris irányban megnyúlt sejtekből álló (átlagosan 30–35 μm vastagságú) endotéciumot találjuk (WERTHEIM és SCHMIDT 2005). E sejtréteg feladata a sejtek vízvesztésekor jelentkező húzóerő révén a portok felnyitása a pollenszemek megérését követően. A pollenzsákokat belülről a virágporszemek ellenálló, sporopolleninből álló sejtfalának anyagait termelő tapétum rétege béleli (BUBÁN–KÖKÉNDYNÉ 1980).

A lokulamentumok belsejét kitöltő sporogén szövet archespórium-sejtjei között már a nyugalmi időszak kezdetén felismerhetők a pollenanyasejtek (mikrospóra-anyasejtek, 63. ábra), amelyeknek késő télen meginduló meiotikus osztódása hozza létre a mikrospórákat (DENNIS 2003). A mikrospórák a tél végéig (márciusig) közös kallóz sejtfaluknak köszönhetően négyesével együtt maradó tetrádokat alkotnak (BUBÁN 1984, 2003, WERTHEIM–SCHMIDT 2005). Más források a mikrospórák kialakulását a rügypattanás időszakára helyezik (WERTHEIM–SCHMIDT 2005.) A pollenképződés utolsó eseménye a mikrospóra inekvális osztódásával létrejövő vegetatív sejt (tömlőképző sejt) és a vegetatív sejt plazmáján belül elhelyezkedő, később a hímivarsejteket kialakító generatív sejt megjelenése (BUBÁN 2003, WERTHEIM–SCHMIDT 2005). A portokból kiszóródó pollenszemek (63d. ábra) viszonylag kisméretű, megnyúlt ellipszoid jellegű struktúrák, keresztmetszetben háromszög alakúak (WERTHEIM–SCHMIDT 2005). Átmérőjük átlagosan 30 μm, de a méret és valamelyest az alak is fajtajellemző bélyeg. A pollenszemek fala kétrétegű (intine ill. exine), rajta három megnyúlt pórust (csíranyílásokat) találunk, ahol hiányzik a külső (exine) réteg (WERTHEIM–SCHMIDT 2005). E három apertúra egyike lesz később a pollentömlő kilépésének helye. A pollen tehát jellegzetesen trikolpát (SCHEIDNÉ NAGY TÓTH et al. 2001).

Az érett pollenszemek a portok hasítékán keresztül jutnak a külvilágba. Ez a hasíték kezdetben az antéra befelé eső oldalán helyezkedik el (introrz porzó), ám később – fajtától



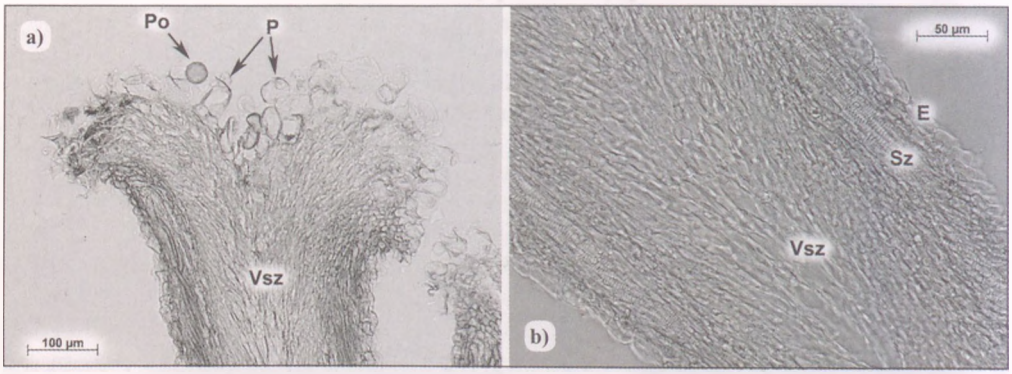
63. ábra. Az alma fiatal portokjának metszete a lokulamentumokat kitöltő sporogén szövettel (archespórium): a mikrospóra-anyasejtek kialakulása (a, b) a kifejlett portok (c) és a kiszóródott pollenszemek (d). (Cs: csatló, Ny: szállítónyaláb: L: lokulamentum, Ext: exotécium, Ent: endotécium, T: a tapétum maradványa) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Varga Dániel metszeteiről; c,d: differenciál-interferenciakontraszt mikroszkópos felvétel.*)

függően eltérő mechanizmussal – kifelé fordul, vagyis a porzó extrorzzá lesz (Orosz-Kovács et al. 2001a). A megporzást követően a bibeszálban haladó pollentömlőben osztódik ketté a generatív sejt a két, megtermékenyítést végző hímivarsejtté.

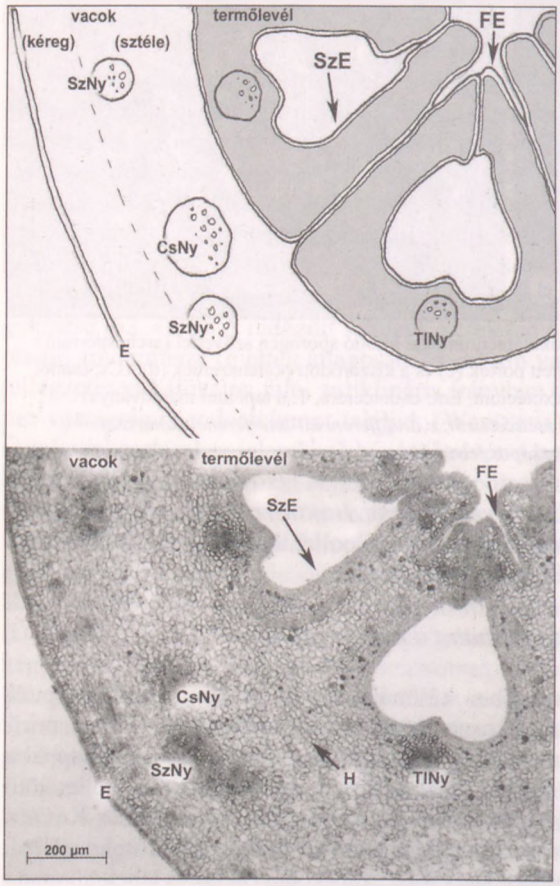
(4) A termő, a magkezdemény kialakulása valamint a makrosporo- és makrogametogenezis folyamatai

Az alma apokarp termőtáját öt darab, lényegében különálló termő alkotja. A nedves típusú bibe (Orosz-Kovács et al. 2001c, Wertheim–Schmidt 2005) felszíne papillás (64. ábra), mirigyes, felszínét fehérjeréteg vonja be (Bubán 2003). A váladéktermelő papillák 4–5 nappal a virágnyílás után összeesnek (Orosz-Kovács et al. 2001c). A bibe fogékonyságára (pollenkötő képességére) utaló bibeváladék szekréciója négyóránkénti periodicitást mutat (Orosz-Kovács et al. 2001c). A virágporszemek megkötése mellett a ragadós bibefelszín egyes kórokozók (pl. az *Erwinia amylovara*) elsődleges megtapadási vagy akár szaporodási helye is lehet, ahonnan azok a harmat vagy eső segítségével jutnak el a behatolási (infekciós) pontokra (Hattingh et al. 1986, Bubán et al. 2003, Mihalik et al. 2006a).

Az öt, alapvetően különálló bibeszál alsó része összeforrva egy közös „bibeoszlopot" alkot (Bubán 1984, Wertheim–Schmidt 2005), míg felső részük szabadon áll. A bibeszál metszetén az egyrétegű epidermisz alatt parenchimaszövetbe ágyazott szállítónyalábok futnak, a sztílusz középső régióját pedig a laza szerveződésű ún. vezetőszövet tölti ki (64. ábra).



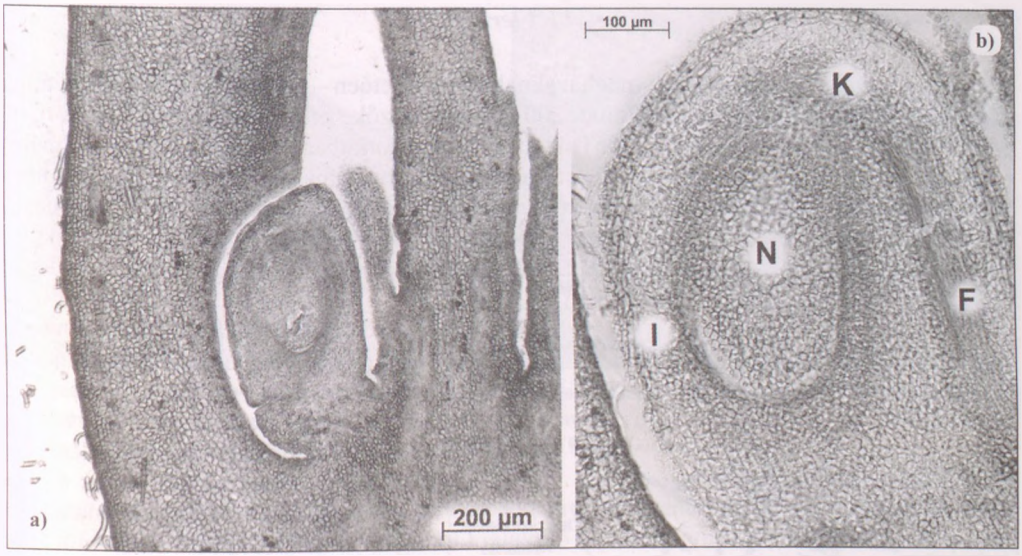
64. ábra. Az alma papillás bibefelületének (a) és bibeszálának (b) szerkezete. (P: papillák, Po: pollenszem, Vsz: vezetőszövet, E: epidermisz, Sz: szállítószövet) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Varga Dániel metszeteiről.*)



65. ábra. Az alma magházának és az azt körülvevő vacoknak a szerkezete. (FE: a termőlevél fonáki epidermisze, SzE: a termőlevél színi epidermisze, H: a termőlevél és a vacok érintkezési vonala, TlNy: a termőlevél szállítónyalábja, CsNy: a csészelevélbe futó szállítónyaláb, SzNy: a sziromlevélbe futó szállítónyaláb, E: a vacok epidermisze) (*Erős-Honti Zsolt felvétele és rajza Varga Dániel metszetéről.*)

Ez utóbbi a bibét és a magházat köti össze. Szerepe a pollentömlő haladásának biztosítása és annak táplálása (Bubán 1984, 2003) a megporzást követően fokozottan ideáramló cukrok és aminosavak révén (Bubán és Kökéndyné 1980).

Az epigin (felső állású) virág öt magházát (65. ábra) a vacok valamint a takarólevelek és a porzószálak alapi részeinek összeforrásával létrejövő nem ovariális szövetek veszik körül (Dennis 2003). A magház együregű, a benne levő maglécen (placenta) többnyire 2–2 magkezdemény (ovulum) helyezkedik el (Wertheim–Schmidt 2005), amelyeket a köldökzsinór (funikulusz) kapcsolja a placentához (a benne haladó szállítónyaláb végződési helye az ovulumon a kalaza). A magkezdemények száma fajtánként változhat – l. pl. Bubán (1984), Wertheim–Schmidt (2005). Az ovulumok merisztematikus sejttömegre emlékeztető primordiumai már a tél végén megjelennek, de az érett magkezdemények csak közvetlenül a virágzás előtt alakulnak ki (Bubán 2003). Az alapi helyzetű anatrop magkezdemények (66. ábra) kettős integumentummal fedett nucelluszában a makrospóra-anyasejt, az ebből képződő makrospórák, s a makrospórából kialakuló embriózsák a csírakapu (mikropile) felé eső végen helyezkedik el (Bubán 1984, Wertheim–Schmidt 2005).



66. ábra. Az alma magkezdeménye kis (a) és nagy (b) nagyításban. (I: integumentum, N: nucellusz, F: funikulusz, K: kalaza) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Varga Dániel metszeteiről.*)

Az embriózsák monospórás típusú. A makrospóra-anyasejt meiózisával létrejövő négy utódsejt közül a mikropiléhez közelebb eső három elsorvad, és csak egyetlen makrospóra mitotikus osztódásai alakítják ki az embriózsák sejtjeit (Wertheim–Schmidt 2005): a csírakapu felé eső oldalon elhelyezkedő petesejtet és két szinergidát, a diploid központi sejtet és a petesejt-apparátussal ellentétes (kalazális) oldalon elhelyezkedő három ellenlábas (antipód) sejtet (Bubán–Kökéndyné 1980, Bubán 2003).

A makrosporo- és makrogametogenezis eseményei párhuzamba hozhatók a fenológiai fázisokkal: a nyugalmi állapotban levő ill. duzzadó rügyekben alakulnak ki a termőlevelek, az „egérfül-stádiumban" és a zöld bimbós állapotban jön létre a nucellusz és az integumentumok, majd a piros bimbós állapot kezdetén a makrospóra. A piros bimbós és a ballon-stádiumok során indul meg az embriózsák fejlődése, ami a virágnyíláskor fejeződik be (Wertheim és Schmidt 2005).

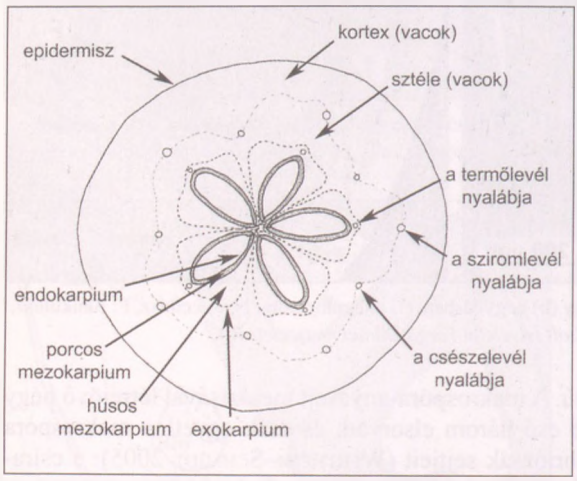
(5) Megtermékenyülés és embriófejlődés

A pollentömlő többnyire mikropiláris behatolású. A kettős megtermékenyítés eredményeképpen alakul ki a zigóta és a másodlagos táplálószövet (szekunder endospermium). Ez utóbbi sokáig szabad sejtmagok halmazaként tűnik elő (nukleáris endospermium) a sejtfalak kialakulása csak később (kb. 30–31 nappal a megtermékenyítést követően) történik meg (Bubán 1984, Dennis 2003).

A Rosaceae családban megfigyelhető embriófejlődési módok rendkívül különbözőek: a lágyszárú fajok evolúciósan fejlettnek tekinthető, viszonylag gyors, sejtenként pontosan determinált embriófejlődésével szemben a fás szárú fajok esetében az elköteleződés viszonylag lassan következik be, ami ősi bélyeg a családon belül (Wardlaw 1955). A zigóta inekvális osztódása eredményeképpen a virágzást követő második héten még a kétsejtes embriót találjuk az alma magkezdeményében, amelynek alsó, nagyobb méretű sejtjéből a szuszpenzor, felsőbb sejtjéből a tulajdonképpeni embrió alakul majd ki (Bubán–Kökéndyné 1980). Az 5–6. hétig igen lassan fejlődő, gömbstádiumúvá váló embrió morfológiai differenciálódása a hatodik héten kezdődik meg a sziklevelek megjelenésével, ami után azonban a fejlődés felgyorsul: a 12. hétre a magban már a kifejlett embrió figyelhető meg (Bubán–Kökéndyné 1980).

b) A termés

Az alma áltermése – az alsóállású magházaknak köszönhetően – a termőlevelek szöveti állománya mellett nagyrészt a vacok (BUBÁN 2003), más szerzők szerint a periantium alapi, fuzionált részéből (TROMP–WERTHEIM 2005) alakul ki. A gyakorlatban többnyire az előző elmélet elfogadott – (TROMP–WERTHEIM 2005). A termőlevél mezofilluma kétrétegű mezokarpiummá alakul (67. ábra), amelynek belső, magvak felé néző oldala porcszerű, hártyás megjelenésű, míg külső rétegei húsos, a virágtengely szöveteihez hasonlatos sejtekből állnak (TUKEY–YOUNG 1942). Az ovariális eredetű ill. a vacokból kialakuló részek között lapos sejtekből álló határvonal figyelhető meg (ezt a réteget jelöli ki körtefajták esetében a kősejtek felhalmozódása) (TROMP–WERTHEIM 2005). A termés kocsánnyal ellentétes oldalán a takarólevelek és az elszáradt porzók és bibeszálak maradványai is megmaradnak a gyümölcsön (WERTHEIM–SCHMIDT 2005).

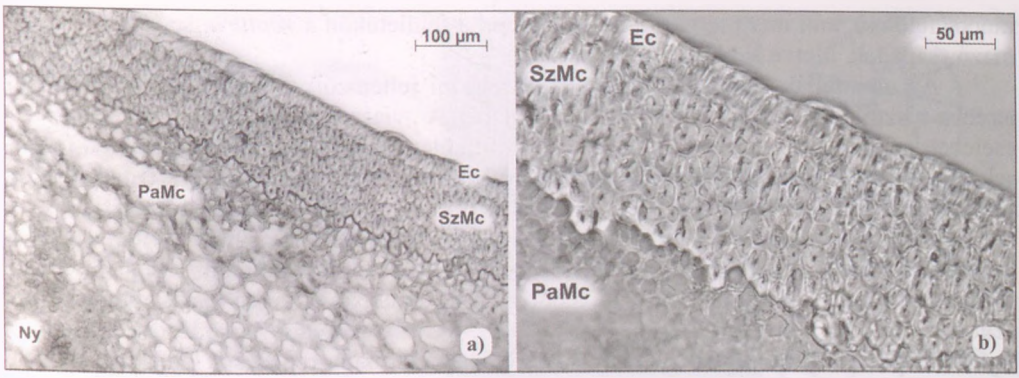


67. ábra. Az alma áltermésének felépítése keresztmetszetben. (*Erős-Honti Zsolt rajza* TUKEY és YOUNG (1942) *valamint* TROMP és WERTHEIM (2005) *nyomán.*)

A termésfejlődés első 3–4 hetében sejtosztódások és a sejtek növekedése egyaránt gyarapítják a gyümölcs méretét, majd ezt követően (nagyjából a diónyi méret elérését követően) azonban már a mitózisok (az epidermisz rétegének kivételével) befejeződnek és csak a sejtexpanzió, valamint az intercelluláris terek kiterjedése okozza az áltermés gyarapodását (HÁMORINÉ SZABÓ 1974, DENNIS 2003). Az almagyümölcs ováriumokból kialakuló részeinek fejlődése jóval korábban (a megtermékenyítést követő hatodik hét végére) befejeződik (TROMP–WERTHEIM 2005), míg a nem ovariális szövetek növekedése egészen a termésérésig eltart (DENNIS 2003).

A termést hordozó kocsány felépítése a virágtengely megfelelő szakaszához hasonló, azzal az eltéréssel, hogy a nagyobb mechanikai igénybevétel miatt felszaporodnak benne a szilárdító elemek: a szállítóelemeket kísérő és a kortexben is gyakori szklerenchimarostok a bélszövetben is megjelennek, az epidermisz alatt pedig kollenchimarétegek alakulnak ki a kocsány további merevítése céljából (BIEBL–GERM 1967).

A termés fejlődésének és hisztológiai szerkezetének részletes összefoglalóját adja TUKEY és YOUNG (1942). A termésüreget a termőlevelek színi epidermiszéből kialakuló, sugárirányban megnyúlt sejtek bélelik (endokarpium), a fonáki (külső) epidermisz (exokarpium) a húsos vacokszövetekkel érintkező helyeken nem különböztethető meg a többi sejttől (csak a magházak illeszkedési vonalában, a termés középvonalában látszik valamelyest, azokon a helyeken, ahol a magházat alkotó termőlevelek fonáki epidermisze is látható – l. korábban a 65. ábrán!). A virágzás előtt egy hónappal még teljesen homogén szöveti szerkezetű termőlevélmezofillumból kétféle szövetréteg (68. ábra) jön létre a termésfejlődéssel (TUKEY–YOUNG 1942). A belső epidermisz alatt található néhány (3–6) sejtrétegből álló hártyás, porcszerű mezokarpium rétegek rézsútosan futó, megnyúlt, gödörkésen vastagodott falú szklereidákból állnak (SÁRKÁNY–SZALAI 1966, EVERT 2006). E hajlékony, erős, egyes szerzők által „filcszövetnek" ('Filzgewebe' – BIEBL–GERM 1967) is nevezett termésfalréteg sejtsorszáma a termés érése során folyamatosan csökken, később akár természetes módon kialakuló rhexigén járat is

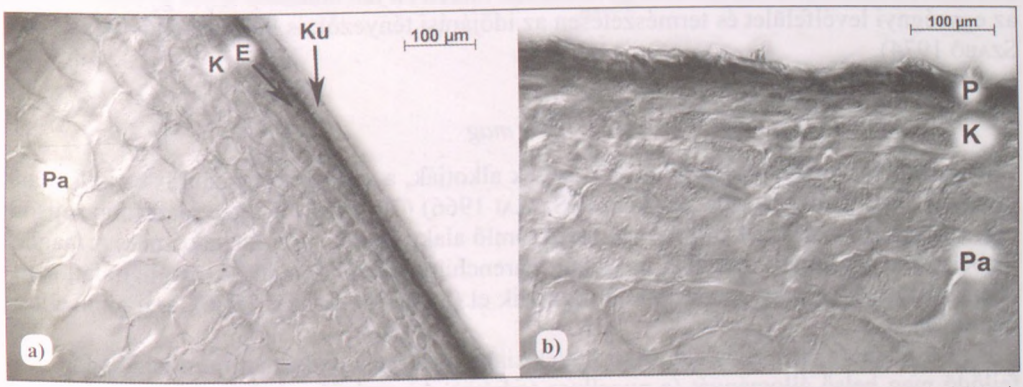


68. ábra. A perikarpium rétegei kisebb (a) és nagyobb (b) nagyításban. (Ec: endokarpium, SzMc: szilárdító szövetből álló, hártyás mezokarpium-rétegek, PaMc: parenchimatikus mezokarpium-rétegek, Ny: szállítónyaláb) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Varga Dániel metszeteiről.*)

nyílhat benne. Egyes fajtáknál ebbe a járatba a környező parenchimaszövetek is betüremkedhetnek (Tukey–Young 1942). A vacokból kialakuló szövetekig húzódó húsos mezokarpium-réteget nagyméretű, izodiametrikus sejtekből álló raktározó parenchima alkotja. Ez a rész világosabb színe és kompaktsága alapján elkülöníthető a vacok bélszövetétől, a szövettani képeken néhány, lapos sejtekből álló parenchimaréteg alkotta határvonal mutatja az érintkezési felületet (Tukey–Young 1942).

A vacok termésérésig folyamatosan növekvő szöveteit szintén raktározó alapszövet alkotja, bennük a takarólevelekhez futó szállítónyalábokat figyelhetjük meg. Az almagyümölcs keresztmetszetén e szállítónyalábok sora mutatja a receptákulum két szövettájából, a sztéléből és a kortexből kialakuló szöveti tájak határát (Tukey–Young 1942) (67. ábra). A kéreg külső részében ellaposodott sejtekből álló, 4–5 sejtsor vastagságú (lemezes) kollenchima szövet alkotta hipoderma található (Sárkány–Szalai 1966, Tromp–Wertheim 2005).

Az ältermés felületét egyrétegű, többnyire viaszos kutikulával fedett epidermisz borítja (69. ábra), amelynek sejtjei kezdetben csak kissé, később radiális irányban erősen megnyúlnak (Tukey–Young 1942). A fiatal gyümölcs felületén ugyanakkor a hajtást borító szőrökhöz hasonló trichómák fordulnak elő. Az epidermisz anatómiája egyes patogénekkel szembeni fogékonyság előrejelzője lehet. Singler és Stösser (1990) megfigyelései szerint a *Venturiás* varasodásra fogékony fajták esetében a fejlődő bőrszövet hosszabb ideig gyűrött,



69. ábra. Egy viaszos héjú ('Jonagold', a) és egy erősen parásodó ('Kanadai Renet', b) almafajta gyümölcshéjának szerkezete. (E: epidermisz, Ku: kutikula, K: kollenchima, Pa: parenchima, P: periderma) (*Erős-Honti Zsolt felvételei Varga Dániel metszeteiről.*)

ráncos felületű, ami miatt tartósabban megmarad a felületükön a *Venturia*-spórákat is tartalmazó csapadék, illetve harmat.

Az almafajták erősen különböznek a felszíni jellemzőik tekintetében, aminek hátterében hisztológiai különbségek állnak (69. ábra). A „viaszos héjú" fajták (pl. 'Jonagold') esetében az epidermiszt jelentősen vastagabb kutikularéteg borítja, míg a parásodott termések (pl. 'Kanadai renet') esetében a felszíni sérülések mentén meginduló peridermaképződés változtatja meg a felületi jellemzőket (GIL et al. 1994). Az utóbbi folyamat kiindulási helyei a kutikularétegben kialakuló apró repedések, esetleg az epidermisz olyan halott sejtjei, amelyek pusztulását felületi sérülések okozták. E változások hatására a hipodermális rétegben sejtosztódások indulnak: kialakul a másodlagos bőrszövetet létrehozó fellogén (parakambium), ami szuberinizálódott falú sejteket hoz létre (TROMP–WERTHEIM 2005). A parásodás intenzitása fajtára jellemző bélyeg, aminek hátterében valójában a kutikula-repedések kialakulására való hajlam áll. A parásodó fajták esetében a kutikula anyagainak termelése nem követi megfelelően a gyümölcs felületének növekedését, így a kutikularéteg felrepedezik. Ugyanakkor a folyamatot a környezeti hatások – sérülések, a terméskötés után jelentkező fagyok vagy a párás, nedves környezet – is fokozhatják (TROMP–WERTHEIM 2005).

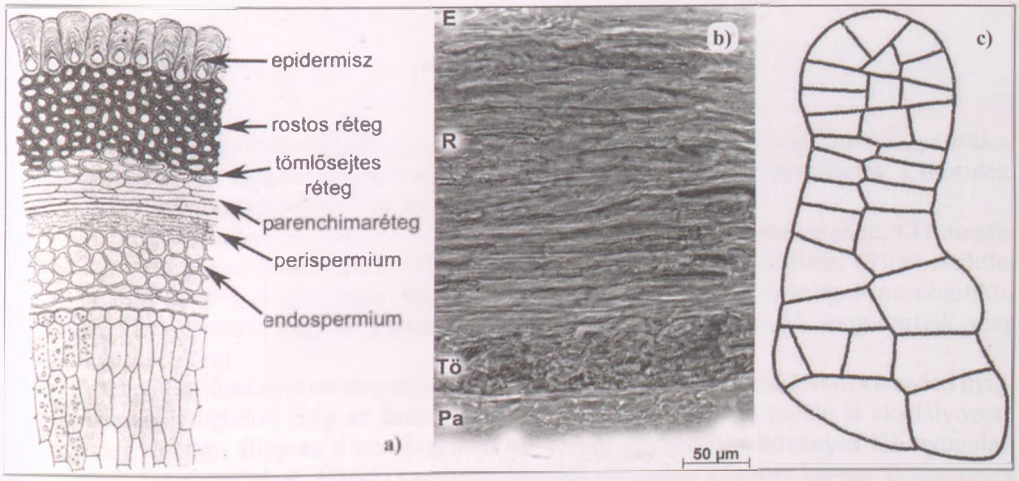
A parásodással párhuzamosan a termésen – a másodlagosan vastagodott hajtásnál leírthoz hasonló – paraszemölcsök (lenticellák) jelenhetnek meg (EVERT 2006). Ezek kialakulása a korábbi sztómák, fedőszőrök, illetve gyakran felszíni sérülések helyén történik; számuk fajtától függ, de változik a fajtán belül ill. a termésérés folyamatával is (TURKETTI et al. 2012). A lenticellák megjelenésének és számának gazdasági jelentősége van, mivel a gyümölcs esztétikuma mellett a vízvesztési tulajdonságokat is jelentősen befolyásolhatja, hiszen a vízvesztés 30%-ban ezeken keresztül történik (HÁMORINÉ SZABÓ 1974).

Az alma virágminőségére, terméskötési esélyeire számos morfológiai és anatómiai jellemző utalhat. Alaktani indikátor például a virágzatot alkotó virágok száma, a kocsány hossza, a vacok átmérője vagy a sziromlevelek színe. A hisztológiai jellemzők közül megemlíthető a virágrügyekben található virágkezdemények lombhulláskor megfigyelhető fejlettsége, a vacok szöveteit alkotó sejtek száma és sűrűsége, mely jellemzők pozitív korrelációt mutatnak mind a termékenységgel, mind pedig a gyümölcsök áruértékét meghatározó mutatókkal (BUBÁN 2003, DENNIS 2003). A kialakuló termés mérete függ a virág virágzaton belüli helyzetétől is: a csúcsi helyzetű („király-") virágból többnyire nagyobb méretű alma fejlődik (DENNIS 2003), ráadásul e virágok magházaiban gyakrabban jön létre kettőnél több magkezdemény (WERTHEIM–SCHMIDT 2005). Az előző évi termésmennyiség negatívan korrelál az aktuális évi hozammal, valamint a termések méretével is (OROSZ-KOVÁCS et al. 2001a). A terméskötést követően a gyümölcsök méretét a fán található teljes gyümölcsszám, az egységnyi levélfelület és természetesen az időjárási tényezők is befolyásolják (HÁMORINÉ SZABÓ 1974).

c) A mag

A maghéjat U-alakúan vastagodott falú sejtek alkotják, a vastagodott radiális és külső tangenciális falat nyálka borítja, (SÁRKÁNY–SZALAI 1966) (70. ábra). E réteg alatt több sejtsornyi, vastag falú rostokból álló szövet, majd tömlő alakú sejtek sorai következnek. A maghéj legbelső rétegét haránt irányban megnyúlt parenchimasejtek alkotják. A maghéj alatt színtelen, hártya jellegű perispermium helyezkedik el (SÁRKÁNY–SZALAI 1966), ami a nucellusz maradványa.

A megtermékenyítés után 4–6 héttel kialakuló sejtes endospermium hamar kitölti a fejlődő mag belső állományát (a nucellusz terhére). Az embrió – habár eleinte csak lassan fejlődik – később felhasználja a táplálószövetet, és az érett mag fő tömegét már az embrió alkotja (DENNIS 2003).



70. ábra. Az alma magjának áttekintő képe SÁRKÁNY és SZALAI (1966) alapján (a), a maghéj szerkezete (b) és a 3–4 hetes embrió szerkezete (c) WARDLAW (1955) alapján. (E: epidermisz, R: rostos réteg, Tö: tömlőszerű sejtek rétege, Pa: parenchima) (b: *Erős-Honti Zsolt felvétele Varga Dániel metszetéről.*)

VI. AZ ALMA EGYEDFEJLŐDÉSE

1. CSÍRÁZÁS

A nemes alma és fajtáinak magról szaporítása a termesztésben nem használatos. Ugyanakkor a magoncalanyokat magról szaporítjuk, s a nemesítésnél is magból nevelhetők a hibridek, ezért a magvetés nagyon fontos eljárás az új fajták előállításánál.

A mag csírázásának három alapfeltétele van: (1) a mag életképessége, (2) megfelelő környezeti paraméterek (víz, oxigén, optimális hőmérséklet) megléte, (3) az elsődleges nyugalmi állapot megszűnése. PROBOCSKAI (1968) szerint az almamag a mesobiotikus (közepes élettartamú) magvak csoportjába sorolható, amelyek 3–15 évig tartják meg csírázóképességüket.

Más gyümölcstermő növényekhez hasonlóan az alma érett gyümölcsből kiszedett magjainak azonnali csírázása még az összes környezeti feltétel jelenléte esetén is akadályozott. A magvak nyugalmi állapota a természetben nagyjából egybeesik a növények téli nyugalmi állapotával. PORPÁCZY et al. (1964) szerint a magvak nyugalmi állapota három fő tényezőre vezethető vissza: (1) a maghéj csírázásgátló hatása, (2) az „embrióalvás", (3) csírázásgátló anyagok jelenléte.

A természetben a télen bekövetkező különböző tényezők (pl. alacsony hőmérséklet, nedvesség) hatására elmúlik ez a nyugalmi állapot, s a mag idővel csírázásra alkalmassá válik. Ebből következik, hogy a magvak nyugalmi állapota olyan eljárással megszüntethető, amelyek természetes körülmények között érnék a magvakat. Az alma esetében a nyugalmi állapot megszüntetését rétegezéssel (sztratifikálás) lehet elérni.

Az almamagok csíráztatásához a rétegezés a konkrét faj (fajta) magjának igényeire kidolgozott technológia alapján folyik. A rétegezés hőmérsékleti körülményei és időtartama egymással is összefüggő két fontos tényező. PORPÁCZY et al. (1964) elemzése szerint a legtöbb szakirodalom 2–3 °C-on 8 hétig, vagy 2–5 °C-on 10 hétig történő rétegezést tart optimálisnak. WEBSTER (2005a) szerint az alma rétegezéséhez a 2–6 °C közötti hőmérséklettartomány felel meg, de az optimális a 4 °C. A megfelelő nedvesség biztosításához különféle rétegező közegek (pl. tőzeg, perlit) használatosak (PROBOCSKAI 1968, BROWN 1975, WEBSTER 2005c).

A nemesítőknek minden mag fontos lenne, ezért a lehető legjobb csírázási eredmény elérése érdekében többféle eljárással kísérleteznek. BROWN (1975) szerint például a mag rétegezésének legegyszerűbb módja az lenne, ha a gyümölcsöket közvetlenül fagypont feletti hűtőtárolóban tartanánk, s ilyen módon a rétegezés természetes módon menne végbe. Ezt igazolta PITERA et al. (2004) is. Hátránya, hogy a magházpenészedés problémát okozhat. Ezért a sérült vagy rothadó gyümölcsökből a szüret után azonnal el kell távolítani a magvakat.

A leginkább használatos eljárás a nemesítők körében az, hogy kevéssel a gyümölcsérés előtt szedik le a gyümölcsöt, s szedik ki a magvakat. Ez azért jó, mert így elkerülhető a szüret előtti gyümölcshullásból adódó keveredés vagy gyümölcsvesztés. Tanszéki nemesítési eljárásunkban a Cornell Egyetemről (New York) átvett módszerrel a szüret előtt 2–3 héttel még a fán egyenként megjelöljük a gyümölcsöket, ha a fán többféle keresztezési kombinációból származó vagy szabad megporzású gyümölcsök is vannak.

A leszedett gyümölcsök utóérlelése 0–10 °C közötti hőmérsékleten folyhat, de optimálisnak a 3–5 °C tekinthető. A szükséges rétegezési idő 6–14 hét között van, s ez a fajtától és a hőmérséklettől is függ. (ABBOT 1955) cit. BROWN (1975) szerint ebben a gyümölcsök utóérlelésének hőmérséklete meghatározó. 17 °C feletti utóérlelés esetén a folyamat visszafordulhat, s minél tovább tartjuk az almákat a mag kiszedése előtt ezen a hőmérsékleten, annál hosszabb hideghatás szükséges ahhoz, hogy csírázásra alkalmasak legyenek.

71. ábra. Az almamag csírázása
(1- duzzadás, 2- a gyököcske megjelenése, 3- a gyököcske megnyúlása)

A nemesítési gyakorlatban legtöbbször műanyagzacskókban, perlit vagy tőzeg használatával folyik a rétegezés. Hat hét után ellenőrizni kell a csírázást, s ha annak mértéke meghaladja az 50%-ot, akkor kezdhető a vetés.

A mag csírázásának folyamata HARTMANN et al. (1990) szerint három fő szakaszra osztható. Az első vagy aktiválódási szakaszban vízfelvétel, a nedvességtartalom növekedése és az enzimek aktiválódása történik meg, s az első látható jel a gyököcske sejtmegnyúlásra visszavezethető megjelenése. A második szakasz a feltáródás és transzlokáció, amikor bekövetkezik a magban levő szénhidrátok, fehérjék és zsírok egyszerűbb molekulákká alakulása. A harmadik szakasz lényegében a magonc növekedése, amikor az embrió két növekedési pontján megkezdődik a sejtosztódás (bipoláris embrió).

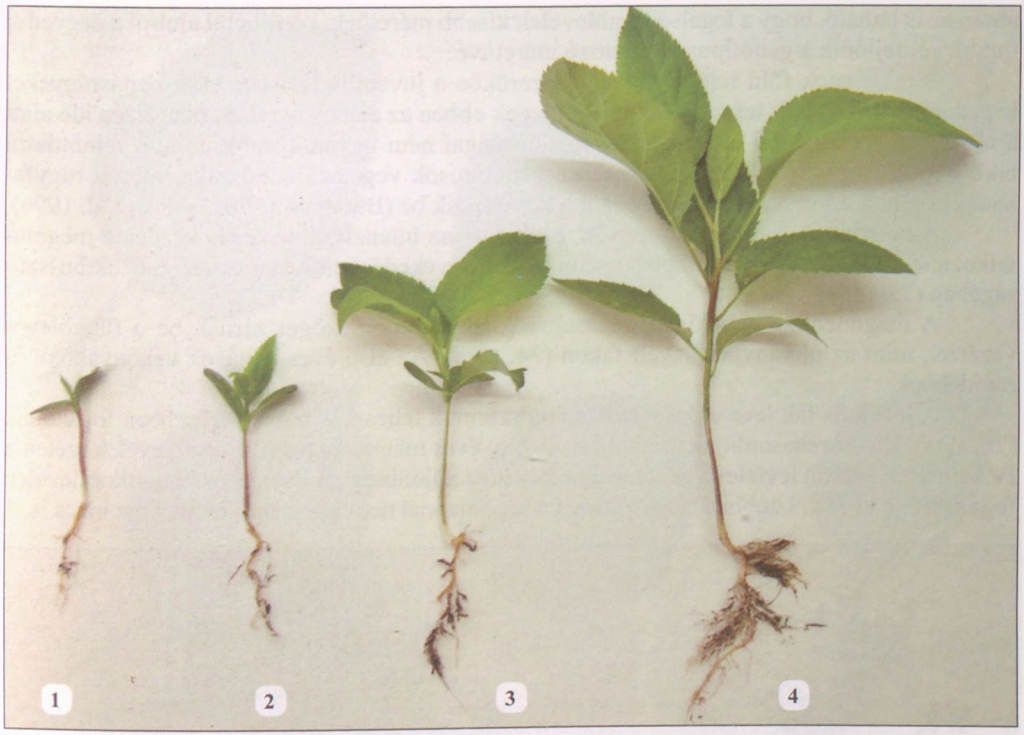
A magoncok növekedésének kezdetén a gyököcske (radicula) a tengely alapi részen, a rügyecske (pumula) a tengely csúcsi részen indul növekedésnek. A 71. ábra az almamagvak csírázási fázisának kezdetét és a csíranövényt (X. kötet 6. tábla *g*) mutatja. A rügyecske sziklevelek (cotyledon) alatti része a szik alatti szár (hipokotil), a sziklevelek feletti része pedig az epikotil. Az almára az epigeikus, azaz föld feletti csírázás jellemző (KÁRPÁTI et al. 1968). Erre az epigeikus (angol szóhasználatban epigeal, epigeous) csírázásra az jellemző, hogy a gyököcske növekedését a szik alatti szár erősebb megnyúlása követi. Kezdetben a mag még a talajban marad, ezért a szik alatti szár erősen meggörbül. Később a szik alatti szár a termesztőközeg felszíne fölé emeli a maghéjjal együtt a sziklevelet, amelyek rövidebb-hosszabb ideig asszimilálásra is képesek.

2. FIATALKORI (JUVENILIS) FÁZIS

A magoncoknak át kell esni egy juvenilis (fiatalkori) fázison, mielőtt virágzásra képessé válnak. Lágyszárú növényeknél a juvenilis szakasz mindössze néhány hét, ezzel szemben a legtöbb fás növénynél a fajoktól függően ez 1–20 évet vehet igénybe. Ez egy nagy gondja az almanemesítőknek, mert gyakran 7–9 évet kell várniuk arra, hogy a hibridek gyümölcsét először megvizsgálhassák (JANICK et al. 1996).

a) A magoncok kezdeti fejlődése és morfológiai jellemzői

A két sziklevél között megkezdődik a magonc növekedése, a sziklevelek fölött az első lomblevelek kialakulása, s egy ideig még megmarad a két sziklevél is. Tapasztalataink szerint 4–5 lomblevél teljes kifejlődése után sárgulnak, majd hullanak le a sziklevelek (72. ábra). Az



72. ábra. Fiatal almamagonc gyökérzete és hajtásrendszere (1 – szikleveles állapot, 2 – magonc két sziklevéllel és két lomblevéllel, 3 – magonc két sziklevéllel és négy lomblevéllel, 4- magonc hét kifejlett és egy fejlődőben levő lomblevéllel) (Fotó: Pázmándi Ildikó)

73. ábra. Azonos korú almamagoncok eltérő lombozata (Fotó: Pázmándi Ildikó)

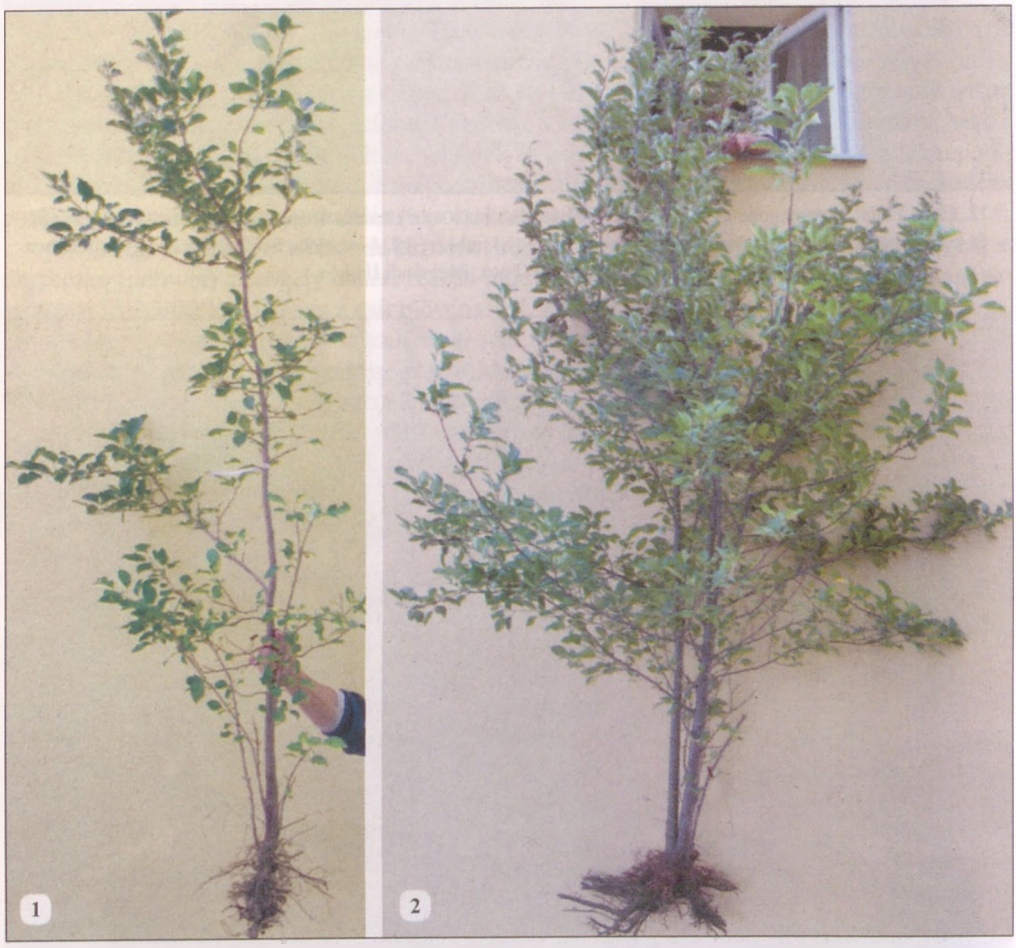
ábrán az is látható, hogy a legalsó lomblevelek kisebb méretűek, körülbelül alulról a negyedik lomblevél fejlődik a genotípusra jellemző méretűvé.

A magoncok föld feletti hajtásrendszerükön a juvenilis fázisban csak hajtásrügyeket képeznek, virágokat és termést nem fejlesztenek ebben az életkori szakaszban. Ezen idő alatt a növények morfológiai és fiziológiai tulajdonságai nem ugyanolyanok, mint a felnőttkorú ciklusban. Juvenilis ciklusban hosszabb a genotípusok vegetációs időszaka, mert a rügyfakadás korábbi, a lombhullás pedig később következik be (BRUNNER 1990, JANICK et al. 1996).

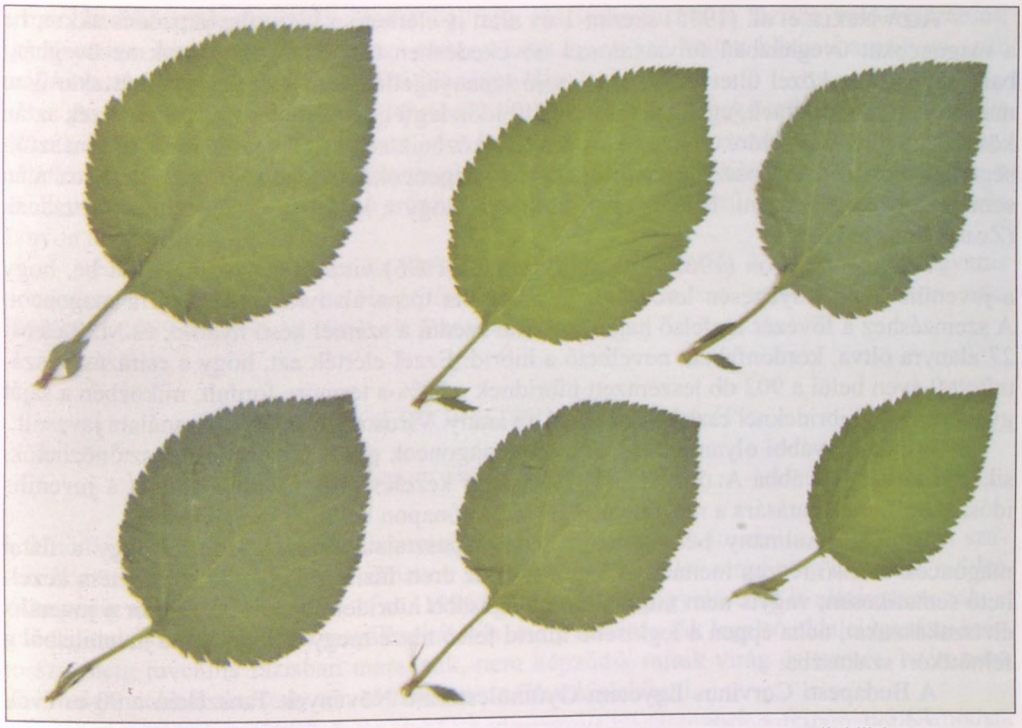
A magoncok önálló genotípusok, ezért már az intenzív növekedés kezdetén megmutatkoznak a különbségek a lombozat színében, a növekedési erélyben és az ízközök hosszúságában (73. ábra).

A magoncokon az oldalelágazások sokkal nagyobb szöget zárnak be a függőleges vezérrel, mint az oltványból nevelt fákon (74. ábra). Az első éves hajtások vékonyabbak és rövidebbek.

A juvenilis fák levelei kisebbek, s rendszerint a teljes levélszélen erősebben fogazottak (75. ábra). Ha összehasonlítjuk az ábrán levő, első éves magoncokról származó levelek széleit a IV. fejezet 37. ábrán levő levelekkel, akkor látható a különbség a juvenilis és felnőttkori levelek fogazottsága között. Utóbbiak fogazottsága a levélalapnál nem kifejezett, esetenként nincs is.



74. ábra. Almamagoncok sarjadzási és elágazódási jellemzői (1 – második, 2 – nyolcadik éves magonc) (Fotó: Pázmándi Ildikó)



75. ábra. Juvenilis almamagoncok leveleinek erős fogazottsága (Fotó: Pázmándi Ildikó)

b) A juvenilis időszak hossza és rövidítésének módjai

A juvenilis időszak hossza a *Malus* fajok esetében általában 3–10 év. Ennek tényleges hossza viszont a környezeti és genetikai adottságoktól, valamint a technológiai tényezőktől is függ. (Tromp et al. 2005, Janick et al. 1996).

A nemesítésben nagyon fontos kívánalom a juvenilis fázis lerövidítése, hiszen a gyümölcsök alapos vizsgálata elengedhetetlen az ígéretes hibridek kiválasztásához. Ugyanakkor az olyan egyszerű és bevált eljárások, mint pl. a törzs bevágás vagy gyűrűzés, a visszametszés és gyökérmetszés, amelyekkel a felnőttkori szakaszban sikerrel stimulálható a virágzás, a magoncoknál nem hatásosak.

Az alanynemesítési programokban is problémákat okoz a juvenilitás, mert a juvenilis szakaszban például nagyobb a tövisek száma, megtévesztő lehet a sokkal jobb gyökeresedés stb., ezért az alanynemesítők általában a harmadik életévben kezdik el értékelni az új genotípusokat (Janick et al. 1996).

A juvenilis fázis időtartamának lerövidítését többen vizsgálták [(Kemmer 1953, Murowski 1955, Visser 1964) cit. Janick et al. 1996]. A felnőtt fáknál a virágzás indukálására jól bevált, fent említett módszerek (pl. törzsgyűrűzés) néha éppen késleltetik a magoncok termőrefordulását. Egyes módszerek hatással lehetnek, de csak a magonc egy bizonyos korában, máskor nem. Way (1921) cit. Janick et al. (1996) pl. törzsgyűrűzéssel virágzásra tudta késztetni az éppen 4 éves magoncokat, de a 3 éves magoncnál ez teljesen hatástalannak bizonyult. Nem hatásos a visszametszés sem, és a tapasztalatok szerint kerülni kell a fiatal magoncok megmetszését.

Más, jól megválasztott technológiai módszerekkel viszont tényleg rövidíthető a juvenilis fázis. Az egyik lehetőség a magoncok lehetőség szerinti minél gyorsabb felnevelése, azaz minél erősebb növekedésre késztetése.

ALDWINCKLE et al. (1975) szerint 1 év alatt is elérhető a virágrügyképződés akkor, ha a magoncokat üvegházban folyamatosan növekedésben tartjuk. A magoncok az üvegházban, egymáshoz közel ültetve, öntözés és jó tápanyagellátás mellett egy év alatt akár 3 m magasságot is elérhetnek, ugyanakkor szabadföldön legfeljebb 1 méteresre nőnek. Ezek aztán közvetlenül a szabadföldre ültethetők. A faiskola közbeiktatása az ő véleményük szerint szükségtelen, mert az csak hosszabbítja az eljárást. A magoncokat szabadföldre való kiültetés után sem szabad megmetszeni, hanem várni kell arra, hogy a legfelső részen termést hozzanak (ZIMMERMAN 1971).

TYDEMAN–ALSTON (1965) cit. JANICK et al. (1996) viszont azt bizonyította be, hogy a juvenilis fázis lényegesen lerövidíthető azzal, ha törpe alanyra szemezzük a magoncot. A szemzéshez a fővezér legfelső hajtásáról kell szedni a szemet késő nyáron, és M. 9 és M. 27 alanyra oltva, kordonfaként nevelhető a hibrid. Ezzel elérték azt, hogy a csírázástól számított 9 éven belül a 902 db leszemzett hibridnek a 88%-a termőre fordult, miközben a saját gyökéren álló hibrideknél csak 49% volt ez az arány. Vírusmentes alany használata javasolt.

Minden további olyan eljárás, amivel a magoncok gyors növekedésre ösztönözhetők, sikerrel járhat. Továbbá ALDWINKLE (1975) Ethrel kezeléssel is rövidíteni tudta a juvenilis időszakot. Ennek hatására a magoncok 90%-a 26 hónapon belül virágozni kezdett.

Számos tanulmány bemutatta, és saját tapasztalataink is igazolták, hogy a fiatal magoncok a felső részen mennek át legelőször az érett fázisba. Ugyanakkor ez nem kezelhető sematikusan, vagyis nem mindig a legmagasabb hibridek fejezik be először a juvenilis életszakaszukat, néha éppen a legkisebb hibrid felső része megy át legelőbb a juvenilisből a felnőttkori szakaszba.

A Budapesti Corvinus Egyetem Gyümölcstermő Növények Tanszékén a 90-es évek elején indított rezisztencianemesítési programban (TÓTH et al. 1994) a ZIMMERMAN (1971), JANICK–MOORE (1975) és ALSTON–KELLERHALS (1990) nemesítők által leírt módszerek kipróbálása után dolgoztuk ki a mi klímánkra és adottságainkra építhető gyorsított magoncnevelési technológiát (TÓTH 2005), amellyel a juvenilis időszak lényegesen lerövidíthető. Fűtött üvegházba történő januári magvetés után, pótmegvilágítás alkalmazásával gyors növekedés érhető el a magoncfejlődés kezdetén. Kétszeri átültetést követően fűtetlen, de jól szabályozható növényházban, gondos tápanyag- és vízellátás eredményeként a magoncok kb. 80%-a eléri a 2,5 m-nél nagyobb magasságot. Módszerünk eredményességét az is bizonyítja, hogy a magvetést követő 10 éven belül állami elismerésre jelenthettünk be fajtajelölteket. Sikerrel alkalmaztuk a FISCHER (1994) által közzétett átoltás módszert is, amikor a magasra nőtt első éves magoncok legfelső részéről szedett oltóvesszőket termő fákba oltottuk. A Svájcban és Angliában alkalmazott módszer, miszerint az üvegházban fejlődésnek indított magoncokat júniustól szabadföldön nevelik (KELLERHALS 1993, TOBUTT 1993 szóbeli közlések), nálunk nem vált be, mert a júniusi és júliusi hőség miatt – árnyékolás ellenére – megrekedtek a fejlődésben a növények, s ez a sokk éppen a juvenilis fázis meghosszabbodását idézte elő.

c) Indukált és részleges juvenilitás

Mostanában szokás a juvenilitás kifejezést az atipikus növekedés egyik formájára is alkalmazni, amikor valamilyen tényező hatására az egyébként felnőttkori szakaszban levő fák (akár többkomponensű oltványból nevelt és termőre fordult fák) újra ugyanolyan tulajdonságokat mutatnak, mint a juvenilis korban. Indukált juvenilitás a felnőttkori állapotban levő fák túlzottan erős metszésével is előidézhető (TROMP et al. 2005). Indukált juvenilitás következhet be továbbá mikroszaporítás esetén a táptalaj nem megfelelő megválasztása vagy előnytelenül magas citokinin mennyiség adagolása esetén (DOBRÁNSZKI et al. 2005).

Saját megfigyeléseink szerint erős növekedésű alany-nemes kombináció, valamint a több éves és túlzottan erős metszés együttes alkalmazása esetén is bekövetkezhet a fák

termőrefordulásának elmaradása, azaz egyfajta részleges juvenilis fázisba való visszaesés. Egy üzemben emiatt 10 éves korban termőrefordulás nélkül kellett kihúzni a nagyon szűk térállásba telepített, M. 4 alanyon álló 'Starking' fákat.

Az almafajták saját gyökéren történő nevelése esetében is bekövetkezhet egy juvenilis időszak a fák életében. Ennek látható jelei (pl. juvenilis levelek) az ültetvényekben is megmutatkozhatnak. Az ilyen saját gyökéren álló fák általában nagyon későn fordulnak termőre, s emellett a fák növekedése is sokkal erősebb, mint a többkomponensű, gyenge vagy középerős alanyon álló fáké.

Némely esetekben a juvenilis fázis előnyei is kihasználhatók. A fiatalkori alak ugyanis klónozással rögzíthető, és a belőle fejlődött növény erősebb lesz, mint a felnőttkori alak. [(Fröhlich 1959, Passecker 1969) cit. Probocskai 1968].

3. FELNŐTTKORI (TERMŐKORI) FÁZIS

a) Magoncok felnőttkori szakasza

A felnőttkorúvá vált növényrészeken megjelennek a virágok. A juvenilis és felnőttkori szakasz között van egy úgynevezett átmeneti fázis, amikor a fa alsó része még juvenilis, a felső része pedig már felnőtt (Janick et al. 1996). Ezt saját megfigyeléseink is alátámasztották, s igazolhattuk Brunner (1990) megállapítását is, mely szerint a fák legalsó oldalelágazásai még hosszú ideig juvenilis fázisban maradnak, nem képződik rajtuk virág és termés, ezért nem lehet magoncokból alacsony törzsű termő almafákat kialakítani.

Azt a jelenséget, mialatt a növények a juvenilisből átmennek a felnőttkori állapotba, különbözőképpen, magyarra a következő módon fordítható szakkifejezésekkel illeti a külföldi szakirodalom [(Brink 1962, Fontanier–Jonkers,1976, Seelinger 1924) cit. Tromp et al. 2005]: fázisváltás, ontogenetikus korosodás, szöveti öregedés. A juvenilisből a felnőttkoriba való átmenet elnevezésére további javaslat a megérés és a korosodás (Wareing 1959 cit. Tromp et al. 2005).

A fajták saját gyökéren való termesztése azért is nagyon problémás, mert a felnőttkori fákról gyűjtött gyökérsarjak meggyökereztetése nehézkes, csaknem lehetetlen (Janick et al. 1996).

Saját megfigyeléseink szerint a felnőttkori időszak előrehaladtával a magoncfák végül teljes koronájukban fejlesztenek virágokat és terméseket, azonban ezekből a fákból soha nem lesz „igazi fa", nem nevelnek például szabályos törzset és domináns sudarat, s a fák a későbbi időszakban is hajlamosak a gyökérnyakból való megújulásra (74. ábra), a törzsük sem lesz szabályos. Az ilyen magoncok – részben a gyökérnyakból való megújulás miatt – nagyon hosszú életűek is lehetnek. Például Morgan–Richards (1993) és Forsline (1995) Közép-Ázsiában, a Tien-Shan hegységtől a Kaszpi tenger széléig tartó, a házi alma származási központjának is tekinthető területeken, a mai fajták ősének tekinthető *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roemer (kizil alma) magoncokból álló „almaőserdőkben" rendkívül magas kort elért sarjadzó fákat is találtak.

b) Többkomponensű fák életkori időszakai

A termesztésben különböző alanyokra oltott almafajtákból (többkomponensű oltványokból) létesítünk ültetvényeket. A vegetatív szaporításhoz (szemzés, oltás) szedett szemzőhajtás vagy oltóvessző felnőttkori állapotban levő fákról származik. Tehát ezek a fák egyértelműen a felnőttkori szakaszban vannak, de a fák életében megfigyelhető változások miatt szükséges tárgyalni az ilyen fák, illetve ültetvények élettartamát és életkori időszakait is.

76. ábra. Magonc alanyon álló almafák az öregedés életkori szakaszban

A fák élettartama nyilvánvalóan leginkább az alkalmazott alanytól és természetesen magától a fajtától függ, de befolyásolja ezt a termőhely és vele együtt a környezeti tényezők, továbbá az alkalmazott művelési rendszer is. Az ültetvények tervezett élettartama jelenleg Magyarországon M. 9 alanyú karcsúorsó esetén 12–15 év, középerős alanyon álló szabadorsó fák esetében 15–25 év (Papp 2010 szóbeli közlés), a vadalanyú fák pedig akár több évtizedig is fennmaradhatnak. Nyírségben figyelemmel kísérhettünk olyan vadalanyú almaültetvényeket, amelyek 40 éves korban is zárt üzemi ültetvényként üzemeltek. Az Aggteleki Nemzeti Park szórványgyümölcsöseiben végzett feltáró munkánk során Derenk romfalu területén 2001-ben 60 évnél jóval idősebb almafákat is találtunk (Tóth et al. 2007).

A fák életkorától és az alkalmazott művelési rendszertől, ill. az alany-nemes kombinációtól függetlenül – más mérsékeltövi gyümölcsfákhoz hasonlóan – az almafák életében három jól elkülöníthető időszak figyelhető meg. Ezek:

- nemtermő időszak,
- termőkori időszak teljes terméshozási képességgel,
- öregedési (hanyatlás) időszak vagy az öregedés időszaka.

A nemtermő időszakban a fák a felnőttkori ciklusra jellemző lombozattal és hajtásrendszerrel rendelkeznek. Az erősebb alanyú fák az első években virágokat és termést még nem képesek fejleszteni, pár évnek kell eltelnie a terméshozásig, szakmai kifejezéssel a termőrefordulásig. Gyenge és vírusmentes alanyú oltvány telepítése után már az első évben is mutatkozhat virág és termés néhány fán, de a teljes terméshozás, azaz a termőrefordulás ez esetben is legfeljebb a harmadik évben következik be. A termőkori időszak optimális esetben a leghosszabb életkori szakasz, s ekkor nagyon fontos a vegetatív és generatív egyensúly fenntartása.

Az almafák öregedési vagy hanyatlási időszakának (76. ábra) felfogásában vannak ellentmondások és meglepő megállapítások a szakirodalomban. Az élőlények öregedése természetes folyamat, de többek között Heath (1957) cit. Porpáczy et al. (1964) szerint a fás növények esetében ez a megállapítás fenntartásokkal kezelhető. Érveik szerint a fás növények egyaránt tartalmaznak elfásodott, holt sejteket és embrionális állapotú szöveteket (pl. kambium, tenyészőcsúcs). Ezek a merisztémák megújulásra képesek, tehát végleges öregedés és

természetes elhalás nem következik be. Ilyenformán a fás növények elvileg végtelen életűnek tekinthetők, s pusztulásukat nem belső törvényszerűségek, hanem külső mechanikus hatások vagy valamilyen károsítók okozzák. Kétségtelen, hogy e felfogás nem általánosan elfogadott, PORPÁCZY et al. (1964) szerint a cáfolat mégis nehéz.

Tény az, hogy a fiatalabb és az öregedő fák morfológiai bélyegekben is különböznek egymástól. A fiatalabb levelek alakja, vastagsága különbözik az idősebbekétől, és fiziológiai különbségek (légzési intenzitás, anyagcsere intenzitása) is vannak. McIntosh, Delicious, Baldwin és Cortland almafajtákon kimutatták, hogy a 16–25 éves fák leveleiben több a kalcium és a magnézium, mint a 9–16 évesekében (PORPÁCZY et al. 1964).

Maga az öregedés metszéssel késleltethető. A gyümölcsészeti szakmában általánosan ismert a gyümölcsfák ifjítása, amelynek eredményeként fiatal, virulens hajtások és termőgalylyak keletkezése figyelhető meg.

Az öregedés kiváltó tényezőjének egyesek elsősorban a talajuntság fellépését tartják. Ennek befolyásoló hatását jól bizonyítják azok a példák, amikor előző ültetvények helyére telepített ültetvények fiatal fái az öregedés tüneteit produkálják.

VII. AZ ALMA FENOLÓGIÁJA

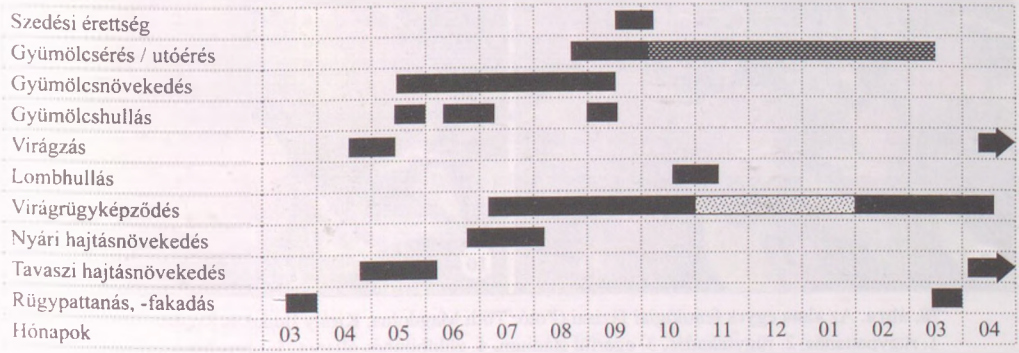
A gyümölcstermő növények életszakaszainak megfigyelése hosszú időre nyúlik vissza. Japánban a cseresznyefák virágzási idejét 1300 éve rögzítik. Feltehetően Kínában is évezredek óta folynak fenológiai megfigyelések (ZHU 1931). Európában LINNÉ (1751) cit. KOCH et al. (1997) készítette el az első olyan naptárt, amelyben a növények vegetációs fázisait rögzítette, és kiegészítette azt meteorológiai megfigyelésekkel is. Napjainkban világszerte az ún. BBCH rendszert fogadják el, és használják a növények fenológiai fázisainak leírására, amelyet MEIER (1997) foglalt össze. A BBCH monográfiában az alma fenofázisok BBCH rendszere MEIER et al. (1994) munkája.

Az alma fenológiai meneteinek megfigyelése fontos az almatermesztők számára, hogy az egyes fitotechnikai (pl. gyümölcsritkítás, nyári metszés), agrotechnikai (pl. öntözés) és növényvédelmi műveleteket meg tudják tervezni. Magyarországon elsőként BRÓZIK (1957) majd BRÓZIK és NYÉKI (1974, 1975) közölt szisztematikus fogalom meghatározásokat és eredményeket a gyümölcstermő növények fenológiájára vonatkozóan. Álláspontjuk szerint a fenológiai menetek közül gazdasági szempontból legjelentősebb a virágzás és az érés. A virágzási idő felhasználható a pollenadó fajták kiválasztásához, az érési idő ismerete pedig a szüret optimális ütemezését segíti. A fenológiai megfigyelések, például a kihajtás idejének dokumentálása alapul szolgálhat olyan modellek létrehozásához is, amelyek a klímaváltozást követik nyomon (KOCH et al. 2006). MENZEL (2000) például megállapította, hogy a globális felmelegedés következtében a fás növények rügyfakadása negyven év alatt átlagosan több mint 6 nappal korábbra tolódott. Az alma főbb fenológiai jelenségeit a 77. ábra szemlélteti egy téli érésű fajta esetében, melynek gyümölcseit februárig tároljuk.

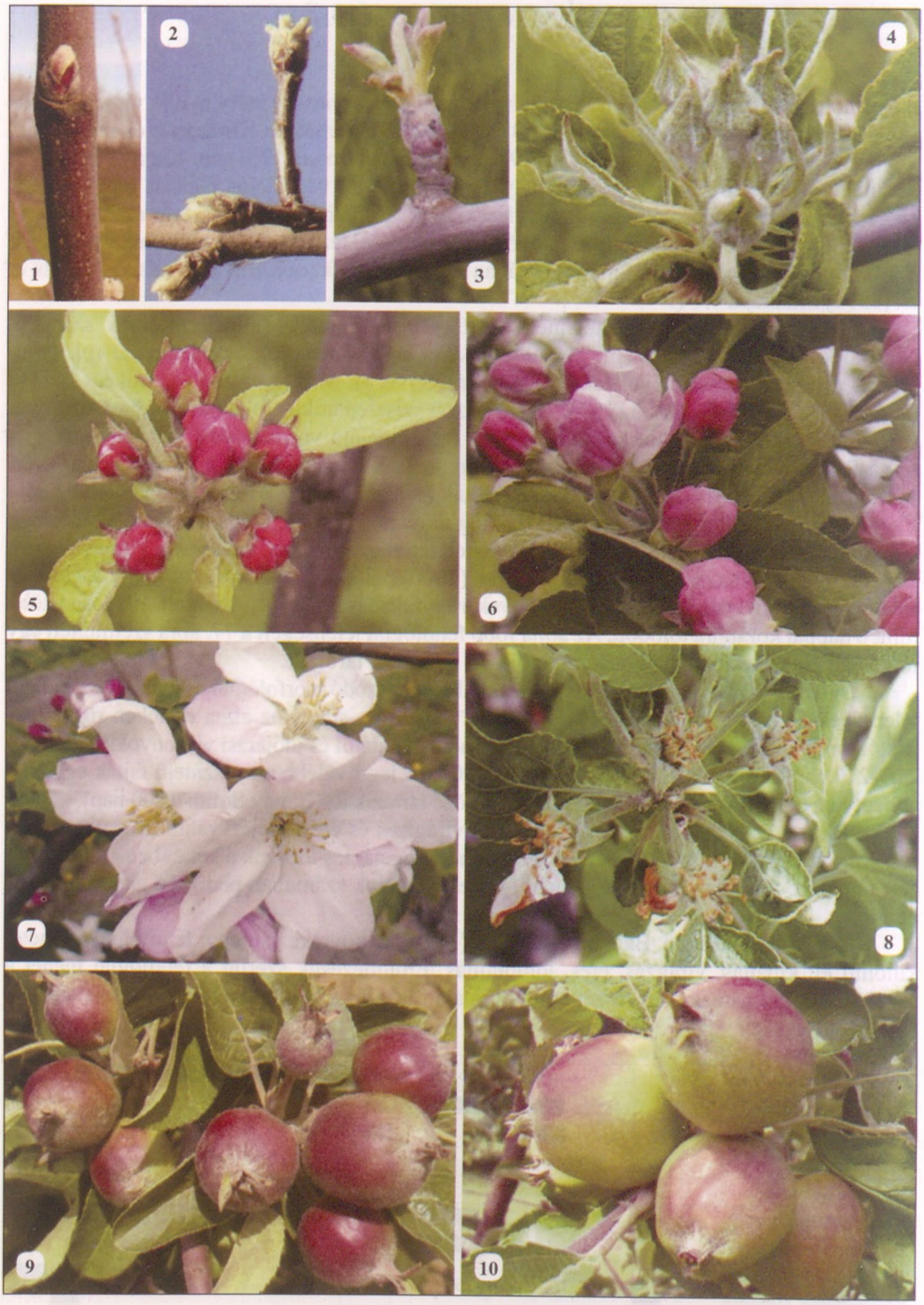
A tenyészidőszak (vegetációs időszak) alatt lejátszódó morfológiai-élettani és biokémiai jelenségek összességét fenológiai folyamatnak nevezzük, amely az alma esetében rügypattanástól lombhullásig tart. A vegetációs időszak hossza fajtától és időjárási viszonyoktól függően 220–270 nap között van (PETHŐ 1984, TÓTH 2001). A legrövidebb tenyészidejű fajták egyike a 'Beauty of Bath' (90 nap) és a leghosszabbak közé tartozik a 'Granny Smith' (200 nap).

BRÓZIK és NYÉKI (1974) 320 almafajta virágzási és érési idejét, valamint a vegetációs idő hosszát figyelte meg 1954-ben és 1957-ben. A vegetációs időszak a két évben 19 nap eltérést mutatott. A teljes virágzásig január 1-től eltelt napok számában pedig 14 nap különbség adódott.

Az alma esetében BRÓZIK és NYÉKI (1974) a következő négy fenológiai menetet különíti el: kihajtás, virágzás, érés, lombhullás. Értelmezésük szerint a fenológiai menet a fenológiai folyamatnak az a része, amely idő alatt lezajlik egy-egy növényi rész kialakulása



77. ábra. Az alma főbb fenológiai jelenségei 14 hónapon belül
(a virágrügyképződésen belül sötét sáv: előnyugalom és kényszernyugalom; pontozott sáv: mélynyugalom)



78. ábra. Az alma egyes fenológiai fázisai (Fotó: Tóth Magdolna, Király Ildikó és Kovács Szilvia)
1. rügypattanás, 2. rügyfakadás, 3. egérfül stádium, 4. zöldbimbós állapot, 5. piros bimbós állapot, 6. ballon állapot, 7. virágnyílás, 8. sziromhullás, 9. 20 mm átmérőjű gyümölcsök az első gyümölcshullás után, 10. 40 mm átmérőjű gyümölcsök

10. táblázat

Az alma fenológiai menetei és azon belüli fenológiai fázisai a BBCH rendszer szerint (MEIER 1994)*

0. Hajtásrügyfakadás	
00	Rügynyugalom: a hajtásrügy és virágrügy zárt, barna rügypikkelyekkel borított
01	Rügypattanás kezdete: a rügyek megduzzadtak, a rügypikkelyek megnyúltak, rajtuk világos foltok jelennek meg
03	Rügypattanás vége: a rügypikkelyek színe kivilágosodott, néhány része erősen molyhos
07	Rügyfakadás kezdete: az első zöld levélcsúcsok éppen megjelennek
09	A levélkék kb. 50 mm-rel a rügypikkelyek fölé magasodnak
1. Levélfejlődés	
10	Egérfül stádium: a levélkék 10 mm-rel a rügypikkelyek fölé magasodnak, az első levelek egymástól elválnak
11	Az első levelek kiterülnek
15	Több levél kiterül, de még nem teljes méretűek
19	Az első levelek elérik teljes méretüket
3. Hajtásfejlődés**	
31	Hajtásnövekedés kezdete: a hajtás tengelyek látszódnak
32	A hajtások elérték a végleges hosszuk 20%-át
33	A hajtások elérték a végleges hosszuk 30%-át
34–38:	A hajtások elérték a végleges hosszuk 40 (50, 60, 70, 80)%-át
39.	A hajtások elérték a végleges hosszuk 90%-át
5. Virágzatok előbukkanása	
51	Rügypattanás kezdete: a rügyek megduzzadtak, a rügypikkelyek megnyúltak, rajtuk világos foltok jelennek meg
52	Rügypattanás vége: a rügypikkelyek színe kivilágosodott, néhány része erősen molyhos
53	Rügyfakadás: a virágot borító zöld levelek csúcsa láthatóvá válik
54	Egérfül stádium: a levélkék 10 mm-rel a rügypikkelyek fölé magasodnak, az első levelek egymástól elválnak
55	A virágbimbók láthatóvá válnak (de még zártak)
56	Zöldbimbós állapot: a virágbimbók elválnak egymástól (de még zártak)
57	Pirosbimbós állapot: a sziromlevelek megnyúlnak, épphogy láthatóvá válnak, a csészelevelek enyhén szétnyíltak
59	Ballon állapot: a sziromlevelek kerek, ballon vagy hólyag alakot formálnak
6. Virágzás	
60	Az első virágok kinyíltak
61	Virágzáskezdet: a virágok kb. 10%-a kinyílt
62	A virágok kb. 20%-a kinyílt
63	A virágok kb. 30%-a kinyílt
64	A virágok kb. 40%-a kinyílt
65	Fővirágzás: a virágok legalább 50%-a kinyílt, az első szirmok lehullanak
67	Hervadás: a sziromlevelek többsége lehullott
69	Virágzás vége: az összes szirom lehullott
7. Gyümölcsfejlődés	
71	A gyümölcsök átmérője max. 10 mm, virágzás utáni gyümölcshullás
72	A gyümölcsök átmérője max. 20 mm
73	Második hullási periódus
74	A gyümölcsök átmérője max. 40 mm, T-stádium
75	A gyümölcsök átmérője a végleges átmérő kb. fele
76	A gyümölcsök átmérője a végleges átmérő kb. 60%-a
77	A gyümölcsök átmérője a végleges átmérő kb. 70%-a
78	A gyümölcsök átmérője a végleges átmérő kb. 80%-a
79	A gyümölcsök átmérője a végleges átmérő kb. 90%-a
8. Gyümölcsérés, magfejlődés	
81	Az érés kezdete: a színek kialakulásának kezdete
85	Érés előrehaladása: a fajtára jellemző szín intenzitása nagyobb
87	Szedési érettség
89	Fogyasztási érettség: a gyümölcsnek a fajtára jellemző íze és keménysége van
9. A vegetációs időszak vége, nyugalmi időszak	
91	A hajtásnövekedés befejeződött, a csúcsrügy kifejlődött, a levelek még zöldek
92	A levelek színesedni kezdenek
93	Levélhullás kezdete
95	A levelek 50%-a színes
97	Minden levél lehullott
99	Vegetációs időszak lezárul

*: a 2. és 4. fenológiai menetek egyéb, a BBCH rendszerrel értékelendő lágyszárú növények esetén használatosak
**: csúcsrügy esetén

és fejlődése. Később MEIER et al. (1994) ennél több fenológiai menet (0-tól 9-ig) elkülönítését tartotta indokoltnak, s azokon belül is több fenológiai fázist határoztak meg. A továbbiakban az egyes fenológiai meneteken belül lejátszódó folyamatokat tárgyaljuk, s ehhez fontosnak tartjuk bemutatni a MEIER et al. (1994) által az egész tenyészidőszakra kidolgozott BBCH kódok meghatározását is (10. táblázat). A 78. ábra szemlélteti néhány kiemelt fenológiai fázis pontos állapotát. A Meier-féle megközelítéshez nagyon hasonlít a jóval korábban BRÓZIK (1957) által leírt rendszer, amely az egyes fenológiai meneteken belül hasonló, sok esetben azonos fenofázisokat különböztet meg.

1. HAJTÁS- ÉS GYÖKÉRNÖVEKEDÉS

A hajtásnövekedés a hajtásrügyek pattanásától kezdődik, a virágrügyek pattanása után 3–21 nappal (BRÓZIK–NYÉKI 1974). Megkülönböztetünk korai, közepes és kései kihajtású fajtákat.

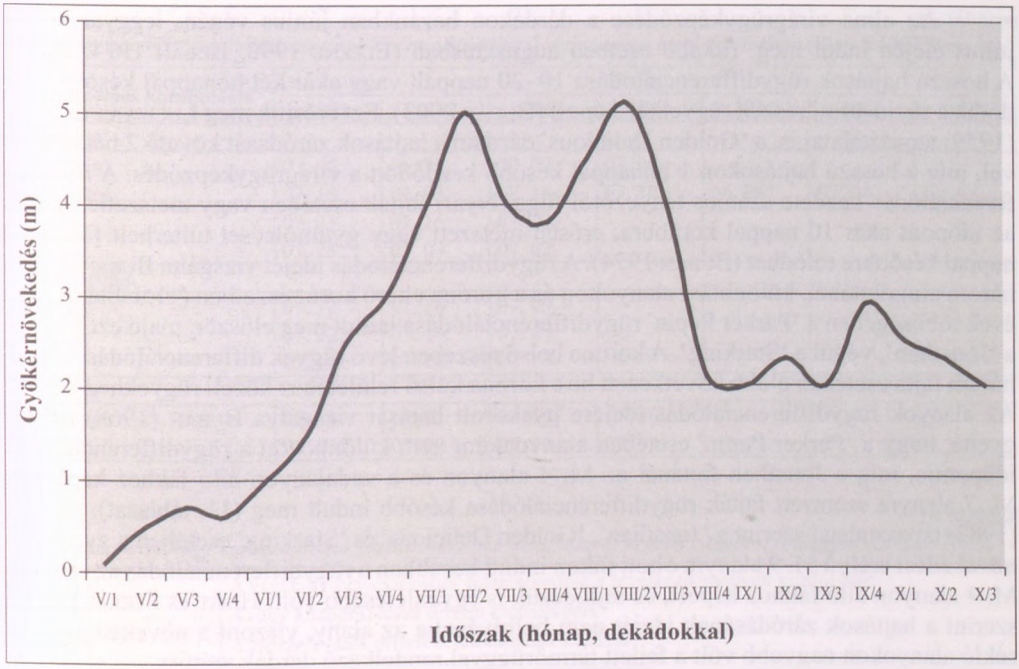
A kihajtás idejét a fajták hidegigénye határozza meg. Trópusi, szubtrópusi éghajlaton gondot okoz a mérsékelt égövből származó fajták termesztése a fajták magasabb hidegigénye miatt. Az Anna nevű fajta hidegigénye alacsony, ezért melegebb éghajlatú területekre való, csakúgy, mint az 'Ein Sheimer' (OPPENHEIMER–SLOR 1968). Ilyen termőhelyen a nagyobb hidegigényű fajták virágzása elnyújtott, a virágok rosszul fejlettek, az oldalrügyek kevésbé hajtanak ki (ASHEBIR et al. 2010). LABUSCHAGNÉ et al. (2002) Dél-Afrika mérsékelt égövi ültetvényben felvett adatai szerint a vegetatív rügyek kihajtásához három év átlagában, minden év január 1-től számítva a következő időtartamokra volt szükség: 'Prima' (295 nap), 'Golden Delicious' (300 nap), 'Braeburn' (295 nap), 'Anna' (220 nap).

A rügypattanás sorrendje fajtától függően változik. MAGUYLO et al. (2012) eredményei szerint a 'Granny Smith' hajlamosabb oldalrügyből hozni az első hajtásokat a 'Golden Delicious'-hez képest. Melegebb körülmények mindkét fajtánál növelték az először oldalrügyön kihajtó hajtások arányát. A rügypattanást jóval később követi a lombosodás. BRÓZIK és NYÉKI (1974) felmérései szerint a termőrügypattanást a korai kihajtású fajták esetében 20–34, a késői kihajtású fajtáknál 10–17 nap múlva követi a lombosodás, azaz a levelek kiterülése.

MEIER et al. (1994) a hajtásnövekedésen belüli nyolc fenológiai fázist a hajtások relatív hosszúsága alapján különítik el, de nem foglalkoznak a hajtásnövekedés intenzitásával. NYÉKI és SOLTÉSZ (2011) szerint a lombfelület 80–90%-a nyár közepére (július) kialakul. Magyarországon végzett fenometriai vizsgálatok alapján TÓTH (2001) a hajtásnövekedés három intenzív növekedési szakaszát különbözteti meg. Az első szakasz a lombosodástól május közepéig tart, a második szakasz, a nyári vagy ún. János-napi hajtásnövekedés pedig július végéig tart (77. ábra). A harmadik szakasz nem mindig jelentkezik, általában valamilyen kedvezőtlen külső hatás miatt következik be augusztus-szeptember hónapban. A dárdák növekedése korán befejeződik, a virágzás után 2–4 héttel, csúcsrügy kialakulásával (BUBÁN 2003).

A lombozat öregedése a fajtára jellemző vegetációs időszak hosszától függően hazánkban szeptember közepe és október vége között következik be (NYÉKI–SOLTÉSZ 2011). TÓTH (2001) szerint a fajták többségénél a lombhullás október közepétől november közepéig várható, de GONDA és FÜLEP (2011) üzemi tapasztalataiban, intenzív ültetvényekben egyre gyakoribb a vegetáció kényszerű befejeződése, és a fákon maradó inaktív, barnássárga lombozat látványa az első őszi (októberi) lehűlések következtében.

Az alma gyökérrendszerének két kulcsfontosságú jellemzője, hogy rendkívül ritka és meglehetősen egyenetlen a gyökéreloszlás a talajban (lásd IV. fejezet). A gyökérnövekedés fenológiája és annak kapcsolata a víz- és tápanyagfelvétellel még nem teljesen tisztázott, de a legújabb kutatások alapján megállapítható, hogy új gyökerek képződése a virágzást követő egy hónapig nem kezdődik meg, s az intenzív gyökérnövekedés kb. 60–80 napig tart (79. ábra). Almánál két aktív gyökérnövekedési periódus van: a nyár eleji időszak az intenzív haj-



79. ábra. A 'Golden Delicious' gyökérnövekedésének periodicitása angliai éghajlati körülmények között M. 9 alanyon (ATKINSON és WILSON 1980) cit. TROMP et al. (2005)

tásnövekedést követi, míg az őszi periódus a hajtáscsúcsok záródása után, augusztus-szeptember folyamán figyelhető meg (PSARRAS et al. 2000 cit. TROMP et al. 2005, LAKSO 2003). Egyes években egy harmadik, kisebb intenzitású csúcs jelentkezhet szeptember végén-októberben.

2. VIRÁGRÜGYKÉPZŐDÉS

A rügyek képződése a hajtás alsó részén kezdődik, és a hajtáscsúcs felé haladva – a hajtás növekedéséből adódóan – egyre fiatalabb rügyeket találunk (BUBÁN 1984). Az alma legértékesebb virágai a rövid termővesszők (dárda, termőnyárs) csúcsrügyeiben képződnek, a hosszú hajtásokon kevesebb virágrügy fejlődik.

A vegetációs időszak elején-közepén a hajtásokon található valamennyi rügy hajtásrügy, és a rügyekben a vegetatív szerkezet már teljesen kialakult. Később a rügy differenciáció során több-kevesebb virágrügy alakul ki. A virágrügyképződés feltétele bizonyos számú szervkezdemény (rügypikkelyek, valódi levelek, átmeneti levelek és fellevelek) jelenléte (BUBÁN 2001).

HUET (1973) szerint a rügydifferenciálódásnak kedvez a megfelelő nagyságú levélfelület megléte. ROM és BARRITT (1987) bizonyította, hogy a vegetációs idő utolsó 90 napjában 100–150 cm^2 levélfelület szükséges minden egyes virágrügy optimális kifejlődéséhez.

Maga a virágrügyképződés egy hosszú folyamat, és a változások mennyiségét és intenzitását tekintve három fő szakasz különíthető el. A 77. ábrán sötét oszloppal jelzett első időszakban – LANG et al. (1985) előnyugalomnak nevezi – a fejlődés igen gyors. Az ábrán pontozott oszloppal jelzett második szakaszban (mélynyugalom) a virágszervek növekedése és fejlődése szinte teljesen megáll. A harmadik, ugyancsak sötét oszloppal jelzett időszak a kényszernyugalom, amikor folytatódik a virágrügyek fejlődése.

Az alma virágrügyképződése a dárdákon hazánkban június végén, leggyakrabban július elején indul meg, ritkább esetben augusztusban (ELEKNÉ 1990, BUBÁN 1974, 2003). A hosszú hajtások rügydifferenciálódása 10–20 nappal, vagy akár két hónappal később kezdődik a rövid termőrészek rügyeihez képest (BUBÁN 2003). Ezt erősítik meg LUCKWILL és SILVA (1979) tapasztalatai is, a 'Golden Delicious' dárdáin a hajtások záródását követő 2 hét elteltével, míg a hosszú hajtásokon 1 hónappal később kezdődött a virágrügyképződés. A rügydifferenciálódás kezdete számos tényezőtől függ. Nyári fajták esetében vagy metszetlen fákon az időpont akár 10 nappal korábbra, erősen metszett vagy gyümölccsel túlterhelt fákon 10 nappal későbbre tolódhat (BUBÁN 1974). A rügydifferenciálódás idejét vizsgálta BUBÁN (1968) három almafajtánál, különböző alanyokon és a korona eltérő korú részeiben (11. táblázat). Az évek többségében a 'Parker Pepin' rügydifferenciálódása indult meg először, majd ezt követte a 'Jonathan', végül a 'Starking'. A korona belső részében lévő rügyek differenciálódása mindhárom fajta esetében előbb következett be a korona külső felületéhez közeli rügyekhez képest. Az alanyok rügydifferenciálódás idejére gyakorolt hatását vizsgálva BUBÁN (1968) megfigyelte, hogy a 'Parker Pepin' esetében alanyonként nem különbözött a rügydifferenciálódás időpontja, míg a Jonathan fajtánál az M. 4 alanyon és a vadalanyon álló fákhoz képest az M. 7 alanyra szemzett fajták rügydifferenciálódása később indult meg (11. táblázat). ELEKNÉ (1982) tapasztalatai szerint a 'Jonathan', 'Golden Delicious' és 'Starking' esetében a gyengébb növekedési erélyű M. 9 alanyra oltott fákon indult korábban a rügydifferenciálódás az erősebb M. 4 alanyon álló fákhoz képest, és fejlődésük is egyenletesebb volt. HIRST és FERREE (1995) szerint a hajtások záródásának idejét nem befolyásolja az alany, viszont a növekedést mérséklő alanyokon nagyobb volt a fejlett termőrüggyel rendelkező dárdák aránya.

ELEKNÉ (1982) a 'Jonathan' vizsgálata alapján megállapította, hogy a termőhelynek hatása van a rügydifferenciálódás idejére, de az időjárás hatása erősebb. Eredményei azt mutatták, hogy ha a hőmérséklet elérte a +6 °C-ot, akkor a virágkezdemények fejlődésnek indultak, amit csak mikroszkópos vizsgálatokkal lehetett kimutatni, külső jele nem volt. Mérései alapján, a rügydifferenciálódáshoz legalább 1000 napfényes óra volt szükséges. Minél több a csapadék, annál később kezdődött és annál elhúzódóbb volt a folyamat. Az érésig a differenciálódás végbemegy, többnyire kialakulnak a sziromlevelek, és néhány esetben a porzók kialakulása is megtörténik. A rügyek differenciálódásának nyolc stádiumát különböztette meg (12. táblázat). A virágrügyképződést merisztéma vizsgálatok alapján FOSTER et al. (2003) nyolc stádiumra bontotta, amelyek a gyakorlatban használt elő-, mély- és kényszernyugalmi szakaszokat is felölelik.

ELEKNÉ (1982) azt is tapasztalta, hogy a rügydifferenciálódás idejében a fajták között különbségek mutatkoznak. Azonos alanyon, három almafajta közül először a 'Golden Delicious' rügyei differenciálódtak, ezt követte a 'Jonathan', majd a 'Starking'. Előfordult olyan termőhely vagy évjárat, hogy a 'Jonathan' rügyei gyümölcsérés kezdetére a sziromlevelek kialakulásának stádiumában voltak, de megtörtént, hogy addigra már a porzókörök is megjelentek.

KOBEL (1954) megfigyelése szerint összefüggés mutatkozik a fajták virágzási ideje és a rügydifferenciálódás ideje között. Korán virágzó fajták virágrügyképződése hamarabb megindul, szemben a későn virágzó fajtákkal.

DENNIS és NEILSEN (1999) a termőbogokon képződő rövid termővesszőknél azt tapasztalta, hogy azok hossza befolyásolja a sikeres virágrügyképződést. Így a 'Spencer Seedless' esetében a túl rövid dárdáknál nem következett be virágrügyképződés, a 'Paulared'-nél pedig általában az 5–10 cm hosszú termőrészeken alakult ki virágrügy. A termőbogokon fejlődő gyümölcsök, illetve a bennük levő magok száma csökkentette az esélyét az eredményes virágrügyképződésnek.

Trópusi éghajlaton a rügydifferenciálódás folyamata a mérsékelt égövhöz képest (ahol a befejeződése a tavaszi időszakra nyúlik) sokkal gyorsabban – csupán 6–7 hét alatt – lezajlik. A hosszú hajtásokon a folyamat 10–20 nap vagy akár 2 hónap késéssel indul be. Egyes országok speciális éghajlati adottságú termőhelyein lehetséges bizonyos almafajták egész vege-

11. táblázat

A virágrügy differenciálódás naptári időpontja különböző alany-nemes kombinációkban (BUBÁN 1969 nyomán)

Alany-nemes kombináció	Év						
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
'Jonathan'							
M. 4 belső	07. 04.	06. 25.	07. 02.	07. 07.			
M. 4 külső	07. 18	07. 02.	07. 16.	07. 10.	06. 28.	07. 04.	07. 02.
M. 7	07. 25.	07. 16.	07. 23.				
Vad	07. 25.	07. 09.	07. 02.				
'Parker pepin'							
M. 4	07. 12.	07. 16.	07. 09.				
M. 7	07. 12.	07. 16.	07. 09.				
Vad	07. 18.	07. 16.	07. 09.				
'Starking'							
M. 4 belső	07. 18.	07. 02.	07. 16.	07. 10.			
M. 4 külső	07. 25.	07. 09.	07. 23.	07. 14.	07. 19.		

12. táblázat

Az alma termőrügy kialakulásának fázisai Jonathan almafajtával végzett vizsgálatok alapján (ELEKNÉ 1982)

I. fázis	A vegetatív tenyészőcsúcs felemelkedése a levélkezdemények szintje fölé
II. fázis	A rügy központi része erősen kiemelkedik
III. fázis	A csészelevelek differenciálódásának kezdete
IV. fázis	A rügyekben a virágkezdemények elkülönülése
V. fázis	A sziromlevelek differenciálódásának kezdete
VI. fázis	A porzók differenciálódásának kezdete
VII. fázis	A porzók három körben való megjelenése
VIII. fázis	A bibeszálak differenciálódásának kezdete

táció alatti, folyamatos rügydifferenciálódása, ezáltal lehetővé válik az évi kétszeri szüret is (BUBÁN 2003).

A mérsékelt égövi fák a lombhullást követően az életjelenségeiket mérséklik. Jelenlegi álláspontok szerint almánál nem a nappalok rövidülése, hanem a hőmérséklet csökkenése vezet a növekedés leállásához, a nyugalmi állapot bekövetkeztéhez. COOK et al. (2005) a 'Granny Smith' esetében jutott erre a megállapításra. Egyéves hajtásokat hozott fagypont közeli állapotba, majd a hajtásokat különböző hőmérsékleti értékeken tartotta, így idézve elő a mesterséges nyugalmi állapotot. A fagypont közeli előkezelés a nyugalmi állapotot meghosszabbította, de a nyugalmi időben alkalmazott hőmérsékleteknek gyengébb hatása volt.

A mélynyugalom teljesülése almánál január 10–22. közé esik (SOLTÉSZ 1992). SOLTÉSZ (1997) szerint az almafajták hidegigénye 200–2000 óra között van. Megkülönböztetünk alacsony hidegigényű ('Anna', 'Ein Scheimer'), közepes ('Akane', 'Granny Smith') és magas hidegigényű ('Golden Delicious', 'McIntosh') fajtákat (GHARIANI–STEBBINS 1994). CHAMPAGNAT (1983) a 'Golden Delicious' nyugalmi idejének hosszát vizsgálta és kimutatta, hogy az alacsonyabb földrajzi szélességű helyeken a nyugalmi időszak rövidebb volt a nagyobb földrajzi szélességeken fekvő 'Golden Delicious' ültetvényekhez képest.

3. VIRÁGZÁS, TERMÉKENYÜLÉS

Magyarországon SOLTÉSZ (1992) foglalkozott igen részletesen és hosszú időszakot felölelve az almafajták virágzásfenológiai sajátosságaival. Az alma virágzási időszaka SOLTÉSZ (1992) közlése alapján húsz év adatait tekintve, 300 fajtánál két hónapot fogott át. A virágzási idő

hossza évjáratonként, termőhelyenként és fajtánként eltérő lehet. Ezen időszak hosszára SOLTÉSZ (2002) szerint az évjáratnak erősebb a hatása, mint a fajtatulajdonságoknak. A virágzás egyes fenológiai fázisainak megnevezésére alkalmas BRÓZIK és NYÉKI (1974) terminológiája, vagy az ehhez nagyon hasonló, MEIER (1997) által kidolgozott BBCH skála (10. táblázat). A virágnyílás fenofázison belül az egyes virág életét tekintve is megkülönböztethetünk különböző fenológiai stádiumokat: funkcióképes (fényes) bibe, pollenszóródás, megporzásra alkalmatlan (matt, barna) bibe (BRÓZIK–NYÉKI 1974).

Az alma virágrügypattanás ideje III. 1 és IV. 5. közé esik. A hajtásrügyek ennél később pattannak, azaz indulnak növekedésnek (TÓTH 2009). A virágzaton belül a középső virág a legfejlettebb (ún. király virág) és ez a virág nyílik legelőször. A többi virág kinyílási sorrendje eléggé sajátságos (lásd IV. fejezet). A termővesszők oldalán képződött virágrügyek virágai a rövid termőrészek virágaihoz képest később nyílnak, ezáltal kisebb eséllyel fagynak el virágzáskor (BUBÁN 1984).

TÓTH (2001) szerint, évtizedek tapasztalatai alapján, az almafajták virágzási ideje április 16. és május 20. közé esik. BODOR (2009) tapasztalatai azt mutatják, hogy az elmúlt évtizedben – az új fajták és a termesztéstechnológia alkalmazásának köszönhetően – az alma virágzása ehhez képest akár két héttel korábban is kezdődhet, amit a saját megfigyelései is megerősítenek. BRÓZIK (1957) 252–323 almafajta virágzási idejét rögzítette hat éven keresztül. A legkorábbi virágzású évben (1953-ban) a fajták virágzási ideje április közepétől május elsejéig tartott, míg a legkésőbbi virágzású évben (1954) a legkorábbi fajta is május 7-én kezdett virágozni, és a virágzási időszak május 25-tel ért véget. A nyári almák virágoznak legkorábban, de a későn érők között is akad korán virágzó fajta, mint pl. az 'Idared' (TÓTH 1982, 2004b). A varasodásrezisztens almafajták közül BODOR (2009) négy éves megfigyelései szerint a 'Reglindis' virágzik legelőször, a legkésőbb virágzó fajta a 'Baujade' volt. Bár a relatív virágzási sorrend nem állandó, mert az időjárás és a földrajzi elhelyezkedés nagymértékben befolyásolja, mégis ad egy támpontot a fajták valószínű sorrendjére. Az almafajták csoportosíthatók azok relatív virágzási sorrendjének stabilitása szerint (SOLTÉSZ 2002). SOLTÉSZ (2002) megemlíti, hogy nincs összefüggés a fajták virágzási és érési ideje között. A korán virágzó és későn érő fajták ('Boskoop', 'Idared') és a későn virágzó, korán érő fajták ('Kecskeméti vajalma') ültetvényen belüli fajtatársítása gondot okozhat.

MORGAN és RICHARDS (2002) munkájukban bemutatják az almafajták virágzási idejében mutatkozó különbségeket, Anglia területén. Leírják, hogy Kent környékén a fajtagyűjteményben levő több ezer fajtát figyelembe véve az alma virágzása május elején kezdődik, s június első dekádjának végég tart. Korán virágzik a 'Stark Earliest', középidőben a 'Golden Delicious'. A 'Feumilleforte' mindig méltó a nevére, gyakran úgy tűnik, sosem fog virágba borulni. A nagyon későn virágzó fajták különösen értékesek a fagyveszélyes területeken, és sok fajta, mint például a 'Court Pendu Plat', 'Newton Wonder' és 'Edward VII' többek között ennek a tulajdonságának köszönheti tartós népszerűségét Angliában.

SOLTÉSZ (1992) 300 fajta bevonásával végzett 20 éves megfigyelései alapján a virágzási idő kezdetében 30 napos eltérés, a virágzás végében pedig 25 napos eltérés mutatkozott. Hasonló virágzásfenológiai vizsgálatokat végzett Dániában GRAUSLAND (1996) 10 éven keresztül, 11 almafajta esetében. Megfigyelései alapján az almafajták virágzáskezdete között 25 nap eltérés volt. Az almafák a dán kísérletben egy hónappal később kezdtek virágozni SOLTÉSZ (1992) vizsgálataihoz képest, szépen illusztrálva a földrajzi szélesség virágzási időre gyakorolt hatását. BLASSE és HOFFMANN (1992) Berlin közelében, 22 éven keresztül a 'Golden Delicious' virágzási idejét figyelték meg. A virágzás kezdetében 35 nap eltérés mutatkozott (1990-ben április 14. és 1980-ban május 18. volt). GASSER (1994) 25 éven át Észak-Olaszországban végzett megfigyeléseket szintén a 'Golden Delicious' bevonásával. A vizsgált almafajta virágzási ideje mindkét termőhelyen hasonlóan reagált az évjáratok hatására. KRONENBERG (1985) számos különböző földrajzi szélességen elhelyezkedő ültetvény virágzási

adatait dolgozta fel 'Boskoop' és 'Golden Delicious' esetében. A 'Golden Delicious' virágzása a legdélebbi termőhelyen (Carcassone, Franciaország déli része) április 4-én kezdődött, míg északon (Gunnarn, Svédország) június 24-én. SINGH et al. (2002) virágzásfenológiai vizsgálatokat végzett különböző tengerszint feletti magasságú indiai ültetvényekben. 100 méter szintkülönbség emelkedés átlagosan 2,2–2,3 nap késést eredményezett a virágzás kezdetében. A globális felmelegedés előrehozhatja az egyes fenológiai fázisok megjelenését. Például az almafajták virágzási ideje Svájcban és Franciaországban is egyre korábbra tevődik (GUEDON–LEGAVE 2008).

Egyes vélemények szerint (STEINBORN 1983, FOUAD et al. 1995), az alanyok szintén befolyásolják az alma virágzási idejét úgy, hogy a gyengébb növekedésű alanyok korábbra hozzák a virágzást. Más szerzők (CHURCH–WILLIAMS 1983, ROEMER 1984) megállapításai alapján az alanyok nincsenek hatással a virágzási időre. A fajtatársítás szempontjából a fenofázisoknál nagyobb jelentősége van a virágzásmenetnek, amelyen belül a virágzáskezdet, fővirágzás és virágzás vége állapotokat különböztetjük meg. Ezeket az egyes szerzők eltérően definiálják.

SOLTÉSZ (1992) az első virág kinyílását nevezi virágzáskezdetnek. Ugyanakkor az UPOV irányelvekben a 10%-os virágnyílást tekintik virágzáskezdetnek. NYÉKI (1989) azt tekintette virágzáskezdetnek, amikor a virágok 1–5%-a kinyílt állapotban van.

A fővirágzás ideje például PAPRŠTEIN és BLAZEK (1996) szerint akkor van, amikor a virágok 25–75%-a kinyílt. NYÉKI (1989), SOLTÉSZ (1992), LATEUR (1996), SINGH et al. (2002) az 50%-nál több kinyílt virág állapotát tekinti fővirágzásnak. BODOR és TÓTH (2008), BODOR (2009) elnyúló virágzás esetén nem figyelt meg 50% feletti virágnyílást, ezért fővirágzásnak tekintette azt is, amikor egy fajta virágnyílási görbéje eléri és meghaladja a 25%-ot. Ha a bibék elvesztik funkcióképességüket, bekövetkezik a virágzás vége vagy elvirágzás, majd ezt követi a sziromhullás.

Virágzásritmikai és virágzásdinamikai vizsgálatokat követően virágzási fenogramok segítségével tehetjük láthatóvá, összehasonlíthatóvá a fajták virágzásmenetét. A virágzási fenogramok összehasonlításával a fajták együttvirágzásának mértéke számszerűsíthető, amely a gyakorlatban a fajták ültetvényen belüli társításához ad elengedhetetlen információt. BODOR (2009) együttvirágzó fajtacsoportokat alakított ki varasodásrezisztens almafajták virágzási fenogramjához készített számítási modell alapján.

Az almafajták virágzási idejük alapján virágzási időcsoportokba sorolhatók. SOLTÉSZ (1992) négy csoport (korai, középkorai, középkései és kései) elkülönítését tartja indokoltnak. A hazánkban legjelentősebb almafajtákat virágzási idejük alapján SOLTÉSZ (2002) és BODOR (2009) csoportosította. KIRÁLY et al. (2012b) kárpát-medencei régi almafajtákat sorolt virágzási csoportokba. Öt év eredményei alapján a legkorábban virágzó fajta a 'Jászvadóka' és az 'Orbai alma', míg legkésőbb a 'Zöld Batul' virágzott.

4. GYÜMÖLCSFEJLŐDÉS, GYÜMÖLCSHULLÁS ÉS GYÜMÖLCSÉRÉS

a) Gyümölcsfejlődés

A kötődést követően kialakult almagyümölcsök növekedésére a szigmoid görbe jellemző (FAUST 1989). A növekedés ritmusát a növényi hormonok arányában bekövetkező változás szabályozza (lásd IX. fejezet). A fiatal gyümölcs kezdetben sejtosztódással, majd sejtmegnyúlással növekszik (HÁMORINÉ 1974). A fenológiai fázisok elkülönítésénél az almagyümölcsök növekedését a méretükkel jellemezzük, ami az adott fajtára jellemző végleges átmérőhöz képest, annak %-ában fejezünk ki (MEIER 2003). Az optimális szüreti időpont meghatározásához gyakran használt egyik paraméter az ún. T-stádium, amely azt a fejlődési állapotot jelenti, amikor kocsánymélyedés még nem alakult ki, de a gyümölcs kocsány felőli felszíne és a kocsány T betűt formáz (STOLL 1969).

b) Gyümölcshullás

A gyümölcshullás három időszakát figyelhetjük meg. A tisztuló hullás a hiányosan termékenyült virágokból fejlődő terméskezdemények hullását jelenti, s a virágzás utáni két héten belül bekövetkezik. Az ekkor lehulló gyümölcskezdeményekben általában kevés mag található. A következő a már említett júniusi hullás, amelynek a fa terhelését szabályozó szerepe van. Végül a szüret előtt is számolhatunk gyümölcshullással (77. ábra).

A gyümölcshullás mértéke genetikailag meghatározott és fajtánként eltérő mértékű. Közismert, hogy a nyári almák többsége (pl. 'Vista Bella') hajlamos a gyümölcshullásra (Tóth 2001). Soltész (2002) a triploid fajták egy részét is ide sorolja ('Mutsu', 'Boskoop'), más szerzők (Faedi–Rosati 1975) a 'Close', 'Jerseymac', 'McIntosh', 'James Grieve', 'Cox narancs renet' szüret előtti hullásra való hajlamát említik.

Racskó (2008) almafajták hullásának mértékét vizsgálta két évjáratban. A 'Boskoop' fajtánál mindkét évben erős tisztuló hullást tapasztalt (a virágok 93%-a lehullott). 2004-ben a 'Pink Lady' és 'Sampion' nagyarányú júniusi hullását figyelte meg. Érés előtti hullásra hajlamos volt a 'Summerred', a 'Prima' és az 'Elstar'. Az Arlet fajtát különböző alanyokon vizsgálta 2005-ben és megállapította, hogy a legnagyobb arányú gyümölcshullás magoncalanyokon következik be, a legkevésbé az MM. 106 alanyon álló fák gyümölcsei hullottak. Az első hullási periódus május 7–21. között, a második periódus június 18. és július 2. között, a szüret előtti hullás augusztus 13-a körül jelentkezett.

c) Érés

Az érés során a gyümölcsben a mennyiségi változások helyett a minőségi változások kerülnek előtérbe. Az érést számos fizikai és biokémiai változás jelzi. A legfontosabb, szemmel látható változás az alapszín változása, amelyet az érettségi állapot meghatározásához, a szüret időzítéséhez is használnak (Smock 1948). Emellett a fedőszín arányának növekedése, a gyümölcshús állományának változása, a magok színének változása az érés előrehaladtát mutatja (Hámoriné 1974).

A nyári almafajták gyümölcsei június vége és augusztus vége között érnek be. Az őszi almák szeptemberben vagy október elejéig szüretelhetők. Az ún. téli almák érési ideje október. Az egyik legkorábbi almafajtánk, a 'Close' június végén kezd érni. A termesztett fajtáink közül az egyik legkésőbb érő a 'Fuji' (október vége). A történelmi almafajták közül az 'Asztraháni piros' július végén érik, a 'Nyári fontos' augusztusban. A 'Téli piros pogácsa' október közepén szüretelhető (Tóth 2001).

Az érés megindulását a gyümölcsök légzésintenzitásában bekövetkező hirtelen növekedés jelzi. Az alma az ún. klimakterikus légzésű gyümölcsfajok közé sorolható. A gyümölcs akkor válik fogyasztásra alkalmassá, amikor a fajtára jellemző méret, ízharmónia, húskeménység kialakult. A téli almák esetében a szüretet akkor végezzük el, amikor alkalmasak tartós tárolásra (szedési érettség). Az alma gyümölcsei utóérők: a leszedés után a gyümölcsök tovább élnek, anyagcserét folytatnak, fokozatosan válnak fogyasztásra egyre alkalmasabbá. Brózik és Nyéki (1974) az érés fenológiai menetén belül megkülönbözteti a színelés, szedési érettség és fogyasztásra érettség fenofázisokat. Az érés bekövetkeztét a teljes virágzástól eltelt napok számával is jellemezhetjük (Tukey 1942, Haller 1944).

Az almafajták szüreti idejét meghatározza a fővirágzást követő időszak hőmérséklete. Az alacsony tavaszi és nyári hőmérsékletek az érést késleltetik, ezért az érési idő évjáratonként akár több héttel eltolódhat, vagy termőhelyenként eltérhet. Így például Norvégiában adott fajta később érik be, mint Olaszországban (Dennis 2003).

VIII. AZ ALMA ANYAGCSERÉJE

A többi zöld növényhez hasonlóan az alma anyagcseréje is a fotoszintézisre épül, ez a folyamat az energiatermelés és a szervetlen vegyületek asszimilációjának alapja. A fotoszintézis során keletkező szénhidrátok hosszú távú szállítása az almafélékben zömében szorbitol (kémiai nevén hexán-1,2,3,4,5,6-hexol), kisebb mértékben szacharóz formájában, az ún. „*source-sink*" elv alapján történik. A „*source-sink*" angol kifejezés magyarra „forrás-nyelő" elvként fordítható, és azt mondja ki, hogy a cukrok a fotoszintetizáló levelekből, mint forráshelyről („*source*") a floémben a felhasználó szervekbe („*sink*"), azaz a fejlődő termésbe, magvakba, levelekbe vándorolnak. Az egyes felhasználó szervek élettani állapotuktól függően különböző erősséggel képesek a szállított cukrokat elnyelni, azaz más szervektől és szövetektől elvonva a maguk javára fordítani. A transzportot a fotoszintézis rátától kezdve a szállítás részlépésein keresztül a felhasználó szövetek anyagcseréjéig számos alapvető élettani folyamat szabályozza. Ez a komplex szabályozás, azaz az egyéb anyagcsere-folyamatok visszahatása a fotoszintézisre, eredményezi például, hogy a terméseiktől megfosztott almafák leveleiben a fotoszintézis intenzitása lecsökken (Flore–Lasko 1989). Mivel ezekben a levelekben a keményítőtartalom is magasabb, feltételezik, hogy ez hat vissza negatív visszacsatolás formájában a fotoszintézisre (Greer et al. 1997).

A célszövetekben a szacharóz glükózzá és fruktózzá, a szorbitol pedig fruktózzá alakulva lép be az alapanyagcserébe, ahol oxidatív folyamatok során energianyerésre vagy különböző szintézisek kiindulási anyagaként használódnak fel. E folyamatok jellemzőiről adunk rövid áttekintést a jelen fejezetben.

1. FOTOSZINTÉZIS

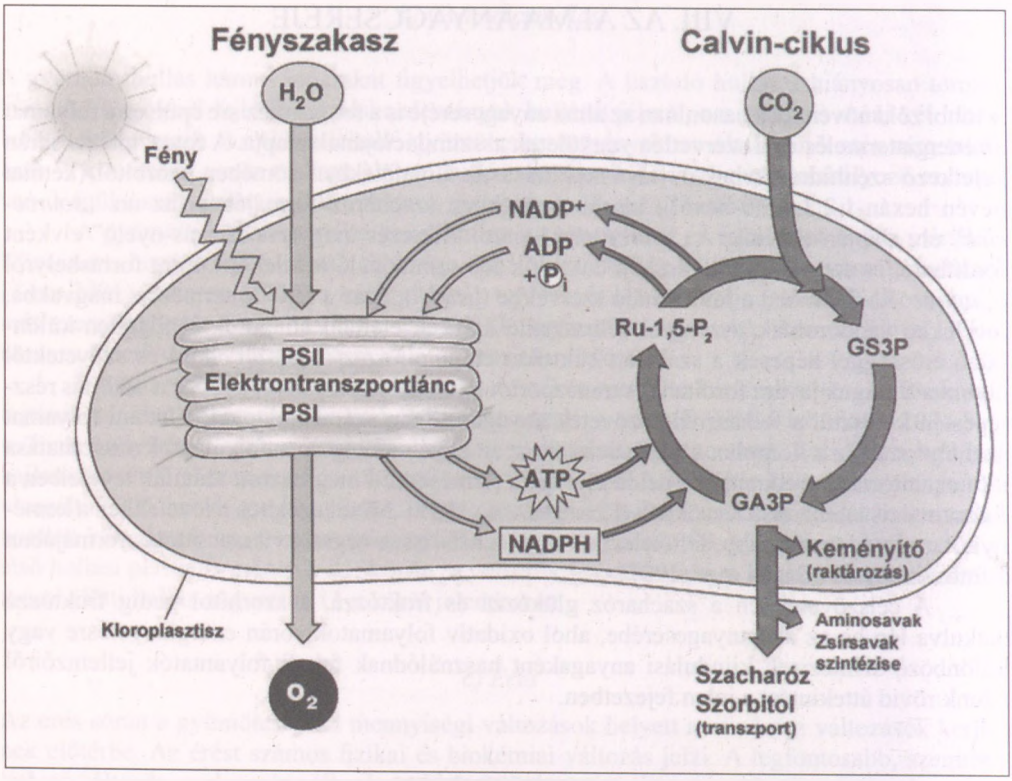
a) Az almára jellemző C3-típusú fotoszintézis fő folyamatai

A fotoszintézis általánosságban olyan elektronátmenettel járó folyamat, ahol az elektrondonor oxidációja és az elektronakceptor redukciója a fény energiájának segítségével történik meg. A növények a fényenergiát kémiai energiává alakítják, amelynek segítségével főként CO_2, illetve kisebb részben nitrát és szulfát redukálódik, és épül be szerves vegyületekbe. A fotoszintetizáló növények döntő többsége a vizet használja elektrondonorként, így ezeknél a szervezeteknél az alábbi egyenlet szerint összegezhető a fotoszintézis folyamata:

$$n\,CO_2 + 2n\,H_2O \rightarrow (CH_2O)_n + n\,O_2 + n\,H_2O$$

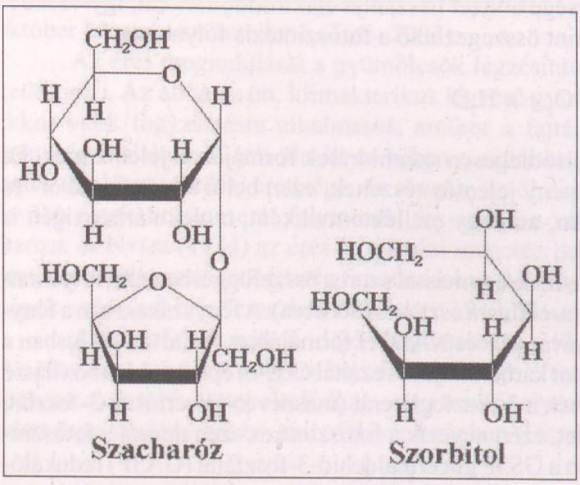
A fotoszintézis során fixált CO_2 elsődlegesen szénhidrátok formájában jelenik meg. Ez a forrása a növényi szárazanyag-növekmény jelentős részének, ezen belül a termés cukor- és szerves savtartalmának is. A folyamatban, mintegy melléktermékként, molekuláris oxigén is keletkezik.

A fotoszintézis két különböző típusú, de egymással szoros összefüggésben álló folyamatból áll, ami alapján fényszakaszra és Calvin-ciklusra osztható (80. ábra). A fényszakaszban a fényenergia átalakítása történik kémiai energiává, ATP és NADPH formájában. A Calvin-ciklusban a RuBisCO enzim a ribulóz-1,5-biszfoszfátot karboxilálja, és ezáltal CO_2-ot épít be. A karboxiláció eredményeként keletkező első stabil termék a 3-foszfoglicerát (másnéven glicerinsav-3-foszfát, rövidítve GS3P), egy 3 C-atomos vegyület, ezért nevezik a fotoszintézis ezen típusát a fotoszintézis C3-as útjának. A következő lépésben a GS3P glicerinaldehid-3-foszfáttá (GA3P) redukálódik a fényszakaszban keletkezett ATP és NADPH felhasználásával. A továbbiakban a keletkezett



80. ábra. A fotoszintézis folyamatának fő lépései (Ru-1,5-P_2 – Ribulóz-1,5-biszfoszfát; GS3P – Glicerinsav-3-foszfát; GA3P – Glicerinaldehid-3-foszfát). (http://mrskingsbioweb.com/Biology.html alapján)

3 szénatomos cukor-foszfát közvetlenül, vagy 3-foszfoglicerát (másnéven glicerinsav-3-foszfát) és dihidroxiaceton-foszfát formájában a trióz-foszfát transzlokátor segítségével kijut a citoplazmába, ahol a hosszú távú szállításra alkalmas cukrok képződnek belőle. A kloroplasztiszban maradó GA3P egyrészt transzketoláz és transzaldoláz reakciók révén regenerálja a ciklus kezdő tagját, a ribulóz-1,5-biszfoszfátot, másrészt pedig két 3 szénatomos cukorfoszfát egy 6 szénatomos fruktóz-1,6-biszfoszfáttá egyesülhet, ami további biokémiai reakciókkal a hexózfoszfát-medence (lásd 83. ábra) közvetítésével keményítővé alakulhat. (Anyagcsere-medencének azon vegyületek összességét (készletét) nevezzük, amelyek gyorsan és akadálytalanul képesek egymásba átalakulni, és fontos anyagcsere-utakat kötnek össze, így biztosítva az adott időpillanatban igényelt vegyület gyors és rugalmas utánpótlását.) Az el nem szállított cukrokból nappal szintetizálódó keményítő az éjszaka folyamán mobilizálódik.



81. ábra. A cukrok szállításának fő formái

A citoplazmában a fel nem használt trióz-foszfátokból szintén

fruktóz-1,6-biszfoszfát, majd abból a hexózfoszfát-medence tagjai, fruktóz-6-foszfát, glükóz-6-foszfát és glükóz-1-foszfát képződnek. Ezek a kiindulási vegyületei a szállított cukorformák zömét kitevő szorbitol, ill. szacharóz szintézisének (81. ábra; lásd a következő fejezetben is).

A molekuláris O_2 kompetitíven gátolja a RuBisCO enzim karboxiláz aktivitását és ezáltal a fotoszintézist, továbbá maga is szubsztrátja a RuBisCO-nak. Ha az enzim a ribulóz-1,5-biszfoszfátot karboxilálás helyett oxigenálja, egy GA3P és egy glikolsav-foszfát keletkezik. A glikolsav-foszfátot a növény nem tudja közvetlenül hasznosítani, tehát nemcsak szenet nem asszimilálna a reakció során, hanem elveszítene egy két szénatomos vegyületet. A glikolsav-foszfát a kiinduló vegyülete a fénylégzés (fotorespiráció) folyamatának, amely során ugyan CO_2 szabadul fel, de a komplex reakciósor végén a másik szenet visszanyeri a növény. A CO_2-képződés mértéke elérheti a fixált CO_2 mennyiségének 15–50%-át, tehát igen jelentős lehet (Sharkey 1988).

b) A fotoszintézis intenzitását befolyásoló tényezők hatása

(1) A környezeti tényezők hatása az alma fotoszintézisére

A levelek CO_2-felvételének sebessége a fotoszintézis egyik fő korlátozó tényezője. A belső és a környezeti tényezők fotoszintézisre gyakorolt hatása gyakran a gázcserenyílások CO_2-vezetőképességének változtatásával érvényesül. Az alma esetén is gyakran szoros összefüggés van a sztómák vezetőképessége és a nettó fotoszintézis mértéke között. Ez az összefüggés ugyanakkor meglehetősen komplex, egyes esetekben a sztómák vezetőképessége szabályozza a fotoszintézist, máskor pedig a fotoszintézis sebessége befolyásolja a gázcserenyílások nyitódását (Lakso 1994).

Az alma C3-as típusú fotoszintézise a fény intenzitásának növekedésével telítést mutat, a telítési fényintenzitás az 500–1000 μmol m^{-2} s^{-1} közötti tartományban található. Ugyanakkor nagy fényintenzitás – és magas hőmérséklet – esetén árnyékolással növelhető a fotoszintézis mértéke, mert ezzel a leveleket érő hőmennyiség és ennek következtében a vízfelhasználás s a sztómaellenállás is csökken (Bravdo 1986). A fénykompenzációs pont az a fényintenzitás, ahol a fotoszintézisben fixált CO_2 mennyisége megegyezik a légzési folyamatokban termelődő CO_2 mennyiségével, ez pedig 20–60 μmol m^{-2} s^{-1} körül található. A koronaalak és elsősorban a korona belső részének fényellátottsága függvényében jelentősen különbözhet a levél és a teljes lombozat fénykompenzációs pontja, fényhasznosítási rátája (az elnyelt fényenergia mekkora hányada fordítódik a fotoszintetikus elektronszállítási folyamatokra) és telítési fényintenzitása (az a megvilágítási érték, ahol a fotoszintézis intenzitása maximális értéket ér el) (Flore–Lakso 1989). Mivel a teljes lombkorona gázcseréje magába foglalja az elsősorban légzést folytató fás szárakét és gyümölcsökét is, ezért itt általában magasabb fényintenzitásnál találjuk a fénykompenzációs pontot.

Az alma kifejlett, egészséges fényleveleinek nettó fotoszintézise elérheti a 15 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} értéket (Lakso 1994), bár egyes esetekben ennél jóval magasabb értékeket is mértek. Túl magas fényintenzitásnál a növények fotoszintetikus apparátusa károsodik. Az alma magas fényintenzitással szembeni védelmében is fontos szerepet játszanak a nem-fotokémiai kioltó folyamatok (Wünsche et al. 2000), valamint a fotorespiráció és a vízbontásból származó elektronoknak az antioxidáns enzimrendszer közvetítésével molekuláris oxigénre (víz-víz ciklus) vezetése (Corelli-Grappadelli–Lakso 2007).

Az alma nettó fotoszintézise a 15–30 °C közötti viszonylag széles tartományban optimális (Lakso et al. 1999), maximális értéke 20 °C körül található. A korábbi irodalmi adatok szerint ezen értékek magasabb hőmérsékleti tartományban voltak. Az optimálisnál alacsonyabb hőmérséklet esetén, összehasonlítva más gyümölcsökkel (pl. őszibarack, szőlő), az alma nettó fotoszintézise feltűnően magas: 10 °C-on az optimális érték 70–80%-a. 30 °C felett, részben a levél és a környező levegő közötti növekvő vízgőz-nyomásbeli különbség-

nek betudható sztómazáródás következtében, a nettó fotoszintézis fokozatosan csökken, míg 45 °C körül nulla értéket ér el.

Az alma fotoszintézise jóval ellenállóbb a levelek vízhiány következtében fellépő alacsony vízpotenciáljával szemben, mint pl. a szőlőé vagy az egyéves gazdasági növényeké. A nettó fotoszintézis jelentős csökkenése mindaddig nem következik be, amíg a levél vízpotenciálja nem csökken -3,0 MPa alá (Lakso 1979). Különböző mértékű vízhiánnyal kezelt szabadföldi és edényben nevelt almanövények nettó fotoszintézise és sztóma-vezetőképessége szoros összefüggést mutatott (Lakso 1994), ami arra enged következtetni, hogy a fotoszintézis és a sztóma-vezetőképesség kölcsönösen befolyásolják egymást. A szárazsággal ellentétben a gyökérzóna elárasztása erőteljesen és gyorsan károsít, és már rövid idő, akár 3 nap alatt is a kontroll értékének 20%-a alá csökkenti a levelek nettó fotoszintézisét (Fernandez et al. 1997).

A légköri CO_2-koncentráció csökkentése (360 ppm → 160 ppm) az almalevelek nettó fotoszintézisének arányos csökkenését idézte elő (Minchin et al. 1997), ami arra utal, hogy az alma C3-as fotoszintézise számára limitáló tényező a 360 ppm-es légköri CO_2-koncentráció. Megfigyelhető ugyan az ültetvényekben a CO_2 koncentrációjának napi és éves ritmus szerinti csökkenése, hosszabb távon azonban inkább a légköri CO_2-koncentráció növekedésével lehet számolni. A 'Golden Delicious'/M. 27 alanyú almafák nettó fotoszintézise 900 ppm CO_2-koncentráción minden fényintenzitáson magasabb volt, mint 360 ppm mellett, illetve lineáris növekedés volt tapasztalható abban a fényintenzitás tartományban is, ahol a kisebb CO_2-koncentráció mellett a fotoszintézis már telítődött (Corelli-Grappadelli–Magnanini 1993). Ez alapján arra lehet következtetni, hogy a növekvő légköri CO_2-koncentráció hatására az almaültetvények produktivitása várhatóan növekedni fog.

(2) A különböző típusú levelek fotoszintézise

Az alma fénylevelei telítési fényintenzitás mellett magasabb nettó fotoszintézist mutatnak, mint a lombkorona belsőbb részeiben található árnyéklevelek. Ennek oka elsősorban az, hogy a fénylevelek nagyobb specifikus (egységnyi levélfelületre vonatkoztatott) levéltömeggel rendelkeznek a bennük található több paliszád parenchima réteg miatt (Doud–Ferree 1980a, b). Ugyancsak nagyobb a fénylevelek felületegységre vonatkoztatott klorofilltartalma is. A fénylevelek fotoszintézise magasabb fényintenzitáson telíthető. Hasonló különbség volt megfigyelhető különböző mértékben mesterségesen árnyékolt almafák levelei között, ahol a nagyobb mértékben árnyékolt fák levelei kisebb specifikus levéltömeget és nettó fotoszintézist mutattak (Asada–Ogasawara 1998). A hosszú termővesszőkön fejlődő levelek ugyancsak nagyobb specifikus levéltömeggel rendelkeznek, mint a rövid termőképletek levelei, és ennek megfelelően fotoszintetikus aktivitásuk is nagyobb. Megállapítható, hogy a fejlődő leveleket érő fényintenzitás a specifikus levéltömeg befolyásolásán keresztül alapvetően meghatározza a levelek kifejlett állapotában mérhető maximális fotoszintetikus kapacitását. Azt is kimutatták azonban, hogy bár kisebb mértékben, de a már kifejlett levelek fotoszintézise is növelhető előzetes, nagy fényintenzitású megvilágítással (Barden 1974).

(3) A termésterhelés hatása a fotoszintézisre

Számos vizsgálat eredménye mutat arra, hogy a gyümölcsök, mint asszimilátum-felhalmozó képletek jótékony hatással vannak a levelek fotoszintetikus hatékonyságára és ezáltal a növény szintjén a teljes szárazanyag-termelés mértékére (Jackson 2003). Ez a hatékonyságbeli különbség csak kisebb részben indokolható azzal, hogy a termésritkított fák nagyobb lombfelületet fejlesztettek, és így az árnyékolás mértéke nagyobb volt. A különbség nagyobb részben abból fakadt, hogy az adott esetben akár 100%-osan termésritkított fák leveleiben felhalmozódott asszimilátumok visszacsatolásos (feed-back) gátlással csökkentették a fotoszintetikus folyamatok sebességét (Wünsche–Palmer 1997). Ennek az volt a következménye, hogy a levelekben az elnyelt fényenergia kisebb hányada hasznosult a fotokémiai folyamatok-

ban, nagyobb része pedig a nem-fotokémiai kioltó folyamatok működésének következtében hővé alakult. A termésritkításos kísérletek egy részében ugyanakkor nem volt megfigyelhető a fent leírt hatás, aminek valószínűleg az volt az oka, hogy a kísérletet a fotoszintézis szempontjából forrás-limitált körülmények között végezték, más esetekben pedig domináns szerepet játszhattak a termésen kívüli felhasználó szervek (FLORE–LAKSO 1989).

(4) A fotoszintézis napi és éves menete

Az alma fotoszintézisének napi menetére jellemző, hogy telítési fényviszonyok mellett a legmagasabb déli napállást megelőző időszakban mérhető a maximális intenzitás. A délutáni órákban a fotoszintézis mértéke még akkor is csökken, ha a fény és hőmérsékleti viszonyok is optimálisak. Ennek oka nagyrészt a fotoszintetikus asszimilátumok levélbeli felhalmozódása, és ezeknek a fotoszintetikus folyamatokra kifejtett visszacsatolásos (feed-back) gátlása. Amennyiben a nap folyamán a fényintenzitás a telítési intenzitás alatti tartományban változik, akkor a fotoszintézis intenzitása a fényintenzitás változását követi. Ennek következtében a lombkorona nyugati oldalán növekvő levél, amelyet a lombkorona árnyékol a délelőtti időszakban, délután mutat maximális fotoszintézist, mivel ekkor legmagasabb a levelet érő fényintenzitás (MIKA–ANTOSZEWSKI 1974).

A levelek fotoszintetikus kapacitása a levelek fejlődésével fokozatosan nő, a teljesen kifejlett állapotot megelőző pontig. Ezután kisebb mértékben csökken, majd a teljesen kifejlett levelek fotoszintetikus kapacitása hónapokig változatlan maradhat, egészen a levelek őszi öregedéséig (KENNEDY–FUJI 1986). Más források szerint a teljesen kifejlett állapot elérése után a szezon hátralévő részében a levelek fokozatos, kezdetben lassú öregedése zajlik (PALMER 1986), ami a változó környezeti tényezők következtében szeptember–októberben felgyorsul. A levelek öregedése és a fotoszintetikus kapacitás ezzel járó csökkenése megelőzhető volt a fák magasabb hőmérsékleten tartásával. A hosszú hajtások középső harmadában elhelyezkedő levelek maximális fotoszintetikus intenzitása lényegében állandó volt a májustól októberig terjedő időszakban, de a napi teljes CO_2-fixáció jelentősen csökkent szeptember és október hónapban, ami a fényintenzitás és a hőmérséklet csökkenésével volt kapcsolatban (CHENG–LUO 1997).

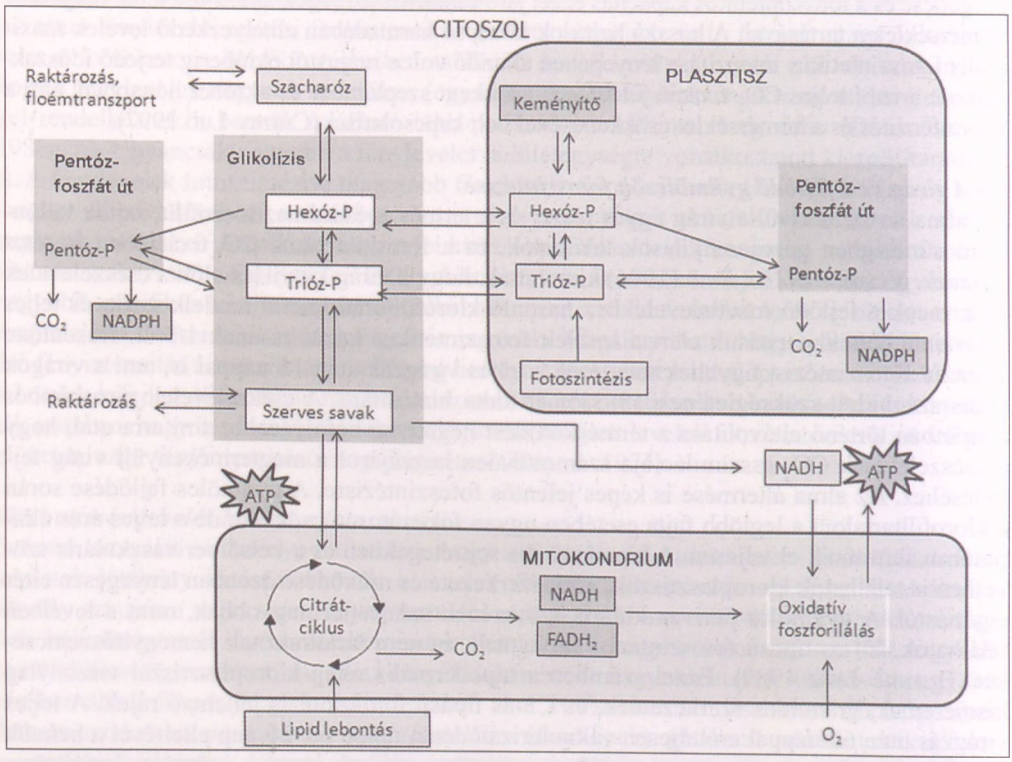
(5) A virág és a fejlődő gyümölcsök fotoszintézise

Az alma levelein kívül a virág egyes részei és a termés is tartalmaz klorofillt, rajtuk különböző sűrűségben gázcserenyílások találhatók, és a fotoszintetikus CO_2 fixációban is részt vesznek. VEMMOS és GOLDWIN (1994) kimutatták, hogy a virág kinyílása előtt a csészelevelek és a vacok a fejlődő rozettalevelekhez hasonló klorofilltartalommal rendelkeznek, és teljes fotoszintetikus kapacitásuk eléri a levelek fotoszintetikus kapacitásának 1/3-át. Hasonlóan intenzív fotoszintézist figyeltek meg még a teljes virágzás után 15 nappal is, ami a virágok teljes szénhidrát-szükségletének 15–33%-át tudta biztosítani. A csészelevelek pirosbimbós állapotban történő eltávolítása a terméskötődést negatívan befolyásolta, ami arra utal, hogy a csészelevelek CO_2-asszimilációja számottevően hozzájárul a megtermékenyült virág fejlődéséhez. Az alma áltermése is képes jelentős fotoszintézisre. A gyümölcs fejlődése során a klorofilltartalom a legtöbb fajta esetében ugyan fokozatosan csökken, de a teljes érés állapotában sem tűnik el teljesen. A hipodermális sejtrétegekben és a belső perivaszkuláris szövetben is találhatók kloroplasztiszok, ezek szerkezete és működése azonban lényegesen eltér egymástól. A gyümölcs perivaszkuláris szövetének színtestjei nagyobbak, mint a levélben találhatók, C4-es típusú fotoszintézist folytatnak, és nem tartalmaznak keményítőszemcséket (BLANKE–LENZ 1989). Ezzel szemben a hipodermális réteg kloroplasztiszai viszonylag kisméretűek, gránumos szerkezetűek, és C3-as típusú fotoszintézis jellemző rájuk. A teljes virágzás után 60 nappal erőteljesen vakuolarizálódnak, újabb 60–80 nap elteltével a bennük lévő keményítőszemcsék száma és mérete jelentősen megnő, majd a gyümölcs beérésekor teljesen felbomlanak (CLIJSTER 1999).

A gyümölcsökön a gázcserenyílások sűrűsége a sziromhullás után hét nappal a legnagyobb, később a növekedés következtében sűrűségük folyamatosan csökken, végül a gázcserenyílások paraszemölcsökké fejlődnek (BLANKE 1993). A sztóma-vezetőképesség a gyümölcs fejlődésének kezdetén magas, majd egyre csökkenő értéket mutat (BANKS–NICHOLSON 2000). A gyümölcs a CO_2-ot részben a RuBisCO enzim segítségével kötheti meg, bár az enzim aktivitása a levelekben mérhetőhöz képest akár nagyságrendekkel is kisebb lehet (BLANKE–LENZ 1989). Ezzel szemben a PEP-karboxiláz enzim aktivitása minden gyümölcsben magas, aminek jelentősége elsősorban az importált cukrokból az intenzív légzésben felszabadult CO_2 újra megkötésében van. Mindezek következtében a gyümölcsök fotoszintézisét a C3-as és a C4-es típus közötti átmenet jellemzi.

2. SZÉNHIDRÁT-ANYAGCSERE ÉS LÉGZÉS

A szénhidrát-anyagcsere központi szerepet játszik a biokémiai folyamatokban, hiszen minden sejtben ez szállítja a szénvázakat a legkülönbözőbb biológiai molekulák szintéziséhez. Magában foglalja ugyanakkor a szerkezeti és raktározott szénhidrátok szintézisét, a nem fotoszintetizáló sejtekben és szövetekben pedig a redukált koenzimek és az ATP képződését, tehát az energiaellátásnak is ez a legfontosabb forrása. A növények anyagcseréjét rendkívül nagyfokú rugalmasság és az anyagcsereutak megkettőződése jellemzi (82. ábra). Nemcsak az azonos reakciókat katalizáló izoenzimek gazdag és finoman szabályozható választéka figyelhető meg, hanem olyan alapvető anyagcsereutak, mint például a glikolízis és a pentózfoszfát út, duplán fordulnak elő, és mind a citoplazmában, mind a plasztiszokban jelen van-



82. ábra. Az alap anyagcsere fő folyamatai és színhelyei a növényi sejtben. Jól látható az egyes folyamatok megkettőződése

nak. További jellegzetesség, hogy a növényi szénhidrát-anyagcsere esetében teljesen nyilvánvaló, hogy a lebontó anyagcsere célja nem feltétlenül és kizárólagosan az ATP-szintézis és a redukált koenzimek előállítása. A növényi mitokondriumok elektrontranszport-láncában az ún. alternatív oxidáz (AOX) segítségével a végoxidáció protonpumpálás nélkül, az oxidatív foszforiláció megkerülésével is végbemehet. Az alapanyagcsere több lépésénél is találunk megkerülő, ún. „bypass" reakciókat, és bizonyos energiaigényes folyamatokban ATP helyett a szervetlen pirofoszfát nagy energiájú foszfoanhidrid kötése szolgáltatja az energiát (Taiz–Zeiger 2002). Mindezek a növényekre általában jellemző folyamatok az alma anyagcseréjében is megjelennek, és lehetővé teszik, hogy rugalmasan alkalmazkodjon a környezeti feltételekhez és stresszállapotokhoz.

a) Az asszimilátumok szállított formái almában

Míg a fotoszintézis során lényegében a széndioxid szénhidráttá történő redukciója következik be, addig a respirációban ennek fordítottja, a redukált szénhidrátok oxidációja zajlik a glikolízis, a Szent-Györgyi–Krebs ciklus (citrátciklus) és a mitokondriális elektrontranszportlánc segítségével. A fotoszintézis során keletkező trióz-foszfátok a levél mezofillum sejtjeinek citoplazmájában először hexóz-foszfátok (83. ábra) szintetizálódnak, majd ezekből képződnek a hosszú távon szállított szorbitol és szacharóz molekulák (81. ábra), amelyek a különböző membránokon specifikus transzportereken keresztül jutnak át (84. ábra). A kloroplasztiszokban maradó trióz-foszfátokból glükóz-6-foszfáton keresztül végül keményítő képződik, amely a szénhidrátok átmeneti raktározására szolgál.

A szacharóz az almában a többi növényhez hasonló módon, közvetlenül UDP-glükózból és fruktóz-6-foszfátból képződik:

Szacharózszintézis:

(1) UDP-Glükóz + Fruktóz-6-foszfát ⇔ Szacharóz-6-foszfát + UDP
Enzim: szacharózfoszfát-szintáz (SPS)

(2) Szacharóz-6-foszfát + H_2O → Szacharóz + P_i
Enzim: szacharózfoszfát-foszfatáz (SPP)

Szacharózlebontás:

(1) Szacharóz + H_2O → Glükóz + Fruktóz
Enzim: Invertáz (INV)

(2) Szacharóz + UDP ⇔ UDP-Glükóz + Fruktóz
Enzim: Szacharóz-szintáz (SUSY)

UDP-glükóz + PP_i ⇔ UTP + Glükóz-1-P
Enzim: UDP-glükóz-pirofoszforiláz (UGP)

A folyamat több ponton szabályozott. Az SPS aktivitása allosztérikusan regulált, a glükóz-6-P serkenti, míg a P_i gátolja az enzimet. Az SPS foszfoprotein, tehát proteinkinázok és -foszfatázok is szabályozzák. A szállított szacharóz vagy változatlan alakban, azaz szacharózként jut be a sejtekbe, vagy a sejtfalban lokalizált savas invertáz (CWINV) glükózzá és fruktózzá hasítja, és a képződő hexózok lépnek be a citoplazmába. A sejten belüli szacharózlebontást végezhetik invertázok (a citoplazmában lokalizált neutrális (NINV), ill. a vakuólumban található savas invertáz VAINV) vagy a szacharóz-szintáz (SUSY). Utóbbinak energetikailag az a nagy előnye, hogy a reakció során keletkező UDP-glükóz ATP felhasználása nélkül képes hexóz-foszfáttá (fruktóz-1-P) alakulni (83. ábra). A szorbitol egy hexitol, azaz cukoralkohol. Ennek szintézise is a szacharózszintézishez használt hexóz-foszfát készletből táplálkozik (84. ábra).

Szorbitolszintézis:

(1) Glükóz-6-P + NADPH + H^+ → Szorbitol-6-P

Enzim: Szorbitol-6-foszfát-dehidrogenáz (S6PDH, más néven: aldóz-6-foszfát-reduktáz)

(2) Szorbitol-6-P + H_2O → Szorbitol + P_i

Enzim: Szorbitol-6-foszfát-foszfatáz

Szorbitollebontás:

Szorbitol + NAD^+ → Fruktóz + NADH + H^+

Enzim: (NAD^+-függő) szorbitol-dehidrogenáz (SDH)

A szacharóz tehát fruktóz és glükóz, a szorbitol fruktóz formájában kerül be a sejt szénhidrát-anyagcseréjébe. Az almánál az asszimilátum 50–90%-a szorbitol formájában szállítódik. A fotoszintézis termékei almánál három fő szintézis útra terelődhetnek: a szacharóz-, a szorbitol- vagy a keményítőszintézis felé. Ennek a Rosaceae-kre jellemző anyagcserének fontos tulajdonsága, hogy nagyobb rugalmasságot biztosít a fotoszintézis termékek felhasználásában. A reakcióutak nem függetlenek egymástól: a szorbitol-6-foszfát a szacharózfoszfát-szintáz gátlásán keresztül gátolja a szacharóz szintézisét, biztosítva ezzel saját domináns szerepét, mint szállító molekula (Zhou et al. 2002). Felmerül a kérdés, hogy mi a jelentősége a szorbitol-útnak és vannak-e ennek további élettani, akár a hozamban vagy az alma kondíciójában is megnyilvánuló következményei.

A szorbitolszintézis kulcsenzime az S6PDH. Kimutatták, hogy alma S6PDH dohányba transzformálva önmagában is erőteljes szorbitolszintézist eredményez, ill. ennek az enzimnek a géncsendesítése almában a szorbitol-koncentráció drasztikus csökkenését és a szacharóz- és keményítőszint emelkedését idézi elő (Tao et al. 1995, Cheng et al. 2005, Teo et al. 2006). Cheng et al. (2005) azt találták, hogy az S6PDH gátlása a széndioxid-asszimiláció mértékét érdemben nem befolyásolta, míg más szerzők a szénasszimilációban napszakfüggő csökkenést figyeltek meg (Teo et al. 2006). Az anyagcsere-utak közötti megoszlás szabályozása tehát lehetővé teszi, hogy az asszimiláció a legfontosabb szállítási útvonal gátlása esetén is hatékonyan folyjon. Ismeretes, hogy a cukoralkoholok, így pl. a mannitol és a szorbitol az ozmoprotektánsok, más néven kompatibilis ozmotikumok közé tartoznak, azaz a növényben stresszvédő funkciót is betöltenek. Mikroszaporított almanövényékéket vízhiány-stressznek kitéve megfigyelték, hogy leveleikben az újonnan asszimilált szén eloszlása megváltozott, és szorbitol, szacharóz, fruktóz és glükóz halmozódott fel, míg a keményítő-koncentráció csökkent (Li–Li 2005).

A szorbitolszintézis és a szorbitol fruktózzá alakítása nem azonosan zajlik a növény egészében, és a szorbitol-dehidrogenáz (NAD-SDH) enzim aktivitása nagyban befolyásolja, hogy egy adott szerv milyen hatékonyan nyeli el a fotoszintézis végtermékeit, meghatározva lényegében a termés mennyiségét és minőségét. A levélben, hajtásban és kocsányban az oldható szénhidrátok közül a szorbitol koncentrációja a legnagyobb, míg a gyümölcs szorbitoltartalma igen kicsi (Wang et al. 2009). A gyümölcsbe szállított szorbitol ugyanis gyakorlatilag azonnal átalakul fruktózzá, aminek fontos szerepe van a szorbitol koncentráció-gradiensének és ezáltal a szállítás hatékonyságának fenntartásában (Li et al. 2012a). A NAD-SDH-nak több izoformáját ismerjük, és mind a forrás, mind a felhasználó szervek sejtjeinek citoplazmájában és kloroplasztiszaiban jelen van. Levelekben a vakuólumokban is kimutatták az enzim egy raktározott formáját, amelynek a levelek szeneszcenciája során tulajdonítanak szerepet (Wang et al. 2009). Maga a szorbitolszintézis is meghatározó szerepet játszik a gyümölcs szénforgalmában befolyásolva a cukor-sav arányt és a keményítőtartalmat (Teo et al. 2006).

b) A nem-szerkezeti szénhidrátok megoszlása a különböző szervek között

(1) A szénhidrátok felhasználásának és raktározásának dinamikája a tenyészidőszak során

A mezőgazdasági növények produkcióbiológiájának kulcskérdése a szénforrások hozzáférhetősége és az iránytuk mutatkozó igény viszonyának és dinamikájának megértése, hiszen a vegetatív és generatív felhasználó szervek versengése és szénforrásokhoz való hozzáférése befolyásolhatja az ültetvény hozamát. A raktározott szénforrásoknak a tenyészidőszak kezdetén és a gyümölcs tárolása során különös jelentősége van. Növényekben a legfontosabb raktározott szénforrás a keményítő, bár más szénhidrátok, így hemicellulóz és glükánok is szolgálhatnak energiaforrásként (Hoch 2007). A tenyészidőszak kezdetén a szénhidrátok hozzáférhetősége mind a hajtásnövekedést, mind a termések túlélését befolyásolja (Lakso et al. 2001). A raktározott szénhidrátok mennyiségét az előző tenyészidőszak „sikeressége" határozza meg. Greer et al. (2002) kimutatták, hogy tenyészedényben nevelt almafáknál a tenyészidőszak végén elraktározott szénhidrátok és a következő évi termés mennyisége között pozitív korreláció figyelhető meg. Már a korai, radioaktív jelölésen alapuló kísérletek is a raktározott szénhidrátok jelentőségére és dinamikájára utaltak. A levelek által októberben beépített $^{14}CO_2$-ből származó, extrahálható jelölés közel 27%-a lombhulláskor még a levelekben volt kimutatható, és a jelölt levelek fölötti hajtásban alig jelent meg. Decemberre viszont a jelölés elsődlegesen a többéves farészekben és főleg a gyökérben (48%) volt detektálható (Kandiah 1979). A téli időszakban a gyökérben és a kéregben fokozatosan csökkent a radioaktivitás, majd a következő tavasszal az először képződött levelekben koncentrálódott, de megjelent a fejlődő hajtásban és minden új levélben is (Quinlan 1969, Hansen 1967).

A raktározott szénhidrátok e masszív átrendeződésén túl közvetlen produkcióbiológiai kísérletek is bizonyítják, hogy a szénhidrátok őszi hozzáférhetősége a raktározó régiók számára esszenciális a következő évi termés szempontjából. A levelek közvetlenül a szüretet követő eltávolítása késleltette a következő évi virágzást, csökkentette a terméskötést és a levél- és termésméretet (Faby–Naumann 1986, Tustin et al. 1997). A levelek eltávolítása természetesen nemcsak a szénhidrátraktárak feltöltésének elmaradása okán, hanem egyéb fiziológiai folyamatokon keresztül is járhat negatív következményekkel. Feltételezték, hogy a levelek szeneszcenciájával együtt járó N-transzlokáció elmaradása is lehet lényeges kiváltó faktora a fent említett negatív változásoknak, de mivel külső nitrogénadagolással nem lehetett ellensúlyozni őket, a szénhidrát-raktározás korlátozása tűnik a valószínűbb oknak (Faby–Naumann 1986). Ez közvetett módon magyarázza azt is, hogy a korai szüret miért serkentette a virágzást és a terméskötést a következő tenyészidőszakban (Williams et al. 1980).

A fő szénhidrát-raktározó ill. -felhasználó helyek az alma tenyészidőszaka alatt megváltoznak, és itt is érvényesülni látszik a szénallokáció hierarchikus modellje (Bustan–Goldschmidt 1999). A téli fenntartó légzés és a kezdeti hajtás- és gyökérnövekedés a gyökérben és a fás részekben tárolt keményítő terhére történik. Az újonnan fejlődő levelek fotoszintézis-termékeinek tavasszal a fő felhasználói a fejlődő hajtások és a fiatal termések. A vegetatív növekedés tavaszi leállását követően a gyümölcs, mint legfontosabb felhasználó hely hatása érvényesül mindaddig, amíg el nem éri a teljes, kb. 40 mg/g száraztömeg keményítő-koncentrációt (Naschitz et al. 2010). Ebben, sőt az egész nyári időszakban, termésterheléstől és mérsékelt stressztől függetlenül, a hajtás fás részeiben 10 mg/g száraztömeg fölötti keményítő-koncentráció jellemző, azaz a fás régiók, mint felhasználó helyek egy bizonyos mértékig mindig sikerrel érvényesíteni tudják szénhidrátigényüket. A törzskeresztmetszet növekedése azonban érdemben csak azután indul meg, hogy a termés keményítővel berakódott, ettől kezdve a fás részek szénhidrát-felvétele is növekszik. Végül, a szüretet követően a raktározó fás részek és a gyökér dominanciája érvényesül. Hajtásnövekedés ebben az időszakban már nem figyelhető meg. A különböző felhasználó szervek „erőviszonyai" a tenyészidőszak során tehát megváltoznak. Először a kezdeti hajtás- és termésnövekedés felhasználói szerepe a meghatározó, majd a további termésnövekedésé,

és végül a szüret után az ágak és a gyökér tápanyag-raktározása dominál (LAKSO et al. 2001, NASCHITZ et al. 2010). Nyugalmi állapotban a gyökér a fő raktározó szerv (GREER et al. 2002).

(2) A fő nem-szerkezeti szénhidrátok megoszlása az élettani folyamatok függvényében

Azt, hogy az újonnan fixált szén milyen szénhidrátvegyületek formájában jelenik meg, a fa fiziológiai állapota határozza meg. A szénhidrátigény fokozódásakor almában a szállított oldható cukrok, azaz az előzőekben tárgyalt szorbitol és szacharóz képződése válik elsődlegessé, ezek könnyen bejutnak a floémáramba, majd onnan a felhasználás színhelyére (KLAGES et al. 2001). Ha viszont alacsony a szénigény, akkor megkezdődik a keményítő felhalmozódása átmenetileg a levelekben, majd a gyökerekben és más fás szövetekben (LAKSO et al. 2001). A termésterhelés mértéke több ponton is befolyásolja a szénhidrátok képződését és megoszlását. Nagy termésberakottság fokozhatja a levél PSII (kettes fotokémiai rendszer) fotokémiai hatékonyságát (URBAN et al. 2004), megnöveli a klorofill-koncentrációt (WÜNSCHE et al. 2005) és a sztóma-konduktanciát (REYES et al. 2006), ugyanakkor csökkenti a forráslevelek és a többéves fás részek keményítőtartalmát (WÜNSCHE et al. 2005, NASCHITZ et al. 2010). Fontos megjegyezni, hogy a nagy termésmennyiség serkentő hatása a szüret után is érvényesül. Ekkor ugyanis a levelekben igen gyorsan helyreáll a magasabb keményítőszint, minek köszönhetően a tenyészidőszak végén az eltérő hozamú fák leveleiben lényegében azonos keményítő-koncentrációt találunk (WÜNSCHE et al. 2005).

Az oldható nem-szerkezeti szénhidrátok esetében a termésberakottság hatása a levelekben vagy a floémáramban sokkal tompítottabb (KLAGES et al. 2001). Ugyanakkor a termések túlzott száma a fán a különböző minőségi mutatókat, így pl. a termésméretet, a héjszíneződést, a hús cukortartalmát és keménységét negatívan befolyásolhatja (WÜNSCHE et al. 2005). Almánál az egész tenyészidőszakban beépített szén 70%-át a fejlődő gyümölcs használja fel, illetve tárolja el (PALMER et al. 2002). Ez az arány még nagyobb a gyümölcshús sejtjeinek megnyúlásos növekedése idején, mert ekkorra a hajtásnövekedés már leáll (LAKSO et al. 2001).

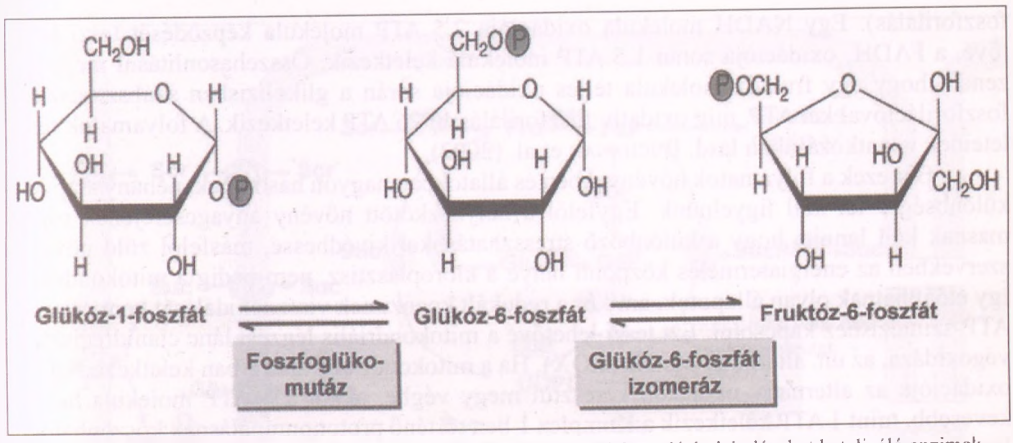
NASCHITZ et al. (2010) megvizsgálták, hogy a termésberakottság és az öntözés milyen hatással van az alma különböző szerveiben előforduló fő szénhidrátokra. Az öntözésnél arra számíthatunk, hogy nő a sztóma-konduktancia és ezzel a fotoszintézisben fixálható szén-dioxid hozzáférhetősége. Keményítő és szacharóz esetében meg is figyelték a várt koncentrációnövekedést. A forráshely-felhasználó helyviszonyok azonban kisebb hatást gyakoroltak a szacharózszintre, mint a keményítő vagy szorbitol mennyiségére. A többéves ágakban a tenyészidőszak végén megemelkedett a szacharóz-koncentráció, ami feltehetőleg a szénhidrátok mobilizációjára és gyökérbe való szállítására vezethető vissza (BARBAROUX et al. 2003). A szorbitol szerepének interpretálása sokkal komplexebb, mert ozmotikus stressz esetén – ilyen a szárazság is – a vegyület nemcsak szállító, hanem ozmoprotektáns szerepet is betölt (WANG et al. 1995). NASCHITZ et al. (2010) kísérleteiben a szorbitol mind normál, mind vízhiányos körülmények között a levél oldható szénhidrátjainak több mint felét tette ki. Ozmotikus stressz esetén azonban, más oldható szénhidrátoktól eltérően, a szorbitol-koncentráció mind a levélben, mind a többéves fás részekben megnőtt.

A glükóz és a fruktóz koncentrációja a levélben és az ágakban általánosan kisebb volt, mint a keményítő, szacharóz vagy szorbitol mennyisége (NASCHITZ et al. 2010). Ezek a kémiailag aktív redukáló cukrok a primer anyagcserében kulcsszerepet játszanak, ezért mennyiségüket és előfordulásukat annak folyamatai és nem a forrásszerv-felhasználó szerv viszonyai határozzák meg.

c) A szénhidrátok anyagcseréje az almagyümölcs példáján

(1) Általános jellemzők

A glükóz és a fruktóz foszforilált formában kerül be az alapanyagcserébe. Három hexóz-foszfát, a glükóz-1-foszfát, a glükóz-6-foszfát és a fruktóz-6-foszfát egyensúlyi reakciókkal akadálytalanul át tud alakulni egymásba, ezek együttesen alkotják az ún. hexózfoszfát-medencét



83. ábra. A hexózfoszfát-medencét alkotó vegyületek és az egymásba való átalakulásukat katalizáló enzimek

(83. ábra). Növényeknél ide sorolhatjuk még a fentiekben a szacharózlebontás kapcsán már említett UDP-glükózt is.

A glükóz-1-P különböző szintézisek (sejtfal-, keményítő- és szacharózszintézis) kiindulási vegyülete, míg a glükóz-6-P és a fruktóz-6-P a lebontó anyagcsere irányába hatnak. A pentóz-foszfát út a glükóz-6-P-ból indul ki, és bevezető, oxidatív szakaszában NADPH-t termel, míg az azt követő egyensúlyi reakciók 3–7 szénatomos cukorfoszfátok akadálytalan egymásba alakulását katalizálják. Bár az oxidatív szakaszban szintetizálódó NADPH elvben felhasználható lenne oxidatív foszforilációval történő ATP-szintézisre, és bizonyos esetekben ténylegesen is hasznosul ily módon, általában nem ez a jellemző. A NADPH és az egyensúlyi reakciók során keletkező különböző cukorfoszfátok inkább különböző más vegyületek szintézisénél használódnak fel. A pentóz-foszfát út és a glikolízis között a mindkét folyamatban keletkező trióz-foszfátok (glicerinaldehid-3-P) és a fruktóz-1,6-biszfoszfát biztosítja az átjárhatóságot. A pentóz-foszfát út sebességét a rendelkezésre álló $NADP^+$ koncentrációja határozza meg. E reakcióút legjelentősebb haszna a növény számára az általa biztosított rugalmasságban rejlik: a szervezet igényének megfelelően más-más végtermékeket képes előállítani (Buchanan et al. 2002).

A glikolízis kiindulási vegyülete a fruktóz-6-foszfát. A glikolízis végbemeneteléhez sincs szükség oxigén jelenlétére; a reakciósorozat végén egy 6 szénatomos hexózból két 3 szénatomos piruvát, 2 ATP és 2 NADH + H^+, azaz viszonylag szerény mennyiségű energia és redukált koenzim keletkezik, szénvesztés nélkül. A reakció anyagmérlege:

$$C_6H_{12}O_6 + 2\ ADP + 2\ P_i + 2\ NAD^+ \rightarrow 2\ piruvát + 2\ ATP + 2\ NADH + 2\ H^+$$

A piruvát anaerob körülmények között tejsavas vagy alkoholos erjedéssel alakulhat tovább; a glikolízis során keletkezett redukált koenzimek mindkét esetben felhasználódnak. Aerob körülmények között a piruvát dekarboxilálásával acetil-KoA képződik, amely ezt követően belép a citrátciklusba. A citrátciklus aerob körülmények között megy végbe. A körfolyamatban az acetil-KoA szénjei CO_2-dá oxidálódnak egy ATP, három NADH és egy $FADH_2$ keletkezése mellett. A folyamat a mitokondriális mátrixban zajlik, így a redukált koenzimek oxidációja további szállítási folyamatok nélkül, hatékonyan végbe mehet a mitokondriális elektrontranszportlánc segítségével. A redukáló ekvivalensek oxigénre helyződnek át, végtermékként víz képződik. Ha az elektrontranszport az állati mitokondriumokhoz hasonlóan, a citokróm-oxidázt végoxidázként használó láncon keresztül történik, akkor respirációs kontrollnak van alávetve, azaz az elektrontranszport ATP-szintézissel kapcsolt (oxidatív

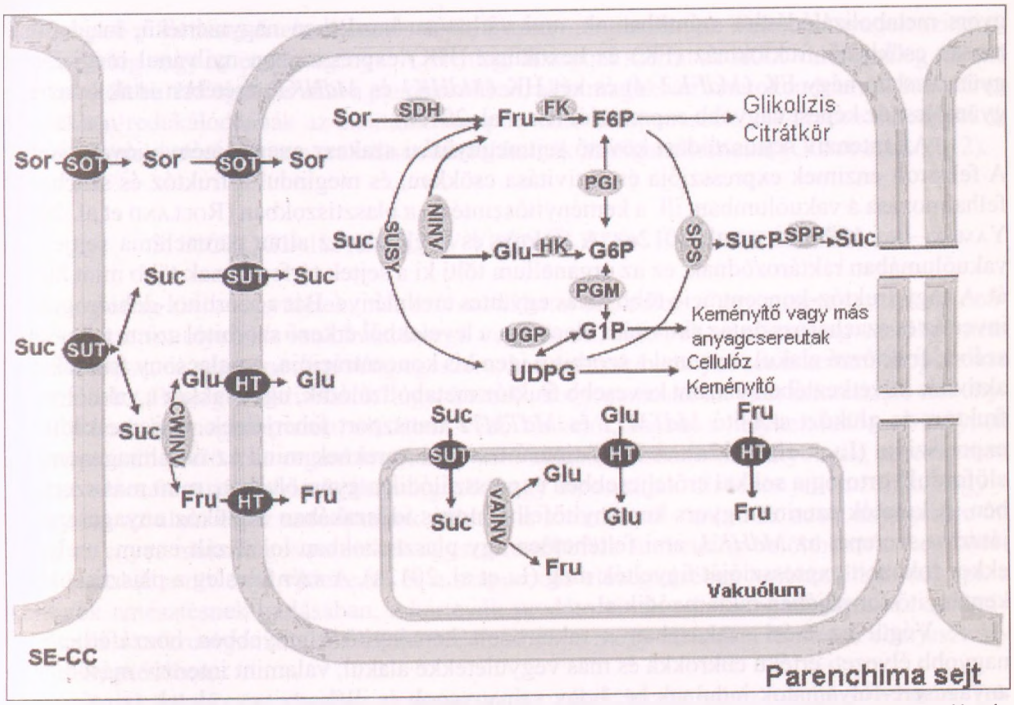
foszforilálás). Egy NADH molekula oxidációja 2,5 ATP molekula képződését teszi lehetővé, a $FADH_2$ oxidációja során 1,5 ATP molekula keletkezik. Összehasonlításul megjegyzendő, hogy egy fruktóz molekula teljes oxidációja során a glikolízisben szubsztrátszintű foszforilációval két ATP, míg oxidatív foszforilálással 26 ATP keletkezik. A folyamatok részleteinek vonatkozásában lásd. Buchanan et al. (2002).

Bár ezek a folyamatok növényekben és állatokban nagyon hasonlóak, néhány alapvető különbségre fel kell figyelnünk. Egyfelől a helyhezkötött növény anyagcseréjének rugalmasnak kell lennie, hogy a különböző stresszhatásokat kivédhesse, másfelől zöld növényi szervekben az energiatermelés központi helye a kloroplasztisz, nem pedig a mitokondrium. Így előállhatnak olyan állapotok, amikor a redukált koenzimek visszaoxidálását nem célszerű ATP-szintézishez kapcsolni. Ezt teszi lehetővé a mitokondriális légzési lánc cianidrezisztens végoxidáza, az ún. alternatív oxidáz (AOX). Ha a mitokondriális mátrixban keletkező NADH oxidációja az alternatív oxidázon keresztül megy végbe, akkor 2,5 ATP molekula helyett kevesebb, mint 1 ATP keletkezik a Komplex I-ben történő protonpumpálásnak köszönhetően. Egyéb szubsztrátok oxidációjakor pedig egyáltalán nem történik ATP-szintézis (Buchanan et al. 2002). Az alma a kontyvirágfélék és a burgonya után az első olyan növényekhez tartozik, ahol már nagyon korán kimutatták az alternatív oxidáz jelenlétét, amely a klimaktérikus légzés időszakára különösen jellemző (Duque–Arrabacca 1999). Az alternatív oxidáz pontos szerepe nem ismert. Egyes növényeknél a virágzat hőtermelésében és az ehhez kapcsolt fiziológiai folyamatokban van szerepe. Bizonyított, hogy szintézisét és aktivitását bizonyos szubsztrátok, így a citrát, piruvát és NADPH serkenti, valamint a legkülönbözőbb stresszhatások és bizonyos fejlődési folyamatok indukálják (Buchanan et al. 2002, Vanlerberghe–Ordog 2002, Hanqing et al. 2010).

(2) A szénhidrát metabolizmus dinamikája a gyümölcsfejlődés során

Ahogy a korábbi fejezetekben láttuk, az almagyümölcs maga is fotoszintetizál, de a termésnövekedés időszakában egyben ez a legfontosabb felhasználó szerv is. A modellnövényektől az alma metabolizmusa abban tér lényegesen, hogy itt a felhasznált szén több mint 80%-a fruktózból származik, és a termés is jóval nagyobb koncentrációban halmoz fel fruktózt, mint glükózt. Könyvtárnyi irodalom foglalkozik a gyümölcsre jellemző metabolitok képződésével, és az utóbbi időben több, a rendszerbiológia módszereit alkalmazó nagy tanulmány is megjelent (Guarino et al. 2007, Lee et al. 2007, Qin et al. 2009, Janssen et al. 2008, Palma et al. 2011, Li et al. 2012a,b). A cél a katalitikus folyamatok és az anyagcserével járó inter- és intracelluláris transzportrendszerek dinamikájának megértése, és a folyamatok szereplőinek génszintű azonosítása (84. ábra). Mivel ezek a folyamatok a génexpressziótól az enzimaktivitásig több szinten szabályozódnak, egyetlen módszer sem alkalmas arra, hogy önmagában kielégítően magyarázza a gyümölcsfejlődés és -érés során az irodalomban leírt változásokat. Az alábbiakban a gének azonosítása vonatkozásában elsősorban Li et al. (2012a) publikációjára támaszkodunk, mert ez időben és szervfüggően írja le az egyes metabolitok koncentrációváltozását, az enzimaktivitások dinamikáját és a kulcsfontosságú, a modellnövények szekvenciái alapján azonosított alma génortológok expressziós szintjét. Az ismeretek látványos gyarapodása ellenére tudásunk még nagyon hiányos, és a jelenleg valószínűsített szereplők tényleges funkciójának kísérletes bizonyítása lényegében még nem történt meg. A következőkben összefoglalt eredmények ismereteink jelenlegi szintjét tükrözik, de további kísérletek fogják eldönteni, hogy ezek mennyire általános érvényűek.

A gyümölcsök fejlődési programjának közös jellemzője, hogy a magvak környezetében elhelyezkedő szövet megnyúlása a magvak fejlődésével koordináltan zajlik. A fejlődés első szakaszában többszörös sejtosztódás figyelhető meg, amelyre a nagy energiaigény és a makromolekulák intenzív szintézise jellemző. Ennek fedezésére a fejlődő gyümölcsben 40 nappal a teljes virágzás után (40 DAB) a szorbitol-dehidrogenáz, a neutrális invertáz, a szacharózszintáz, a



84. ábra. Az almagyümölcs szénhidrát-anyagcseréjében szerepet játszó transzporterek és legfontosabb reakcióutak. A levelekből érkező szorbitol (Sor) és szacharóz (Suc) a háncselem-kísérősejt (SE–CC) komplexből a megfelelő transzporterek (SOT ill. SUT) segítségével kijut az apoplaszba, ahonnan a parenchima sejt változatlan formában, vagy a szacharóz esetében a sejtfalinvertázzal (CWINV) történt lebontás után glükóz (Glu) és fruktóz (Fru) formájában veszi fel. A hexózok transzportját a hexóztranszporter (HT) teszi lehetővé. A szacharóz, glükóz és fruktóz specifikus transzporterek segítségével bejuthat a vakuólumba, ahol raktározódik, ill. a szacharózt a vakuoláris savas invertáz (VAINV) lebonthatja. A szorbitolból és a szacharózból a citoszolban képződő termékek foszforilált alakban a hexózfoszfát-medence tagjai, és egyben a lebontó anyagcsere, ill. a szacharóz-, keményítő- és sejtfal-szintézis kiinduló vegyületei. Az F6P a glikolízisben és a citrátciklusban lebomolva energiát és anyagcsere intermediereket szállít szintézisekhez. A G1P keményítőszintézishez, az UDPG cellulózszintézishez, vagy F6P-vel kombinálódva a szacharóz újraszintéziséhez használódhat fel. A nem-metabolizált Fru, Glu és Suc a vakuólumban raktározódik. Rövidítések: SDH – szorbitol-dehidrogenáz; FK – fruktokináz; F6P – fruktóz-6-P; NINV – neutrális invertáz; SUSY – szacharóz-szintáz; HK – hexokináz; UPG – UDP-glükóz-pirofoszforiláz; PGM – foszfoglükomutáz; PGI – foszfoglükóz-izomeráz; SPS – szacharózfoszfát-szintáz; SPP – szacharózfoszfát-foszfatáz. Li et al. (2012a) nyomán, doi:10.1371/journal.pone.0033055.g001

fruktokináz és a hexokináz expressziós szintje és aktivitása magas, míg a fruktóz-, szacharóz- és keményítő-koncentráció a várakozásoknak megfelelően kicsi (Chourey–Berüter 1985, Li et al. 2012a). A felhasználó típusú szervekre jellemzőnek tartott, a szacharózbontásban szerepet játszó sejtfal invertázok közül csak az *MdCWINV3* expressziós szintje volt magasabb a gyümölcsben, mint a többi szervben (és a hajtáscsúcsban is), ami azt jelzi, hogy ez az ortológ a sejtosztódással és növekedéssel kapcsolt feladatot láthat el. A mitokondriumokban és plasztiszokban lokalizált neutrális invertázok *MdNINV1* és *MdNINV2* szintjében nem figyeltek meg gyümölcs-specifikus indukciót. A citoszolikus *MdNINV3* expressziója viszont a gyümölcsben jóval meghaladta a többi szervben mért szintet, és mennyisége az érés során az INV-aktivitással párhuzamosan csökkent. Az almában azonosított öt szacharózszintáz gén közül három, az *MdSUSY2*, *MdSUSY3* és *MdSUSY5* mutatott a termésnövekedéssel és éréssel párhuzamos csökkenést. A termésnövekedésnek ebben az első szakaszában a glikolízis és citrátciklus intenzíven zajlik, hogy kielégíthesse az aminosav- és fehérjeszintézis igényeit. Ennek megfelelően a hexózok

gyors metabolizálódására számíthatunk, ami várhatóan kezdetben nagymértékű, majd rohamosan csökkenő fruktokináz (FK) és hexokináz (HK) expresszióban nyilvánul meg. Fiatal gyümölcsben négy FK (*MdFK2–4*) és két HK (*MdHK1* és *MdHK2*) esetében írtak le az érő gyümölcshöz képest nagyobb expressziót (Li et al. 2012a).

Az intenzív sejtosztódást követő sejtmegnyúlási szakasz energiaigénye jóval kisebb. A felsorolt enzimek expressziója és aktivitása csökken, és megindul a fruktóz és szacharóz felhalmozása a vakuólumban, ill. a keményítőszintézis a plasztiszokban (Rolland et al. 2006, Yamaki–Ino 1992, Li et al. 2012a). A fruktóz és a glükóz az alma parenchima sejtjeinek vakuólumában raktározódnak, ez az organellum tölti ki a sejtek térfogatának több mint 80%-át. A nagy fruktóz-koncentráció több hatás együttes eredménye. Bár a szorbitol-dehidrogenáz, invertáz és szacharózszintáz aktivitása alacsony, a levelekből érkező szorbitol szinte teljes egészében fruktózzá alakul, erre utal a szorbitol igen kis koncentrációja. Az alacsony fruktokináz aktivitás következtében viszont kevesebb fruktóz metabolizálódik, ugyanakkor a vakuólumok fruktózt és glükózt szállító *MdTMT1* és *MdTMT2* transzport fehérjéinek megemelkedik az expressziója (Li et al. 2012a). A TMT-típusú transzportereknek mind az öt, almagenomban előforduló ortológja sokkal erőteljesebben expresszálódik a gyümölcsben, mint más szervekben. A kutatók szerint a gyors keményítőfelhalmozás időszakában a glükóz anyagcserében játszhat szerepet az *MdHK3*, ami feltehetően egy plasztiszokban lokalizált enzim, melynek ekkor fokozott expresszióját figyelték meg (Li et al. 2012a). A szénfelesleg a plasztiszokban keményítő formájában raktározódik el.

Végül az érési szakaszban a raktározott keményítő könnyebben hozzáférhető és nagyobb élvezeti értékű cukrokká és más vegyületekké alakul, valamint intenzív másodlagos anyagcsere-folyamatok indulnak be, hogy színanyagok és illékony vegyületek szintézisével elősegítsék az ártermések terjedését (lásd. később). A keményítő lebontása almánál kb. 100 nappal a megporzás után indul meg, és a teljesérésig tart (Brookfield et al. 1997). Az alma érése etilénfüggő; az etilént csak kis mennyiségben termelő transzgénikus alma gyümölcse nem színeződött, és illékony vegyületeket sem szintetizált (Schaffer et al. 2007). Az érési fázisban a fruktóz-koncentráció eléri maximumát, és a glükóz- és szacharóz-koncentráció is fokozatosan emelkedik. A szacharózszint növekedését az alacsony INV és SUSY aktivitás és transzkriptumszint is elősegíti, fő szerepet azonban az SPS játszik (lásd 84. ábra; Yamaki 1995). Li et al. (2012a) kimutatták, hogy az almában azonosított 6 *MdSPS* közül csak az *MdSPS1* expressziója csökkent a gyümölcsfejlődés során, míg a többiek expressziója nőtt, némelyiké drámai mértékben. Az *MdSPS2*-vel rokon dinnye *CmSPS1* gén hasonlóan viselkedik, azaz expressziója a szacharóz felhalmozódásával párhuzamosan erőteljesen növekszik (Dai et al. 2011).

Az alma klimaktérikus érésű gyümölcs. Preklimaktérikus állapotban szüretelik, majd ellenőrzött légterű hűtőtárolókban raktározva az alacsony hőmérséklet és kis oxigén-koncentráció segítségével késleltetik a klimaktérium és az azt követő szeneszcencia bekövetkezését. Ez idő alatt a gyümölcs energiaforrását a raktározott szénhidrátok képezik. Az oldható cukrok, főleg a szacharóz és a fruktóz felhalmozódása a szedés után is hosszú ideig folytatódik, és csak a klimaktérikus légzés bekövetkeztével áll le (Duque et al. 1999). Duque et al. (1999) a szüret után 60 napig detektáltak cukor-felhalmozódást a 4 °C-on raktározott Reinette du Canada fajtában, a klimaktérikus légzés ezután kezdődött. Ez esetben is az SPS tűnt felelősnek a szacharóz felhalmozódásáért, aktivitása ugyanis a cukor-felhalmozódás megszűntével rohamosan csökkent. A klimaktérikus fázisban megnőtt a fruktóz-1,6-biszfoszfát koncentrációja, míg a hexózfoszfátok mennyisége csökkent, amiből arra lehet következtetni, hogy a glikolízis felgyorsult. A fruktóz-1,6-biszfoszfát szintéziséért az ATP-felhasználás nélkül működő fruktóz-6-foszfát-foszfotranszferáz tűnt felelősnek.

A klimaktérikus légzés során a citokróm-út kapacitása nem változott, míg az AOX mennyisége erőteljesen megnőtt (Duque–Arrabaca 1999). Az AOX ilyen mértékű aktivitásnöve-

kedése első pillantásra értelmetlennek tűnik, hiszen már pusztán az illékony anyagok szintézisének is elég nagy az energiaigénye. A jelenlegi álláspont szerint az AOX valószínűleg tűzoltó szerepet tölt be. Ha ugyanis akár a plasztiszokban, akár magukban a mitokondriumokban túlzott mértékben redukálódnának az elektrontranszport-lánc komponensei, veszélyes szabadgyökök keletkeznének, amelyek irreverzibilisen károsíthatnák az organellumokat (Gupta et al. 2012).

3. BIOLÓGIAILAG AKTÍV VEGYÜLETEK ÉS SZINTÉZISÜK

A biológiailag aktív vegyületek, más szóhasználattal másodlagos anyagcsere-termékek, definíciójuk szerint olyan kis molekulatömegű vegyületek, amelyek az alapanyag-cserében nem vesznek részt, és nem a növényvilág egészére, hanem csak bizonyos rendszertani csoportokra jellemzőek. „Biológiai aktivitásuk" úgy értendő, hogy nemcsak az őket szintetizáló növényben töltenek be meghatározott, általában védő funkciót, hanem a helyhez kötött növénynek a környezetében élő más organizmusokkal való kölcsönhatását is szabályozzák, amennyiben azokat odacsalogatják, elriasztják, mérgezik vagy elpusztítják. Érdekes jellemzőjük, hogy – ahogy azt az alma és az antocianinok példája is szemlélteti – mind az adott anyagcsere-út, mind az egyes másodlagos termékek egyszerre többféle funkciót is betölthetnek. Legfontosabb hatásaik a növényi védekezés és a szaporodás elősegítésében nyilvánulnak meg, pl. a kártevők emésztésnek gátlásában, a kártevők predátorainak odacsalogatásában, az oxidatív stressz és a mikroorganizmusok elleni védelemben, a megporzás és a termések elterjesztésének elősegítésében.

Az elsődleges és másodlagos anyagcseretermékek között nehéz meghúzni a határt. Teljesen nyilvánvaló, hogy az előző fejezetben is tárgyalt szorbitol vagy a prolin az elsődleges anyagcsere fontos vegyületei. Ugyanakkor stresszkörülmények között, pl. ozmotikus vagy hidegstressz esetén szintézisük ugrásszerűen megnő és ozmoprotektánsként hatnak, azaz elősegítik a makromolekulák funkcionális szerkezetének megőrzését, tehát védő funkciót töltenek be.

Napjainkra tudatosodott a tápláléknövényekben előforduló másodlagos anyagcseretermékek és fehérje vagy RNS-természetű, szabályozó és védekező feladatot betöltő molekulák jelentősége. Nyilvánvalóvá vált ugyanis, hogy a szokásos tápláléknövényekben található antimikrobiális vagy antioxidáns hatású vegyületek is jelentősen hozzájárulhatnak az egészségmegőrzéshez, sőt tumorellenes aktivitást is mutatnak (Link et al. 2010). Újabb eredmények alapján feltételezik, hogy a növényi másodlagos anyagcseretermékek a génexpresszió szabályozásában fontos szerepet játszó kis RNS-ekre hatnak, és lényegében ezeken keresztül serkentik vagy gátolják az egyes biológiai folyamatokat (Ross–Davis 2011). A tényleges, várhatóan rendkívül komplex összefüggések tisztázása még a jövő feladata. A biológiailag aktív vegyületek hatása átmeneti, a táplálékbevitelt követően lecseng, és nagyban függ a táplálékot fogyasztó élőlény élettani állapotától. Nemrégiben azonban már olyan, tudomásunk szerint eddig egyedi esetet is leírtak, amikor a táplálék által kiváltott és epigenetikai úton öröklött hatás a felnőtt utódban is kimutatható volt (Zhang et al. 2009). Nemcsak a kis szerves molekulák fontosak a növényevőkre gyakorolt biológiai hatások szempontjából. A növényben stressz hatására indukálódó védekező fehérjék (patogenezissel összefüggő proteinek, PR-proteinek) pl. antinutritív hatásúak, és több PR-protein potenciális allergén (Pós et al. 2011). A táplálékban jelenlévő RNS-ek sem degradálódnak szükségképp az emlősök emésztőrendszerében és szolgálnak csak tápanyagul, hanem a növényi és állati táplálékból származó mikroRNS-ek (miRNS) stabilan kimutathatók különböző állatok szérumában és szöveteiben. Leírták, hogy a rizs MIR168a, a kínai népességben legnagyobb mennyiségben kimutatható miRNS, gátolni tudta az állati, illetve emberi alacsony-denzitású lipoprotein (LDL) receptor adaptorának kifejeződését, és ezzel az LDL eltávolítását a szérumból, azaz a növényi szabályozó RNS a kísérleti állatban biológiai hatást váltott ki (Zhang et al. 2011).

Az alma egészségvédő szerepe általánosan elfogadott, és biológiailag aktív anyagai napjainkban is kiterjedt kutatások tárgyát képezik. Az alma előnyös tulajdonságai közé tartozik az, hogy magas az étkezési rosttartalma (2 g/100 g friss gyümölcs), és bár C-vitamintartalma a többi gyümölccsel összehasonlítva viszonylag kevés (5–25 mg/100 g), ezt messze ellensúlyozza a nagy antioxidáns-koncentráció, ami a gyümölcshúsban főleg a polifenolos vegyületeknek (kvercetin, epikatechin, procianidin) köszönhető (Boyer–Liu 2004, McGhie et al. 2005, Davey et al. 2006).

a) Fenolos vegyületek

A fenolos vegyületek a másodlagos anyagcseretermékek egy szerkezetileg meglehetősen komplex csoportját képezik. Antioxidáns hatásuk régóta ismert, az újabb vizsgálatok tükrében azonban nyilvánvalóvá vált, hogy a táplálékkal bevitt polifenolok a különböző enzimek és receptorok génexpresszióját és aktivitását is szabályozni tudják (Ross–Davies 2011, Stevenson–Hurst 2007). A fenolos vegyületek magában a növényben, így az almában is fontos szerepet játszanak. Legszembetűnőbbek közülük az antocianinok, amelyek a piros héjú ältermések színét adják. Az érett gyümölcsben a színanyag döntően cianidin-3-O-galaktozid (85. ábra). Bár a generatív szervek színeződése az evolúció során a megporzás és a termések jobb elterjesztése érdekében jött létre, napjainkban a gyümölcs megfelelő színeződése egyben fontos áruérték szempont. Az antocianinok ezen túlmenő növényi jelentőségét jól alátámasztja, hogy a szintézisükhöz vezető antocianidin-szintáz enzim géncsendesítése vegetatív szövetekben is károsnak bizonyult, és *ex vitro* szubletális fenotípust eredményezett (Szankowski et al. 2009). A polifenolok a növényben a patogének és az abiotikus stressz, elsősorban fénystressz elleni védelemben játszanak fontos szerepet. Az alma két különösen fontos betegsége, a tűzelhalás és a varasodás, azaz az *Erwinia amylovora* baktérium és a *Venturia inaequalis* gomba elleni védekezésben a flaván-3-olok részvételének fontosságát feltételezik (Pontais et al. 2008, Flachowsky et al. 2010).

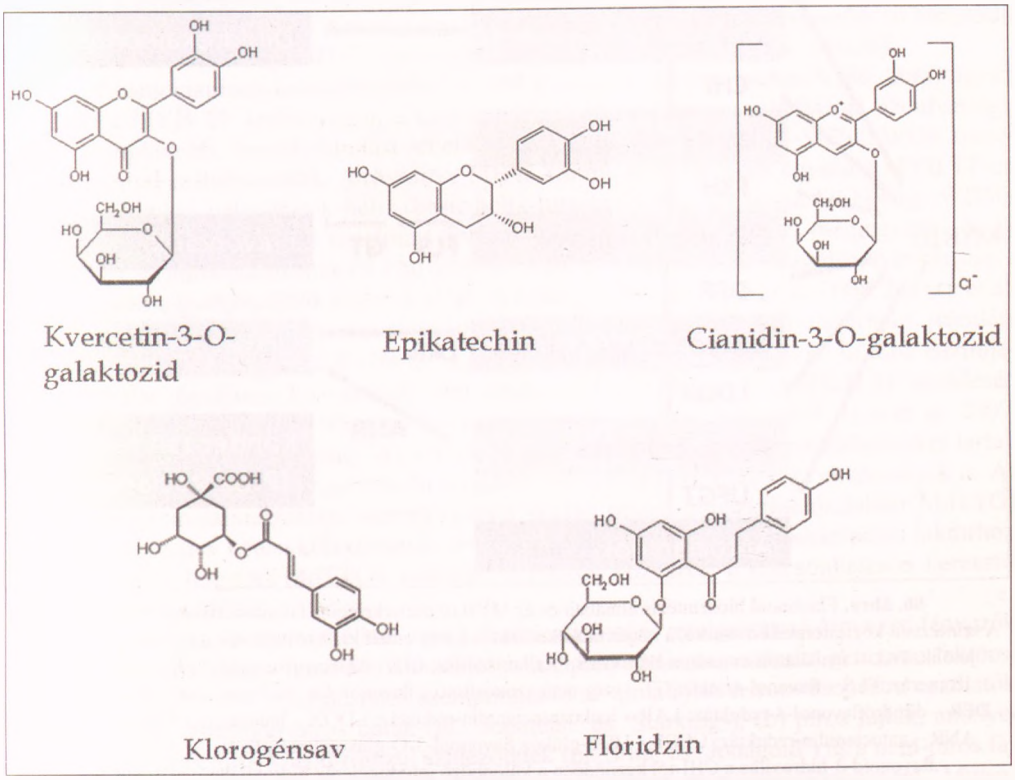
A polifenolok a fenilpropanoid-szintézis úton, fenilalaninból és/vagy tirozinból mint kiindulási vegyületből képződnek (86. ábra). Legfontosabb vegyületcsoportjaik a flavonoidok, fenolsavak, lignánok és sztilbének. A flavonoidokon belül hét alcsoport különböztethető meg, melyek közül almában a flavonolokat, flavanolokat, antocianinokat és dihidrokalkonokat mutatták ki (Volz–McGhie 2011). A polifenolok mennyisége és minősége a szervtől és a szerven belüli elhelyezkedéstől, az érési állapottól, a fa szerkezetén belüli elhelyezkedéstől, a környezeti feltételektől, az évjárattól és a fajtától függően jelentősen változik.

2012-ben két jelentős, a modern metabolomika és genomika eszköztárát alkalmazó kutatást közöltek az alma ältermésében előforduló fenolos vegyületekről és a kifejeződésükért felelős enzimeket és transzkripciós faktorokat kódoló gének lehetséges elhelyezkedéséről (Chagné et al. 2012a, Khan et al. 2012a). Mindkét nagy munkacsoport térképező populációkat használt, és a héjban, ill. a terméshúsban előforduló vegyületeket folyadékkromatográfia és tömegspektrometria segítségével azonosította. A szegregáló F_1-nemzedék adatai alapján térképezték az mQTL-eket (metabolite quantitative trait loci = metabolikus mennyiségi tulajdonságot meghatározó lókuszok). A megközelítés hatékonyságát – és természetesen egyben az előforduló vegyületek sokféleségét – meggyőzően mutatja, hogy Khan et al. (2012b) héjban és terméshúsban összesen 81 fenolos vegyületet tudtak azonosítani. Chagné et al. (2012a) más fajtákat kereszteztek és évjáratfüggő különbségek megfigyelésére is törekedtek; ők 23 fenolos vegyületet határoztak meg. Az alábbiakban az egyszerűbb áttekintés érdekében Chagné et al. (2012a) eredményeit foglaljuk össze.

A 'Tenroy' (Royal Gala) x 'Braeburn' hasadó nemzedékében a flavonolok csoportjában 7, egymástól a cukorkomponensben különböző kvercetin-glikozidot mutattak ki, melyek közül a kvercetin-3-O-galaktozid (85. ábra) volt a legjelentősebb. Míg a héjban valamennyi

polifenol közül a kvercetinek fordultak elő a legnagyobb mennyiségben, addig a húsban szintjük a kimutatási határt nem, vagy alig érte el. A flavanol vegyületcsoport képviselőit mind a héjban, mind a húsban jelentős mennyiségben detektálták. Katechin, epikatechin, procianidin és ennek oligomerjei formájában voltak jelen, közülük az epikatechin volt a domináns vegyület. Az antocianin vegyületcsoportban négyféle cianidin-glikozidot különítettek el, amelyek kizárólag a héjban lokalizálódtak. Közülük a cianidin-3-O-galaktozid volt jelen legnagyobb mennyiségben. A hidroxifahéjsav származékai közül mindkét szövetben klorogénsavat és *p*-kumaroil-kinasavat detektáltak. Míg azonban a héjban a hidroxifahéj-savak az összes polifenol vegyületnek csak kis hányadát tették ki, addig a húsban a klorogénsav a fenolos vegyületek 40%-át reprezentálta. A dihidrokalkonok képviselőiként mindkét szövetben csak floridzint és floridzin-xilozidot mutattak ki. Az öt vegyületcsoport almában legjelentősebb képviselőinek szerkezetét a 85. ábrán mutatjuk be.

Chagné et al. (2012a) és Khan et al. (2012b) az mQTL-ek térképezése alapján lényegében 5 kapcsoltsági csoportot (linkage group, LG) azonosítottak: LG1, LG8, LG13, LG16 és LG17. Eredményeik részben kiegészítik, részben kölcsönösen alátámasztják egymást. A genomi szekvenciák ismeretében mindkét csoport egybehangzóan kiemelte a polifenolok szintézise szempontjából különösen fontosnak tűnő LG16 kapcsoltsági csoportot, ahol a leukoantocianidin-reduktáz (*LAR1*) gén kolokalizálódott a flavanolok mQTL-jeivel, és ahol Khan et al. (2012b) több, a fenolos vegyületek szintézise szempontjából relevánsnak és kiemelten fontosnak tűnő transzkripciós faktort is azonosítottak. Szintén egybevágó volt azon eredmény, hogy a klorogénsav mQTL-je az LG17 kapcsoltsági csoportba tartozik, és Chagné et al. (2012a) szerint a hidroxifahéj-sav/kinasav-transzferáz (HCT/HQT) enzim génjével kolokalizálódik. Bár ezek az eredmények még természetesen finomításra és pontosításra

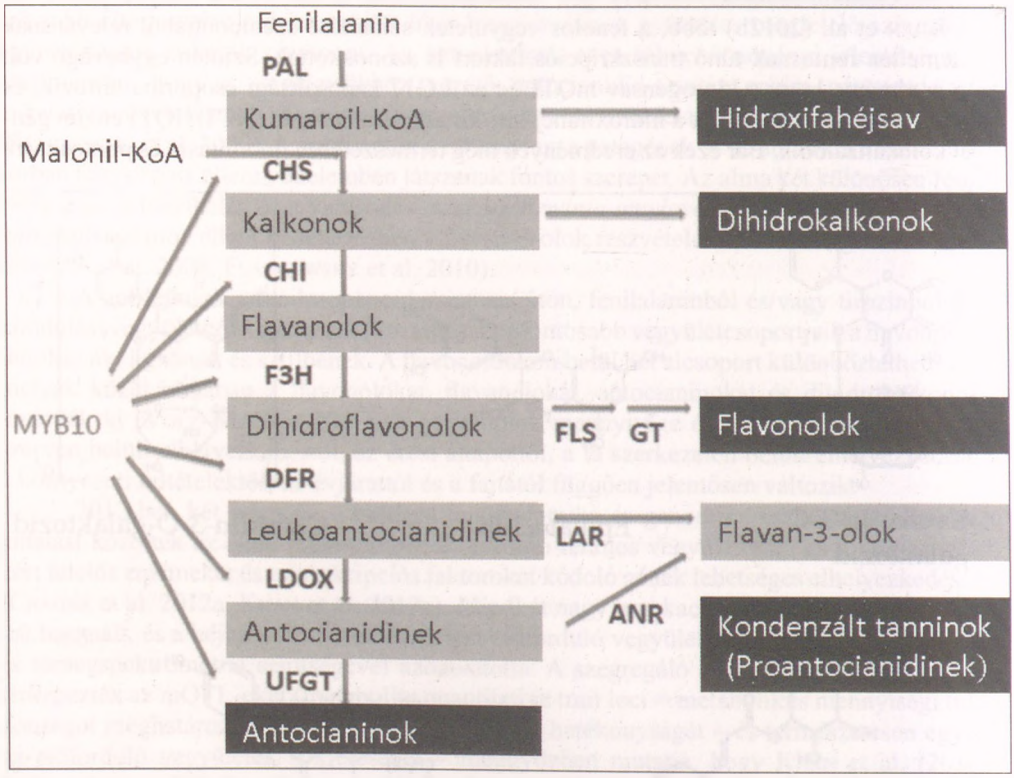


85. ábra. Az alma ältermésében előforduló legfontosabb fenolos vegyületek

szorulnak, máris nyilvánvaló, hogy az almagenom ismerete és a genomika és metabolomika eszköztárának használata forradalmi változást jelent, mert az idézett és a hozzájuk hasonló publikációk megnyitják az utat a marker-asszisztált szelekcióhoz, és ezen keresztül a nemesítési folyamat felgyorsulásához.

A flavonoid-bioszintézisért felelős enzimeket és ezek regulációját régóta kutatják, és napjainkra az alapvető folyamatok nemcsak modellnövényekben, hanem magában az almában is elég jól ismertek. A flavonoid-bioszintézis menetéről az 86. ábra ad áttekintést. A folyamatok pontos megértése és nemesítési célú kihasználása szempontjából az jelent problémát, hogy számos izoenzim létezik, amelyek kifejeződése szerv- és szövetfüggő, és szabályozásuk is eltérő. A kérdést intenzíven kutatják, az újabb publikációk közül – a teljesség igénye nélkül – kiemelhetjük Henry-Kirk et al. (2012) proantocianidinekről, azaz a gyümölcs fanyar, ill. kesernyés ízét és a maghéj barna színét adó kondenzált tanninokról írt publikációját, valamint az alma antocianinszintézisének szabályozásáról megjelent újabb értekezéseket (Honda et al. 2002, Kim et al. 2003, Takos et al. 2006a, Telias et al. 2011, Xie et al. 2012, An et al. 2012).

Az alma antocianin-szintézisének szabályozásában résztvevő gének azonosítását nagyban elősegítette, hogy ezek lúdfűben már ismertek (Boudet 2007, Petroni–Tonelli 2011), és az *Arabidopsis* modellrendszer alkalmazható annak vizsgálatára, hogy a feltéte-



86. ábra. Flavonoid bioszintézis almában és az MYB10 transzkripciós faktor szabályozó hatása. A szintézisút köztestermékeit szürke, a végtermékeket fekete háttér emeli ki. A rövidítések a következő enzimeket jelölik. PAL – fenilalanin-ammónia-liáz; CHS – kalkonszintáz; CHI – kalkon-izomeráz; F3H – flavanon-3β-izomeráz; FLS – flavonol-szintáz; GT – még nem azonosított, a flavonolokat módosító glükoziltranszferáz; DFR – dihidroflavonol-4-reduktáz; LAR – leukoantocianidin-reduktáz; LDOX – leukoantocianidin-dioxigenáz; ANR – antocianidin-reduktáz; UFGT – UDP-glükóz:flavonoid-3-O-glükoziltranszferáz. Az ábrán nem jelölt flavonoid-3-hidroxiláz a CHI-tól kezdődően a különböző intermedierek hidroxilálásával módosítja a reakciótermékeket. (Takos et al. 2006a nyomán)

lezhetően szabályozó szerepet betöltő almagének képesek-e a megfelelő lúdfű mutánsok komplementálására (An et al., 2012).

Az antocianin-szintézisért felelős enzimeket kódoló géneket érő gyümölcsben már korábban azonosítottak, és kimutatták, hogy szekvenciájuk nemcsak az egyes almafajták között mutat igen nagy hasonlóságot, hanem különböző más kétszikű fajok enzimeivel is (Honda et al. 2002). Az antocianinok felhalmozódása a bioszintézis út enzimeit (86. ábra) kódoló gének koordinált expressziójának köszönhető. A különböző gének koordinált expressziója közös, feltehetőleg kisszámú transzkripciós faktor által megvalósuló regulációra utal. A legkülönbözőbb növényfajoknál bizonyították, hogy a szabályozásban a két ismétlődést tartalmazó, ún. R2R3 MYB transzkripciós faktorok (TF) játszanak döntő szerepet. Az R2R3 MYB TF-ek fontosságát alátámasztja, hogy *Arabidopsis*nál 133 ilyen gént ismernek. Az alma antocianin-szintézisét szabályozó eddig azonosított gén a szekvenciahasonlóság alapján más kétszikű *MYB*-génekkel együtt az R2R3 MYB TF-ek SG10 alcsoportjába sorolható (Allan et al. 2008).

Eredetileg, és szinte egyidejűleg három kutatócsoport almában három egymástól igen kismértékben eltérő *MYB* gént (*MdMYB10*, *MdMYBA* és *MdMYB1*) azonosított, amelyek közül a *MdMYBA* és *MdMYB1* kódoló szekvenciája és genomi lokalizációja azonosnak bizonyult (Takos et al. 2006b, Ban et al. 2007, Espley et al. 2009, Lin-Wang et al. 2010, Petroni–Tonelli 2011). Ugyanezen gén allélja a tőlük három aminosavban különböző *MdMYB10*, amelynek a promoter régiójában azonban átrendeződés következett be, minek következtében öt 23 bp direkt tandem ismétlődést tartalmaz (Chagné et al. 2007, Espley et al. 2009). Ez a szekvencia magának a MdMYB10 TF-nak is célszekvenciája, azaz a fehérje jelenléte serkenti az őt kódoló gén transzkripcióját. A *MdMYB10* ektopikus expressziója egyes fajtákban nemcsak a héjszövetben, hanem a gyümölcshúsban és a levelekben is antocianin-szintézist indukál (Espley et al. 2009). Nemrégiben a vöröshúsú, de normál levélszíneződésű Sangrado fajtában azonosítottak egy *MYB10* paralógot, a *MYB110a*-t (Chagné et al. 2012b).

Az antocianinok bioszintéziséért felelős flavonoid út korai enzimeit (86. ábra) ugyan döntően a MYB TF szabályozza, a késői enzimek transzkripciós regulációja azonban egy ennél komplexebb, finomhangolást lehetővé tevő úton, a MYB-bHLH-WD40/WDR terner komplex által szabályozódik. A rövidítve MBW komplexnek nevezett egység a MYB TF-en kívül egy bázikus hélix-hurok-hélix (basic helix-turn-helix, bHTH) típusú TF-t és egy WD40/WDR transzkripciós faktort tartalmaz (Petroni–Tonelli 2011). Érdekes megjegyezni, hogy a komplex az antocianinszintézis szabályozásán túl a legtöbb eddig vizsgált növényfajban a trichómák és a gyökérszőrök képződésében is szerepet játszik (Zhao et al. 2008, Feller et al. 2011). A bHLH TF család szerkezetére egy ~18 bázikus aminosavból álló motívum jelenléte jellemző, amelyet két hidrofób alfa-hélix követ. Alma esetében a flavonoid út több enzimjének promóter régiójában közvetlenül kimutatták mind a MYB-, mind a bHLH TF kötődését, szerepük a szabályozásban tehát bizonyítottnak tűnik (Espley et al. 2009, Ban et al. 2007, An et al. 2012). A WD40 (vagy WDR) TF-ok triptofán-aszparaginsav ismétlődéseket tartalmaznak, ezen aminosavak egybetűs nemzetközi jelöléséből származik az elnevezésük is. Az alma antocianin-szintézisében szerepet játszó WD40 típusú transzkripciós faktor MdTTG1 esetében közvetlen kötési kölcsönhatást mutattak ki a MdbHLH3/33 transzkripciós faktorhoz, és feltételezik, hogy az MdTTG1 szabályozó hatását közvetve, e kölcsönhatáson keresztül fejti ki (An et al. 2012).

Az antocianinok almahéjban való felhalmozódását és mintázatát a környezeti tényezők, közöttük is elsősorban a fény, a hőmérséklet és a tápanyagellátás, valamint genetikai faktorok befolyásolják. A piros héjszíneződés szempontjából az almafajták három csoportra oszthatók: (a) intenzíven színeződő piros fajták (pl. 'Jonathan' és 'Starking'), (b) piros fajták, amelyek bizonyos körülmények között rosszul színeződnek (pl. 'Fuji' és 'Jonagold') és a nem-piros fajták, amelyekben árnyékolást követően indukálható némi antocianin felhalmozódás (pl. 'Mutsu',

'Orin' és 'Golden Delicious'; HONDA et al. 2002). Az antocianin felhalmozódás korrelál a szintézisben résztvevő struktúrgének és szabályozó gének koordinált expressziójával (TAKOS et al. 2006). A héj színeződése lehet mosott vagy csíkozott jellegű. A Honeycrisp fajta esetében az az érdekes jelenség figyelhető meg, hogy ugyanazon a fán egyes gyümölcsök mosott, mások csíkozott színeződést mutatnak. Megfigyelték, hogy az intenzívebb, mosott színeződést mutató gyümölcsöket hordozó ágakról vegetatívan szaporított utódnövények az átlagosnál több mosott mintázatú gyümölcsöt nevelnek, de a feltételezett (epi)genetikai tulajdonságon kívül a gyümölcs fán való elhelyezkedése és a fa terhelése is befolyásolják a mintázatot (TELIAS et al. 2008). TELIAS et al. (2011) újabb eredményei azt valószínűsítik, hogy a MYB10 transzkripciós faktor promóter régiójának változó metilálása játszhat szerepet a mintázat kialakulásában. Míg a struktúrgének expresszióját stimuláló *MYB10* kifejeződése az antocianin mennyiséggel korrelált, addig az expressziót gátló *MYB17* expresszió szintjében nem figyeltek meg ilyen összefüggést, tehát az antocianin-szintézis regulációjában a MYB10 TF játszhat kulcsszerepet.

Régóta ismert, hogy a hőmérséklet erőteljesen befolyásolja az antocianin-szintézist. Almánál a magas hőmérséklet a gyümölcs gyengébb színeződését eredményezi. Ez a hatás kísérletesen is előidézhető a fán lévő gyümölcsök mesterséges felmelegítésével. A melegítés a *MYB10* gén transzkripciójának gyors csökkenését okozza, de már egyetlen éjszakányi alacsony hőmérséklet erőteljesen indukálja a *MYB10* kifejeződését és az antocianin-szintézist (LIN-WANG et al. 2011). Azonosítottak egy hidegindukált bHLH transzkripciós faktor gént *(MdbHLH3)*, amelynek géntermékе egyfelől specifikusan kötődik az *MdMYB1*-hoz, másfelől ennek és az antocianin-szintézisben részt vevő strukturális géneknek a promóteréhez. Ezen túlmenően hideg hatására az MdbHLH3 fehérje poszttranszlációs módosulást szenved, ami fokozza promóterkötő képességét és transzkripciós aktivitását (XIE et al. 2012).

Bár még távol állunk attól, hogy a fenolos vegyületek és ezen belül az antocianinok helyileg és időben precízen szabályozott szintézisének komplex regulációját megértsük, már történtek kísérletek a gyümölcs színeződésének hormonális befolyásolására. SHAFIG et al. (2012) metil-jazmonát permetezéssel kedvezően tudták befolyásolni az alma színeződését és a flavonoidok felhalmozódását a héjban.

b) Az alma által kibocsátott illékony vegyületek

Régóta ismert és általánosan elfogadott, hogy a virágok és a termések illat- és aromaanyagai a megporzást és a termések elterjesztését hatékonyan segíthetik. Az illékony vegyületek ma még teljesen fel sem mérhető jelentősége azonban csak az elmúlt évtizedben körvonalazódott, és tette világossá, milyen óriási mértékben befolyásolják ezek a kémiai anyagok a növény kölcsönhatását a környező élőlényekkel. Nemcsak a generatív szervek, hanem a levelek is igen jelentős mennyiségben és változó összetételben bocsátanak ki illékony vegyületeket. Ezek összességét az irodalomban GLV-nek szokás rövidíteni, az angol „green leaf volatiles" kifejezés alapján. Az illékony vegyületek összetételét befolyásolják mind a növény genetikai tulajdonságai, mind a biotikus és abiotikus stresszfaktorok. A rovarokra vonzó és taszító hatással is lehetnek, ugyanakkor a rágó kártevők anyagai, így pl. a hernyók nyála fokozza a GLV kibocsátást és megváltoztatja az összetételt.

Alma esetében igen gazdag a téma irodalma, ebből önkényesen ragadunk ki néhány példát, hogy a kölcsönhatások komplexitását bemutassuk. Az alma világszerte legfontosabb rovarkártevője az almamoly (*Cydia pomonella* L.), amely az illatanyagok által csalogatva repül a peterakás helyére (HERN–DORN 2002). A megtermékenyített nőstény repülése napszakfüggő, az egészséges alma által kibocsátott (E,E)-α-farnezin, a limonén és a β-kariofillén odacsalogatják, a β-pinén, a nonanál és a benzaldehid pedig elriasztják (HERN–DORN 1999, VALLAT–DORN 2005). Késő augusztusban az érő gyümölcs által kibocsátott anyagok sem vonzó, sem taszító hatást nem gyakoroltak a berepülő nőstényekre (VALLAT–DORN 2005).

Egy nemrég megjelent publikáció szerint nemcsak a gazdanövény, hanem a *Metschnikowia* nemzetségbe tartozó élesztők illatanyagai is csalogatólag hatnak a nőstény lepkékre, amelyek gyakrabban petéznek élesztőtartalmú gyümölcsökre, mint élesztőtől mentesekre (Witzgall et al. 2012). A szerzők úgy magyarázzák ezt a jelenséget, hogy az élesztő részint táplálékul szolgál a lárvának, részint megakadályozza más, káros gombák megtelepedését a gyümölcsön, s így evolúciós előny fedezhető fel az élesztő illatanyagainak követésében. A GLV-k a herbivórát parazitáló rovart is oda tudják csalogatni, sőt egy újabb keletű példa szerint a fitopatogén sejtfal nélküli baktérium, a *Candidatus Phytoplasma mali* olyan anyagok szekréciójára serkenti az almát, amelyek viszont a fitoplazmát terjesztő *Cacopsylla picta* vektort vonzzák (Suckling et al. 2012, Mayer et al. 2008).

A környezeti körülmények, így a csapadék, a relatív páratartalom vagy a hőmérséklet is befolyásolják és megváltoztatják az illatanyagok kibocsátását (Vallat et al. 2005). Vallat és munkatársai 62 különböző vegyületet azonosítottak: terpenoidokat, aldehideket és egy alkoholt is. Az almamoly kapcsán érdekes megfigyelésük volt. Az eső általában stimulálta az illékony vegyületek kibocsátását, és késő délután következetesen fokozott terpén- és aldehidszekréciót eredményezett, azaz a kártevőt elriasztó vegyületek képződését.

Az illatanyagok szintézisének genetikai hátterét több kutatócsoport is vizsgálja, az érintett gének feltérképezésének nyilvánvaló igényével (pl. Rowan et al. 2009ab, Vogler et al. 2010). A gyümölcs emberi élvezeti értéke szempontjából is rendkívül fontosak az aromaanyagok, és számos szintézisükért felelős gént azonosítottak almában (Schaffer et al. 2007). Szintézisüket az etilén szabályozza, amely meghatározott pontokon avatkozik be a transzkripció szabályozásába. Mehinagic et al. (2006) arra vállalkozott, hogy a különböző fajtákban a rendkívül nagy számú aromaanyag között azonosítsák az illatanyagokat. 36 ilyen vegyületet találtak, közülük 24 minden fajtában előfordult. Az illékony vegyületek vonatkozásában is igaz, hogy az analitikai módszerek fejlődése, a genom ismerete és a géntérképezés rohamos előrehaladása e téren is új lehetőségeket fog megnyitni a nemesítők számára.

c) Az almában azonosított allergének

Az almagyümölcs kiemelkedő élvezeti értéke és egészségvédő tulajdonságai ellenére egészségügyi kockázatot is hordoz. Becslések szerint az Európai Unióban közel kétmillió lakos, azaz nagyságrendileg minden 250-ik ember érintett különféle gyümölcsallergiákban. Az alma allergénjei fehérje természetű vegyületek, tehát nyilvánvalóan nem tartoznak a „biológiailag aktív vegyületek" körébe, ha utóbbi csoportot klasszikus értelemben, mint másodlagos anyagcsere-termékeket definiáljuk. Mégis biológiailag aktívnak tekinthetők azonban abban az értelemben, hogy a növényi védekezésben fontos szerepet játszanak, és a gyümölcsöt fogyasztó élőlényben immunválaszt indukálnak. A szervezetünkben allergiás reakciót kiváltó növényi fehérjék jelentős hányada nagymértékű evolúciós rokonságot és szerkezeti hasonlóságot mutat a növényben eredendően különféle stresszhatások kapcsán termelődő, ún. PR („pathogenesis related" = kórfolyamattal kapcsolatosan indukálódó) fehérjékkel. Ezen PR proteinek szerkezete az evolúció során alig változott, egyes típusaik jelenléte viszont állandósult bizonyos, általánosan a túlélésben stratégiai szerepet játszó szervekben (pl. virágpor, termés, mag). Ha a rokon fehérjék azonos antigénepitópokat, azaz antitest-kötőhelyeket hordoznak, az egymástól igen távoli rokonságban álló növényfajok fehérjéi hasonló immunválaszt idézhetnek elő. Következésképp, ha valamely az adott rokonsági körbe tartozó fehérjével szemben szervezetünkben már immunreakció alakult ki, várhatóan a többi, szerkezeti hasonlóságot mutató fehérje is allergiás választ fog kiváltani.

Az almában előforduló allergéneket jelentőségük okán több EU-projektben is vizsgálták (Hoffmann-Sommergruber–Safe 2005, Hoffmann-Sommergruber–Mills 2009). Az almában eddig azonosított, igen változatos méretű (9, 13, 14, 16, 18, 31, 38, 50 kDa) major és

minor allergén fehérjéket – az általuk kiváltott allergiás reakciók jellege és rokonságuk alapján – jelenleg két fő csoportra oszthatjuk. Az almaallergia első, leginkább Európa középső és északi régiójában előforduló, pollen-allergénekkel keresztreakciót mutató típusát olyan fehérjék okozzák, amelyek szerkezeti hasonlóságot mutatnak a *Betulaceae* és *Fagaceae* család képviselőinek (pl. nyír, gyertyán, mogyoró, éger, bükk) pollenjében felhalmozódó, leginkább PR-10 típusú allergénekkel. Jellemzően ide tartozik az alma fő allergénjeként számon tartott Mal d 1 (17,5 kDa) protein, amely a nyírpollen legfőbb allergénjével, a Bet v 1 fehérjével mutat szoros rokonságot. Hasonló, nyírpollen–alma keresztreakciót kiváltó allergénként ismert a Mal d 2 (31 kDa), egy antifungális hatású taumatinszerű fehérje (PR-5), valamint a Mal d 4 (14 kDa), egy kisméretű, a pánallergén profilinek körébe tartozó prolinkötő fehérje (Andersen et al. 2011). Ez az allergiatípus pollenek által kiváltott formájában klasszikus szénanáthás tüneteket okoz, ételallergiaként a gyümölcs elfogyasztását követően jellemzően a száj, az ajkak, a nyelv és a garat nyálkahártyájának hirtelen, heveny duzzadásaként jelentkezik, az ún. orális allergiás szindróma (OAS) képében. A felsorolt allergének humán proteinázokkal szemben érzékenyek, ennek köszönhetően hamar lebomlanak, és csak gyengébb, s leginkább csak a szájüregre koncentrálódó élettani tüneteket hívnak elő.

Az alma által kiváltott másik, elsősorban Dél-Európában megfigyelt allergiás reakció már jóval drasztikusabb következményekkel jár – csalánkiütést, asztmát, hányást, hasmenést, a vérnyomás drasztikus csökkenését és akár életveszélyes anafilaxiás sokkot is kiválthat. Ennek hátterében főképp a Mal d 3 almaallergén (9 kDa) és az azzal rokon, ún. nem specifikus lipidtranszfer fehérjék (PR-14) állnak, amelyek hővel és gyomrunk pepszintartalmával szemben is ellenállóak (Fernández–Rivas 2006).

Az allergén fehérjék szöveti eloszlása a gyümölcsön belül eltérő. Míg a pollen-keresztreakciót kiváltó Mal d 1 és Mal d 2 fehérjéket a gyümölcshúsban és a héjban egyaránt jelentős mennyiségben azonosították, addig a veszélyesebbnek ítélt Mal d 3 típusú fehérje kifejeződése csak a héjban tűnik számottevőnek. Ez a megfigyelés összhangban van a Mal d 3 fehérjék feltételezett funkciójával, ugyanis molekuláris szerkezetük alapján antimikrobiális aktivitásuk mellett az epikutikuláris viaszok, ill. a kutikula bioszintézisében is szerepet tulajdonítanak nekik (Maghuly et al. 2009).

Bár jelenleg nem ismert olyan almafajta, amelyben a két fő almaallergén fehérje, a Mal d 1 és Mal d 3 ne volna jelen, az allergének mennyisége a gyümölcsben fajtától függően igen változó lehet. Marzban et al. (2005) 39 fajtán végzett vizsgálataik alapján nagyon eltérő, 0,84–33,17 µg allergén/g friss tömeg közötti értékeket mértek, s a gyümölcs Mal d 1 tartalmával összefüggésben olyan, eltérő kockázati csoportot mutató fajtaköröket is definiáltak, amelyek korábbi klinikai megfigyelésekkel is összhangba hozhatók. Néhány ismertebb fajta, allergénhatás szerint csökkenő sorrendben: a.) 'Granny Smith', 'Golden Delicious'; b.) 'Braeburn'; c.) 'Jonagold').

Mivel az allergéntartalom változhat a gyümölcs érése során, ill. a tárolási körülmények függvényében (Vieths et al. 1993, Sancho et al. 2006, Schmitz-Eiberger–Matthes 2011), az ezt irányító endogén hatások ismerete s így a fogyasztási szokások helyes megválasztása is segíthet az allergiás tünetek mérséklésében. A leszüretelt gyümölcsben olyan változások indulnak meg, amelyek az allergéntartalom – ezen belül is pl. a könnyen oxidálódó Mal d 1 fehérjemennyiségének – növekedésével járhatnak. Ennek hátterében egyes öregedési folyamatokkal és különösen az etilén felgyűlésével összefüggő változásokat feltételeznek. Hsieh et al. (1995) megfigyelték, hogy a kereskedelmi forgalomban értékesített gyümölcs Mal d 1 tartalma nagyobb volt, mint a frissen szedett almáé, és 4 °C-on történő tárolás során is szignifikánsan megemelkedett ennek az allergén fehérjének a szintje. Ellenőrzött légtérben történő tárolás és érlelés esetében azonban nem változott a 18 kDa fehérje mennyisége, ami arra enged következtetni, hogy nem maga az érési folyamat vezet szükségképpen a Mal d 1 felhalmozódáshoz, hanem más, pl. a betegség-ellenállósággal összefüggő tényezők.

García et al. (2007) csökkent mértékű allergenicitást – pontosabban kisebb kinyerhető Mal d 1 fehérje mennyiséget – figyeltek meg könnyebben barnuló, magas polifenol-oxidáz (PPO) aktivitású, valamint nagyobb polifenol-tartalmú, fanyarabb fajtákban (pl. 'Braeburn'). Feltételezik, hogy a termésben felhalmozódott fenoloid összetevőket (pl. katechin, epikatechin cseranyagokat) oxidáló enzimcsoport, egyes peroxidázokkal és lakkáz enzimekkel együttműködve olyan, főként *o*-kinon típusú hasítási melléktermékek képződéséhez vezet, amelyek a gyümölcsben felhalmozott allergén fehérjékkel keresztkötéseket alkotva elfedik azok térszerkezetének immunreaktív (pl. IgE-kötő) régióit.

Fontos megjegyeznünk, hogy a fent nevesített almaallergének valójában mind egy-egy kisebb géncsalád homológjait, ill. az általuk kódolt fehérje izoformák csoportját képviselik: Mal d 1 esetében pl. négy alcsaládra elkülönülő legalább 18 gén (Chen et al. 2008, Maghuly et al. 2009). Ez a hipoallergén genotípusokra végzett fajtaszelekcióban igen hasznos lehet, hiszen az egyes variánsok allergén aktivitásában különbség adódhat (Gao et al. 2005). Ezen a téren az ismert és konvencionálisan termesztett fajták fenotípusos tesztelése is sikerre vezethet, ahogy azt a Hollandiában Elstar és Priscilla fajták keresztezéséből még 1978-ban szelektált, és utóbb hipoallergénnek bizonyult Santana fajta piaci bevezetése és egyre növekvő népszerűsége is mutatja.

A hipoallergén fajták előállítására a klasszikus nemesítés eszközein túl ma már a géntechnológia is kínál megoldást, bár egyelőre csak a pollen-keresztreaktivitást mutató Mal d 1 allergénnel kapcsolatban születtek eredmények. Bolhaar et al. (2005) egy öt aminosavat érintő régióban irányított mutagenezist végezve létrehoztak egy csökkent IgE-kötő kapacitású Mal d 1 fehérjét kódoló génvariánst. A kisebb immunreaktivitást bőrtesztekkel és etetési kísérletekkel is igazolták. A poszttranszkripciós géncsendesítés szintén jó stratégiának tűnik. Gilissen et al. (2005) egy a Gala fajta génvariánsára épülő génkonstrukcióval az alma Elstar fajtájában értek el sikert. Az Európai Integrált Kutatási Projekt (ISAFRUIT) irányította együttműködésben RNS interferencia (RNAi) technológiával a Mal d 1 mRNS szintjének nagyon erőteljes, akár 10.000-szeres csökkentését tudták előidézni, és ez a hatás a transzformációt követő hároméves követési időszak alatt is fennmaradt (Krath et al. 2009). Bár ezek a kísérletek biztatóak, a biotechnológia ellentmondásos fogyasztói megítélése miatt jelenleg inkább a hipoallergén fajták azonosítása és termesztése jelentheti a kiutat.

IX. A VEGETATÍV ÉS GENERATÍV FEJLŐDÉS ÉLETTANA

1. HAJTÁS- ÉS GYÖKÉRNÖVEKEDÉS ÉLETTANI HÁTTERE

a) Hajtásrendszer

Az almafák föld feletti hajtásrendszerének fejlődési ütemét, a fák koronájának alakját és méretét az öröklött tulajdonságok (elágazási hajlam, elágazási szög, ízközhossz, növekedési erély) és a környezeti tényezők (talaj, mikroklíma, termőhely fekvése) együttesen határozzák meg (Faust 1989). A termesztésben többkomponensű oltványokat alkalmazunk, ezeknél az alany nagymértékben befolyásolja a nemes fajta növekedési jellemzőit. Az ültetvényben az agro- és fitotechnikai eljárások is módosíthatják a fák méretét, alakját és hajtásrendszerük kialakulását.

A hajtásrendszer növekedését és fejlődését a gravitáció és hormonális hatások szabályozzák. A főtengely a gravitációval ellentétes irányban növekszik (ortotróp), az oldalelágazások a gravitáció irányával szöget bezáró, ferde növekedésűek (plagiotróp). A központi tengely vezérvesszőjén a csúcsrügyből ortotróp, az alatta levő rügyekből plagiotróp hajtások képződnek (Bubán 2003).

A hajtásrendszer elemeinek növekedését a hormonális egyensúly szabályozza. Az almafák hajtásainak tenyészőcsúcsa aktív hormontermelő központ, auxinokat és gibberellineket termel, amelyek a fa alapi része felé áramlanak a szállítószövetekben. A gyökérzet felől citokininek szállítódnak ellentétes irányba. A különböző szervek növekedésükhöz eltérő auxinkoncentrációt igényelnek. Az optimálisnál magasabb auxinkoncentráció egyre csökkenő növekedésintenzitást okoz, sőt egy határon túl gátolja a növekedést. A hajtások csúcsrügyének optimális auxintartalma jóval magasabb, mint az oldalrügyeké. A csúcsrügyek növekedése szempontjából legkedvezőbb auxinszint az oldalrügyek számára már növekedésgátló hatású. A gyökerek pedig az oldalrügyeknél is kisebb auxinkoncentrációt igényelnek (Wareing–Phillips 1970). Az apikális dominanciát, vagyis azt a jelenséget, hogy az oldalrügyek alvó állapotban maradnak, ha a csúcsrügy ép, korábban csak a szervek eltérő auxinigényével magyarázták. Ma már tudjuk, hogy az apikális dominancia több hormon kölcsönhatásának a következménye (Pethő 1993, Bubán 2003). A hajtás csúcsmerisztémájában és a fiatal levelekben képződő auxin, amely lefelé áramlik a hajtásban, antagonista hatást gyakorol a gyökerekben képződő és felfelé áramló citokininekre, amelyek a rügykihajtást és a megnyúlásos növekedést serkentő hormonok. A levélhónaljakban kialakuló rügyek kihajtását, tehát a másodrendű hajtásképződést a túlságosan magas auxin-citokinin arány gátolja meg (Cline 1997, Webster 2005b). Ha a hajtás csúcsát eltávolítjuk, egy időre megszűnik az auxinutánpótlás, csökken a hajtásban az auxintartalom, ami lehetővé teszi az oldalrügyek kihajtását. Ezt a kertészeti gyakorlatban gyakran alkalmazzák az elágazások serkentésére a koronanevelés során (Webster 2005b).

Az almahajtások auxintartalma szoros összefüggésben van növekedésük intenzitásával. Az alsó nóduszok szabad auxintartalma június és július hónapokban a legnagyobb, amikor a legintenzívebb a hajtás növekedése. Ezután az őszi lombhullásig az auxintartalom fokozatosan csökken. A fa életkorának előrehaladtával fokozatosan növekszik az auxinoxidáz-enzim aktivitása, ami a szervezetében lévő auxinszint fokozatos csökkenését okozza (Pethő 1993).

A hajtások hosszanti növekedése, a rajtuk kialakuló rügyek fejlődése és a hajtásból képződött vessző következő évi kihajtása nagymértékben függ a hajtás térbeli helyzetétől, ami szintén hormonális kölcsönhatásokkal magyarázható. A függőlegesen álló hajtás hosszirányú növekedése a legerőteljesebb, és minél közelebb áll a vízszinteshez, annál rövidebbre fog nőni. A függőlegesen álló vesszőkön a csúcsrügy (végálló rügy) hajt ki a legerősebben, és ebből kapjuk a legmeredekebben álló hajtást. Lefelé haladva egyre gyengébb és egyre nagyobb elágazási szögű hajtások képződnek. Minél közelebb áll a vessző a vízszinteshez, egyrészt annál inkább csak a felső oldalán lévő hajtásrügyek hajtanak ki, másrészt annál

inkább kihajtanak az alapi részhez közel eső hajtásrügyek is. Az elsődleges szignál minden esetben az auxin. A gravitáció hatására bekövetkező egyenlőtlen auxinszint a hajtásokban, a vesszőkben és a hajtásrendszer idősebb elemeiben egyaránt érvényesül. A függőlegesen álló vesszők alapi részén, a vízszintesen álló vesszőkben pedig végig az alsó oldalon alakul ki magas auxinkoncentráció, ami gátolja az ott elhelyezkedő rügyek kihajtását (Bubán 2003).

A vesszőkön, gallyakon képződő hajtások eltérő növekedésében szerepet játszik az auxináramlás önkorlátozása (auxin transport autoinhibition) is. A domináns (felső helyzetű, korábban kihajtó) hajtásokból érkező erős auxinkiáramlás korlátozza az alárendelt helyzetű hajtások auxintermelését, ezzel csökkenti azok auxinkoncentrációját. Emellett, az alárendelt helyzetű hajtásokban növekszik az abszcizinsav mennyisége, tovább fokozva a növekedésgátló hatást (Webster 2005b).

Az elágazási hajlamot alapvetően a genotípus öröklött tulajdonságai határozzák meg. Ennek megfelelően vannak tipikusan akrotóniás, mezotóniás és bazitóniás elágazási hajlamú almafajták (lásd IV. fejezet). A bazitóniás elágazási hajlam általában az átlagosnál rövidebb ízközhosszal párosul (Lespinasse 1977, 1980).

A természetes elágazási szög a genotípus öröklött tulajdonsága. Nagy elágazási szög esetén a kambium szélesebb xilém gyűrűt képez az elágazás belső oldalán, mint az ellentétes oldalon. A xilém gyűrűk egymásra rakódva erősítik az oldalelágazást. Stabil alapú elágazás képződik, amelyben a szállítószövetek, a kambium és a kéreg folytonossága is biztosított a főtengely és az oldalelágazás között. Kis elágazási szögnél a kambium nem tud a belső oldalon megfelelő szélességű xilém szövetet képezni, ezért a kéreg beszorul a belső oldalon a főtengely és a képződő oldalelágazás közé. A kéreg begyűrődése miatt a szállítószövetek és a kambium folytonossága nem biztosított az elágazás belső oldalán. Szűk elágazási szög esetén gyakran előfordul, hogy az oldalelágazás vastagsága a későbbiekben megközelíti, vagy eléri a főtengely vastagságát, és villás elágazás képződik. A gyakorlatban kerülni kell az ilyen szűk elágazásokat, mert könnyen lehasadhatnak (Webster 2005b).

Az auxinok elágazási szöget befolyásoló szerepéről a szakirodalomban egymásnak ellentmondó közléseket találunk. Faust (1989) szerint a szűkebb elágazási szög relatíve magasabb auxinszinttel párosul. Ennek ellentmond, hogy fiatal almafák központi tengelyét visszavágva, a sebet indol-ecetsav tartalmú szerrel kezelve, a kezeletlen kontrollhoz képest nagyobb elágazási szögű oldalhajtásokat kaptak (Jankiewicz 1970). Ezt azzal magyarázzák, hogy a magasabb auxinszint csökkentette az oldalhajtások negatív geotropizmusát. Termőrefordulás után az ágrendszer a gyümölcsterhelés mértékétől függően széthajlóvá válik, de a vázágak és a központi tengely találkozási pontjánál az elágazási szög korábban már rögzült, és így nem tud változni.

A hajtásrendszer ízközeinek hossza a fa habitusát meghatározó fontos tulajdonság. A hajtások internodiális növekedéséért elsősorban a gibberellinek felelősek. A spur almafajták átlagosnál rövidebb ízközei a hajtások csökkent gibberellin-ellátottságának következtében alakulnak ki (Webster 2005b).

A hajtásrendszer növekedési erélyét elsősorban az auxinok, a citokininek és a gibberellinek kölcsönhatásai szabályozzák. A hormonok termelődése genetikailag szabályozott, az oltványok szervezetében az alany és a nemes öröklött tulajdonságai azt együttesen határozzák meg. A hormonális tevékenységet a környezeti tényezők és a termesztéstechnológiai beavatkozások egyaránt módosíthatják. Az auxinok a hajtásokban termelődnek, és a floémben szállítódnak a gyökérzet felé. Döntő részben indol-ecetsavról van szó. A gyökérzetben az auxin serkenti az új gyökerek képződését. A fiatal gyökerek pedig intenzív citokinin termelők. A gyökérzet és a föld feletti hajtásrendszer növekedésének egyensúlyát elsősorban az auxin és a citokinin kölcsönhatása biztosítja. A törpítő alanyok is hormonális szabályozás útján fejtik ki növekedést csökkentő hatásukat. Ennek pontos mechanizmusa nem ismert, de feltételezik, hogy ezt a hatást a hajtásrendszer csökkent citokinin-ellátása okozza (Webster 2005b).

A hőmérséklet jelentősen befolyásolja a hajtásnövekedés intenzitását. Az almafák hajtásnövekedésének optimális hőmérséklete nappal 20 °C, éjszaka pedig 14 °C. Tartósan 35 °C feletti hőmérsékleten erősen csökken, majd leáll a hajtásnövekedés. 12 °C és 25 °C közötti hőmérsékleti tartományban a magasabb hőmérséklet serkentette a hajtásnövekedést, de ezzel párhuzamosan gátolta a virágrügyképződést (Webster 2005b). Almafajták vizsgálata során a hajtások hossza és a tenyészidőszak hőmérsékleti összege között lineáris kapcsolatot mutattak ki (Johnson–Lakso 1985).

A hajtásnövekedéshez megfelelő fényellátásra van szükség. Szélsőséges esetben, fény nélkül hosszú ízközű, törékeny, etiolált hajtások képződnek. A fénnyel hiányosan ellátott helyen (korona belsejében) fejlődő hajtások vékonyabbak és hosszabbak, mint a teljes fényben növekedők. Emellett, a jó fényellátottságban részesülő hajtások több nitrogént tartalmaznak, és aktívabban fotoszintetizálnak, mint a beárnyékolt helyen lévők. Ha a nyári metszés következtében egy hajtás hirtelen az árnyékból a fényre kerül, leveleinek fotoszintetikus aktivitása nem tudja elérni a későbbiekben sem azt a szintet, amit a folyamatosan teljes fényellátottságban növekedő hajtásokon mérhetünk (Porpiglia–Barden 1980).

A megfelelő hajtásnövekedéshez nélkülözhetetlen a kiegyensúlyozott víz- és tápanyagellátás. A növény szervei közül a szárazságtól a levelek szenvednek leginkább. A tápanyagok közül a hajtásnövekedéshez a nitrogén a legfontosabb, de bármelyik makro- és mikroelem hiánya negatívan hat. A túlzott nitrogénmennyiség is káros. Nyár végén vagy ősszel kijuttatott nitrogén nagy mennyiségű csapadékkal párosulva a már leállt hajtásnövekedés újraindulását stimulálja. Az ekkor fejlődő hajtásrészek nem tudnak jól megfásodni, így a télre felkészülni, ezért a nyugalmi időszakban fagyérzékenyek lesznek. Azoknál a fajtáknál, amelyek hajlamosak a hosszúvesszők oldalán is vegyesrügyeket képezni, mint például a 'Queen Cox', megfigyelték, hogy az őszi túlzott nitrogén- és vízellátás hatására ezekből a vegyesrügyekből a következő évben nem képződnek megfelelő virágok és termések (Hipps 1992).

A tenyészidőszak vége felé közeledve, a nappalhossz rövidülésével és a külső hőmérséklet csökkenésével párhuzamosan a lombozat egyre több abszcizinsavat termel. A hajtásrendszer magas abszcizinsav-tartalma, a csökkenő auxinszint és a termelődő etilén együttesen kiváltja a levelek leválását, vagyis az őszi lombhullást és a rügyek téli nyugalomba vonulását (Pethő 1993). A levelek öregedési folyamatainak vizsgálata során megállapították, hogy amikor a nappalhosszúság 14 óra alá csökken, a levelek nitrogén-, fehérje- és cukortartalma lecsökken. Amikor 12 óránál rövidebbek a nappalok, rohamosan csökken a levelek nukleinsav- és klorofilltartalma, és nő a nukleinsav- és fehérjebontó enzimek aktivitása (Spencer–Titus 1972).

b) Gyökérzet

A gyökérrendszer fő feladata a fa rögzítése a talajban, a víz és a tápanyagok felvétele, raktározása és szállítása a föld feletti szervek felé. A gyökérzet ezen kívül biológiailag aktív anyagok képzésével részt vesz az egész növény anyagcsere folyamatainak szabályozásában. A gyökérzetben citokinin és abszcizinsav képződik, és szállítódik felfelé a xilém szövetekben a fa föld feletti részei felé. A gyökérzetből felfelé áramló abszcizinsav egy része a talajban élő mikroorganizmusok terméke, amit a vízzel és tápanyagokkal együtt vesznek fel a gyökerek (Webster 2005a).

A gyökérrendszer vastag támasztógyökerekből és a gyökérzet külső határa felé fokozatosan vékonyodó gyökérágakból, szállító gyökerekből áll. A végső elágazások a hajszálgyökerek. Ezek csúcsi része a gyökértenyésző kúp, és emögött helyezkedik el a felszívó övezet a gyökérszőrökkel. Az új gyökerek képződését a növény föld feletti része felől érkező auxinok serkentik, ezen belül is elsősorban az indol-ecetsav (Webster 2005a).

A gyökérzet optimális növekedése szempontjából a túlságosan magas auxinkoncentráció káros. Fiatal korban az intenzíven fejlődő hajtásrendszer tenyészőcsúcsaiban és fiatal levelei-

ben képződő és a gyökérzetbe áramló auxinok egy bizonyos mennyiség felett növekedésgátló hatást fejthetnek ki. A gyökerek növekedését nem közvetlenül az auxin gátolja, hanem fokozott etiléntermelést okoz, és ennek tulajdonítható a gátló hatás (PETHŐ 1993).

A gyökérzet növekedésének és fejlődésének éves ritmusát a hőmérséklet szabályozza, a hormonális egyensúly változásai által. Tavasszal az almafák gyökérzete 4 és 7 °C közötti talajhőmérsékleten kezd el növekedni és 10 és 20 °C közötti tartományban a legintenzívebb. Nyáron 35 °C talajhőmérséklet felett a gyökérzet növekedése leáll. Ősszel, amikor a talaj hőmérséklete ismét 4–7 °C -ra csökken, a gyökérzet növekedése fokozatosan leáll, majd tavasszal a talaj felmelegedésekor újra megindul (TAMÁSI 1974, 1979). A hajszálgyökerek érzékenyebbek a hőmérsékletre, mint az idősebb gyökerek. Ez azt jelenti, hogy a hajszálgyökerek és gyökérszőrök fejlődése tavasszal magasabb hőmérsékleten kezdődik, nyáron pedig a hőségnapokon hamarabb leáll, mint a szállító gyökereké (WEBSTER 2005a). A gyökérfejlődés periodicitásának hormonális szabályozásában elsősorban az auxinok és a citokininek vesznek részt. A hormonok kölcsönhatásai magyarázzák, hogy a téli nyugalmi állapotban nincs gyökérfejlődés, az csak azután indulhat meg, miután a fa megkapta a szükséges hidegmennyiséget (WEBSTER 2005a).

A gyökérzet és a hajtásrendszer növekedése egymással kölcsönhatásban zajlik. A két rész összhangja következtében adott környezeti feltételek között a genotípusra jellemző gyökér-hajtás arány alakul ki. Erőteljes gyökérnövekedés és kiterjedt gyökérrendszer a föld feletti rész erőteljes növekedésével és végső soron nagy koronamérettel párosul. Az almafák korának előrehaladtával a gyökér-hajtás arány csökken (TAMÁSI 1979, WEBSTER 2005a).

Többkomponensű almafáknál a gyökérzetet képező alany jelentős befolyást gyakorol az egész növény, így a gyökérzet növekedésének intenzitására, végső méretére és fejlődési ritmusára is. A gyökérzet és a föld feletti hajtásrendszer folyamatos kommunikációja a hormonok által zajlik. A két rész összhangja elsősorban az auxinok és a citokininek kölcsönhatása által érvényesül. Oltványokban a gyökérzetre az alany genotípusának megfelelő hormonális tevékenység jellemző, ami kihat nemcsak a gyökérzet, hanem a fa föld feletti részének fejlődésére is. Növekedést csökkentő alanyok használata esetén a kisebb gyökérzetet és a kisebb faméretet valószínűleg a lecsökkent hormontermelés eredményezi (WEBSTER 2005b).

A talaj kötöttsége, porozitása, víz-, levegő- és tápanyagtartalma jelentősen befolyásolja a gyökérzet fejlődését. Minél kötöttebb a talaj, az almafák annál kisebb talajtérfogatot behálózó, de annál sűrűbb gyökérzetet fejlesztenek. Laza homoktalajban a fák gyökérrendszere a koronacsurgón jócskán túlnyúló, laza szerkezetű. Kötött talajban viszont a gyökértömegük döntő része a koronacsurgón belül helyezkedik el, és ezt a területet sűrűn behálózzák. A laza homoktalajban álló fák összes gyökértömege nagyobb, mint a kötött talajban nevelkedetteké. Ez azzal is összefügg, hogy a kötöttebb talajoknak jobb a vízháztartása és a tápanyag-szolgáltató képessége (TAMÁSI 1979).

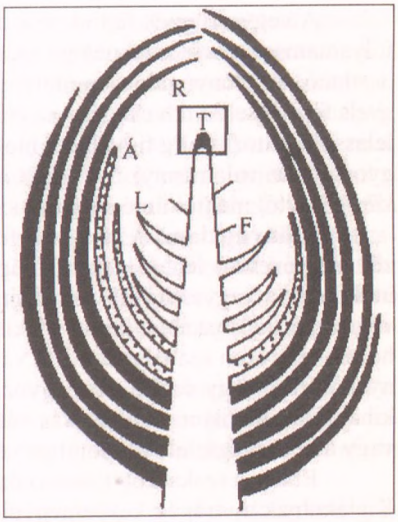
Levegőtlen körülmények között az almafák gyökérzete nem tud megfelelő élettevékenységet folytatni. A gyökérzet légzése jelentősen visszaesik, ha a talaj oxigéntartalma 9% alá csökken, illetve szén-dioxid tartalma 5% fölé emelkedik. Az oxigénhiányos környezet főként a gyökérszőrök tevékenysége szempontjából káros (WEBSTER 2005a).

2. A TERMŐRÜGYKÉPZŐDÉS FIZIOLÓGIÁJA

a) A virágrügyképződés folyamata

Az almafákon a virágzatkezdeményeket is tartalmazó vegyesrügyek elsősorban a rövidhajtások végén alakulnak ki, emellett a hosszúhajtások is gyakran vegyesrügyben záródnak. A hosszúhajtások oldalán, levélhónalji helyzetben is előfordulnak vegyesrügyek, de ezek jelentősége a terméshozás szempontjából sokkal kisebb, mint a csúcsi helyzetben lévőké.

Kezdetben minden rügy szöveti szerkezete azonos, vegetatív jellegű. A rügyek hosszmetszetét vizsgálva azt látjuk, hogy a tenyészőkúp csúcsos, oldalán levélkezdemények (primordiumok) találhatók, amiket rügypikkelyek vesznek körül. Egy adott időpontban a későbbi generatív rügyek fejlődése elválik a vegetatív rügyek fejlődésétől, olyan impulzusokat kapnak, amelyek hatására áthangolódnak generatív fejlődésűvé. Ez lényegében az indukció, a virágrügyképződés első szakasza. Ekkor a szövetekben még csak hormonális és biokémiai változások zajlanak, mikroszkóp alatt nem látunk változást. Az indukciót csak citokémiai módszerekkel tudjuk detektálni (Bubán–Faust 1982, Bubán 1996).



87. ábra. A vegetatív stádiumban lévő rügy felépítése közvetlenül a rügydifferenciálódás előtt (Forrás: Bubán 2003)
R = rügypikkely; Á = átmeneti levélkezdemény; L = levélkezdemény; F = fellevél kezdemény; T = tenyészőcsúcs

Ahhoz, hogy egy rügyből virágrügy legyen, több feltételnek is teljesülnie kell. A rügydifferenciálódás elkezdődésének egyik feltétele, hogy elegendő számú szervkezdemény legyen készen az eddig vegetatív jellegű rügy tengelyén. Bubán (2003) foglalta össze az ezzel kapcsolatos kutatási eredményeket, amelyek szerint átlagosan 21 szervkezdeményre van szükség, tehát a tengelyen 21 nódusz található (9 rügypikkely, 3 átmeneti levél, 6 valódi levél, 3 fellevélkezdemény (87. ábra). Fajtánként és a termőrészek típusától függően lehetnek ettől eltérések. Az Early McIntosh fajtánál 22 volt a kritikus nóduszszám (McLaughlin–Greene 1991). 21-nél kevesebb kritikus nóduszszámot állapítottak meg a következő fajtáknál: a Starkspur Supreme Delicious fajtánál 20 nódusz (Hirst–Ferree 1995), a 'Cox narancs renet' esetében 20 nódusz (Abbott 1970), a Baldvin fajtánál 18 nódusz (McLaughlin–Greene 1991), a 'Golden Delicious'-nél 16 nódusz (Luckwill–Silva 1979) elegendő volt a virágindukció megindulásához. Az Elshof fajtánál eltérést találtak a dárdákon és a hosszúhajtások oldalán képződött rügyek kritikus nóduszszámában. Míg a dárdákon 19, addig a hosszúhajtások oldalán 14–15 szervkezdemény kellett a virágindukcióhoz. A hosszúhajtások oldalrügyeiben 40 nappal később kezdődött el a rügydifferenciálódás, mint a dárdák csúcsrügyeiben (Dencker–Hansen 1994). Ez a kutatási eredmény átvezet bennünket a következő feltételhez.

A rügydifferenciálódás ugyanis csak akkor indulhat meg, amikor a hajtásnövekedés intenzitása lecsökken, és a primordiumok képződése felgyorsul. Két primordium kialakulása közötti időtartamot plasztokronnak (plastochron) nevezzük. Amíg ez 7 napnál hosszabb, nem kezdődik el az indukció. A fejlődő rügyben a legfiatalabb levélkezdemények gátolják a tenyészőkúp szervképző aktivitását, ezért kezdetben a plasztokron hosszú (10–18 nap). Később, amikor már több levélkezdemény van a rügyben, az idősebb levélkezdeményeknek gátló hatásuk van az új levélkezdemények fejlődésére. A tenyészőcsúcs gátlása csökken, ezáltal a plasztokron lerövidül. Ha a vegetációs időszak elején a rügy fejlődése intenzíven zajlik, akkor a rügyön belül az idősebb levélkezdemények biztosítják a tenyészőcsúcs kellő aktivitását, ami a virágindukcióhoz szükséges (Fulford 1965, 1966, Tromp 2005a).

A virágrügy (almánál vegyes virágrügy) kialakulásának első látható jele, hogy a merisztémacsúcs ellaposodik, ezt a szakaszt iniciálódásnak nevezzük (Bubán 2001, 2003). Kialakul az ún. „kocka" vagy „pflock" stádium. A rügydifferenciálódás kezdeteként ezt a mikroszkóp alatt jól látható fenológiai fázist szokták feljegyezni. Időpontja genetikailag meghatározott, de az eltérő környezeti tényezők miatt termőhelyenként és évjáratonként igen különböző (Elekné 1990).

A vegyesrügyek fejlődése a differenciálódás kezdetétől a következő évi virágnyílásig folyamatosan, de időszakonként más-más ütemben zajlik. A folyamat három nagy szakaszra osztható, az előnyugalom, a mélynyugalom és a kényszernyugalom szakaszára. A virágrügyek fejlődése és növekedése az előnyugalomban igen gyors, a mélynyugalomban teljesen lelassul (változás alig figyelhető meg a rügyekben), a kényszernyugalomban pedig újból felgyorsul. Ez valamennyi mérsékelt égövi lombhullató fára jellemző, és a hideg téli időszak károsodástól mentes átvészelésére szolgál.

Előnyugalom. A virágrügyfejlődés első szakasza, az előnyugalmi szakasz. A kifejezés megtévesztő lehet, hiszen a rügyeken belül nagyon jelentős változások zajlanak. Arra utal, hogy a vegyesrügyek nem hajtanak ki ebben az időszakban, annak ellenére, hogy a fa vegetációs időszakában járunk. A kihajtás gátlása az egyes növényi részek korrelációja által, hormonális úton szabályozott. Ha valamilyen rendellenesség miatt mégis kihajt a vegyesrügy nyár végén, vagy ősszel, az nagyon káros, mert termés ebből már nem lesz. A rendellenes kihajtást valamilyen stresszhatás válthatja ki, például vízhiány, a fa idő előtti lombvesztése, vagy a nem megfelelő időpontban végzett zöldmetszés.

Ebben a szakaszban, ami az őszi lombhullásig tart, a vegyesrügyek fejlődése igen gyors. Kialakulnak a virágok kezdeményei. Először a középső helyzetű virág kialakulása kezdődik el, majd az oldalsó virágok is elkezdenek fejlődni. Egy virágon belül az alkotóelemek kezdeményei kívülről befelé haladva alakulnak ki. Először a csészelevelek, majd a sziromlevelek, azt követően a porzók és végül a termő megjelenését észleljük (Dennis 2003).

Mélynyugalom. Az őszi lombhullásig valamennyi virláglevél kezdeménye kialakul, a szerveken belül azonban még nincs nyoma a szöveti differenciálódásnak. A portokkezdeményekben egynemű szövetállomány, az archespórium található. A termőkezdemény belsejében sincs nyoma az embriózsák és a generatív sejtek kialakulásának. A lombhullás után a fejlődés szinte teljesen megáll, kialakul a vegyesrügyek téli mélynyugalmi állapota. Ebben az időszakban semmilyen körülmények között nem hajtanak ki. A nyugalom belsőleg szabályozott. Az anyagcsere-folyamatok a szövetekben minimálisra csökkennek. A virágszervek növekedése és fejlődése is leáll, illetve minimálisra csökken. A vegyesrügyek ebben az időszakban a legfagyállóbbak. A mélynyugalom akkor ér véget, amikor ezek a rügyek egy bizonyos hidegmennyiséget megkaptak. A mélynyugalom megszűnéséhez szükséges hidegigény genetikailag rögzített tulajdonság, így fajonként és fajtánként igen eltérő. A hidegigény meghatározására különböző modelleket és számítási módszereket dolgoztak ki. Weinberger (1967) a mélynyugalom kezdetétől a végéig a 45 °F (+7,2 °C) alatti hőmérsékleten eltelt órák számát összegezve határozta meg az őszibarackfajták hidegigényét. Későbbi kutatások kiderítették, hogy a fagypont alatti hőmérséklet nem hatásos az őszibarackfák mélynyugalmának megszüntetése szempontjából, és kidolgozták az „Utah modell"-t, melyben bevezették a „chill unit" (CU) fogalmát (Richardson et al. 1974). A 2,5 °C és 9,1 °C közötti hőmérsékleti tartományt találták leghatékonyabbnak, modelljükben az ebben a hőmérsékleti tartományban eltelt órák szorzószáma 1, tehát teljes értékű. Az 1,5 °C és 2,4 °C, valamint a 9,2 °C és a 12,4 °C között eltelt órák szorzószáma 0,5. Az ezeken kívül eső hőmérsékletek szorzószáma 0, azaz nem hatékonyak a mélynyugalom megszüntetése szempontjából, sőt a 16 °C-nál magasabb hőmérsékletek késleltetik a mélynyugalom feloldását, szorzószámuk negatív értékű az Utah modell szerint. Ezek a modellek a mérsékelt égövi területeken többé-kevésbé használhatók a csonthéjas gyümölcsfajok hidegigényének meghatározására, de a melegebb, szubtrópusi területeken használhatatlanok, ezért ezekre a területekre fejlesztették ki a dinamikus modellt (Erez et al. 1988). Mint látjuk, ezeket a modelleket csonthéjas gyümölcsfajokra, elsősorban őszibarackra dolgozták ki. Jobb híján azonban a többi gyümölcsfajra, így almára is próbálják alkalmazni, bár többen felhívják a figyelmet arra, hogy a mélynyugalom feloldása bonyolult élettani folyamatok eredménye, melynek szabályozásában a hőmérsékleten kívül nagyon sok más tényező vesz részt, amelyeket még nem ismerünk jól (Dennis 1994). Bonyolítja a

helyzetet, hogy a növény és a környező levegő gyakran nem azonos hőmérsékletű, gondoljunk csak arra, amikor rásüt a nap a fákra, márpedig a hidegigény meghatározásánál mi a külső hőmérsékletet mérjük. Az említett bizonytalanságok ellenére az almafajták hidegigényének meghatározására, ami nagyon tág határok között mozog, az Utah modellt használják. Az igen kis hidegigényű fajták, pl. 'Anna', 'Dorsett Golden' (250–300 CU) a mediterrán, szubtrópusi területeken termeszthetők. A legnagyobb hidegigényűek pedig, mint például a 'McIntosh' (1000–1600 CU), a mérsékelt égöv északibb területeire valók (Dennis 2003). Ha a genotípus hidegigényét a termőhely nem elégíti ki, a virágrügyképződés nem tud zavartalanul lejátszódni, és tavasszal nem fognak megfelelően virágozni, majd termést hozni a fák. A nyugalmi állapot stádiumai fokozatosan mennek át egymásba. A fa különböző részein lévő vegyesrügyek fejlődési üteme is eltérő, ezért a genotípusra jellemző hidegigény meghatározása nem könnyű feladat.

Trópusi területeken, ahol nincsenek évszakok, szüret után a levelek eltávolításával váltják ki a vegyesrügyek mélynyugalmát, majd rövid pihenő után hormonhatású vegyszeres kezeléssel szüntetik meg azt. Így évente kétszer tudnak szüretelni. Nem minden almafajta alkalmas erre az eljárásra (Edwards–Notodimedjo 1987, Dennis 2003).

Kényszernyugalom. A vegyesrügyek fejlődésének harmadik szakasza a kényszernyugalom, másként megfogalmazva a környezeti feltételek által meghatározott nyugalom. Ebben a szakaszban érzékenyen reagálnak a hőmérséklet változásaira, és csak addig maradnak nyugalomban, amíg a környezeti feltételek nem alkalmasak a kihajtásra. Enyhe időjárás esetén a vegyesrügyek belsejében folytatódik a növekedés és a fejlődés, majd ezt követően a rügyek kihajtanak. Ha a kényszernyugalmi időszakban a fáról levágott vesszőket szobahőmérsékleten vízbe állítjuk, a rajtuk lévő rügyek fejlődésnek indulnak, a hajtásrügyekből hajtások, a vegyesrügyekből virágzatok képződnek. Ezzel a módszerrel tudjuk legegyszerűbben megállapítani, hogy a mélynyugalom véget ért-e. A kényszernyugalom időszakában a vegyesrügyek fejlődésének ütemét laboratóriumi vizsgálatokkal tudjuk pontosan meghatározni. Egyrészt a pollenkialakulás (mikrosporogenézis) ütemének tanulmányozásával, másrészt a termőhosszúság változásának mérésével.

A portokokban a kényszernyugalom elején megkezdődik az archespórium szövetből a pollenanyasejtek kialakulása. Ezt a folyamatot két részre lehet osztani. Először a kialakuló pollenanyasejtek füzérszerűen összetapadva láthatók, ezt a szakaszt szokás füzérállapotnak is nevezni. A második szakaszban a pollenanyasejtek már szétválva, külön-külön láthatók a mikroszkóp alatt. A mikrosporogenézis következő, nagyon jellegzetes stádiuma az, amikor megtörtént a pollenanyasejtek redukciós osztódása, és kialakultak a pollentetrádok. A térbeli elhelyezkedés miatt a mikroszkóp látómezejében három részből állónak látjuk ezeket, mivel a negyedik rész takarásban van. A tetrádállapot a többitől jól elkülöníthető, jellegzetes stádiuma a vegyesrügyek fejlődésének. Minden tetrádban 4 mikrospóra képződik, ezeknek a burokból való kiszabadulása és szétválása után megkezdődik a pollenszemek kialakulása. Ez a folyamat is több szakaszra osztható. Kezdetben a fejletlen, áttetsző mikrospórák láthatók. Ezután egy, majd két sejtmagvú pollenszemeket figyelhetünk meg. A genotípusra jellemző végleges morfológiájú pollenszemek a virágnyílás előtt csak 10–20 nappal alakulnak ki (Bubán 2002, 2003). A pollenfejlődés stádiumai fokozatosan mennek át egymásba. Az átmenet egy adott genotípus egy bizonyos termőrészén 5–6 napot is igénybe vehet.

A termők utolsóként alakulnak ki a vegyesrügyeken belül az előnyugalom során, majd a mélynyugalom kezdetéig növekszenek. A mélynyugalom időszakában szinte teljesen leáll a növekedésük, majd a kényszernyugalom alatt folytatódik, és a virágnyílás kezdetére érik el a genotípusra jellemző méretüket. A termőn belül a női ivarsejtek csak röviddel a virágzás kezdete előtt differenciálódnak (Bubán 2002, 2003).

A mikrosporogenézis vizsgálatával és a termőhosszúság mérésével is el tudjuk különíteni a különböző hidegigényű, eltérő mélynyugalom időtartammal rendelkező genotípuso-

kat. A vegyesrügyek fejlődésének zavartalan lejátszódása elengedhetetlen feltétele a tavaszi virágnyílásnak.

b) A virágrügyképződést befolyásoló tényezők

A virágfejlődés üteme genetikailag meghatározott tulajdonság, amelyet a környezeti tényezők alapvetően befolyásolnak. Ezen kívül a vegyesrügyek fejlődését még számos tényező befolyásolja, úgymint a fák kora, egészségi állapota, a rügyberakódottság, a rügy elhelyezkedése a fán, a vesszők fejlettsége, a földrajzi hely, az alany, az alkalmazott termesztéstechnológia.

Ha a rügydifferenciálódás feltételei a nyár folyamán nem teljesülnek, akkor hiába van a rügy a hajtáson morfológiailag kedvező, csúcsi pozícióban, a rügy hajtásrügy marad. Tél végén a termésbecsléskor fontos meggyőződnünk arról, hogy a kívülről vegyesrügynek látszó rügyek tartalmaznak-e virágszerveket. A következő évi terméshozás szempontjából optimálisnak tekintjük, ha a dárdák 60–80%-án a csúcsrügy valóban vegyesrügy (Bubán 2003).

A fotoperiodizmus nem játszik jelentős szerepet az almafák virágrügyképződésében. A vizsgálati eredmények szerint az almafajták nappalhossz-közömbösnek tekinthetők (Tromp 2005a), bár kontrollált körülmények között a hosszúnappalos kezelés serkentette a rügydifferenciálódást (Tromp 1984). A nappalhosszúsággal ellentétben a fényintenzitásnak nagy szerepe van a vegyesrügyek kialakulásában. A képződő vegyesrügy környezetében lévő lomblevelek megfelelő fényellátása fontos feltétele a rügydifferenciálódásnak és fejlődésnek. Azokon a koronarészeken, ahol a fényellátottság kisebb, mint a korona felületére beérkező mennyiség 30%-a, ott nem képződnek vegyesrügyek (Jackson 1975, Gur 1985). Bubán (1980) szerint kifejezetten fényigényes a 'Golden Delicious'.

A hőmérséklet hatását az alma vegyesrügyeinek fejlődésére, kontrollált körülmények között többen tanulmányozták. A 'Cox narancs renet' virágrügyképződésének optimális hőmérséklete 16 °C volt (Tromp 1984). Más fajtáknál azt találták, hogy a hőmérséklet emelkedése 27 °C-ig serkentette a rügydifferenciálódást (Zhu et al. 1997). Nyáron és ősszel a túl magas hőmérséklet károsan hat a vegyesrügyek fejlődésére (Tromp 1976, Bubán 1980).

A harmonikus tápanyag- és vízellátás elengedhetetlen a megfelelő rügydifferenciálódáshoz. A mikroelemek közül nagyon fontos a bór megfelelő mennyisége. A túlzott nitrogénadagolás a vegetatív folyamatok serkentése révén hátráltatja a virágrügyképződést, míg a kismértékű vízhiány, serkentő hatású (Dennis 2003).

A fejlődő gyümölcskezdemények magjaiban különböző gibberellinek szintetizálódnak, és áramlanak a növény más részei felé. Jelenleg több mint 100 féle gibberellint ismerünk, ebből 24-et azonosítottak éretlen almamagvakban (Stephan et al. 1997). Kísérleti eredmények szerint a GA_3 és a GA_7 erősen gátolták a virágképzést, míg a GA_4 közömbös, vagy serkentő hatású volt (Looney et al. 1992). A vizsgált gibberellinek közül a GA_4 volt az egyetlen, amely nem gátolta a virágrügyképzést (Tromp 1982). A kialakuló gyümölcskezdeményekben a virágzás után 4–6 héttel a legmagasabb a gibberellintartalom, utána erősen csökken (Prang et al. 1997). A fiatal gyümölcsök magjai és a hajtáscsúcsok auxintermelő központok is. Ezeken a helyeken főként indol-ecetsav (mint a legismertebb auxin) képződik, és szállítódik a gyökérzet irányába. Az indol-ecetsavnak erős gátló hatása van a virágrügyképződésre (Grochowska–Karaszewska 1976, Bangerth 1997). A gibberellinek serkentik az auxinok kiáramlását a gyümölcsökből, így sokan a gibberellineknek csak másodlagos hatást tulajdonítanak.

Mindenesetre a gibberellinek és az auxinok együttes gátló hatása nagy szerepet játszik az almafák alternanciájának (szakaszos terméshozásának) kialakulásában (Bubán 2002, 2003). A többi növényi hormon hatásáról kevés adat van, de a citokininek, az etilén és az abszcizinsav szerepe valószínűleg pozitív a virágrügyképződést elősegítő hormonegyensúly kialakításában (Bubán 2002, 2003).

3. VIRÁGZÁS ÉS MEGTERMÉKENYÜLÉS

Az alma virágai kétivarúak, a hím és a női ivarszerveket is tartalmazzák. A virágnyílás ideje és hossza genetikailag meghatározott fajtabélyeg, amelynek fenotípusos kifejeződését a környezeti tényezők, azok közül is elsősorban a hőmérséklet, nagymértékben befolyásolják. 5 °C alatti hőmérséklet esetén a virágnyílás szünetel. A magasabb hőmérséklet gyorsabb virágzást eredményez. Tartósan 20 °C feletti hőmérsékleten a virágzás lefolyása nagyon gyors, robbanásszerű (Porpáczy 1964, Nyéki 1980).

A virágnyílás idején az almánál ritkán fordul elő, hogy a hím és a női ivartáj funkcióképessége teljesen egybeesik (homogámia). Az almafajták többségénél meghatározó a hímelőzés (protogynia), ami azt jelenti, hogy egy virágon belül a bibe ivarérettsége, szekréciós tevékenysége előbb elkezdődik, mint a portokok felnyílása és a pollenszemek kiszóródása (Orosz-Kovács et al. 2001, Soltész 2002). Egyes fajtáknál és évjáratokban találtak homogám és késleltetett homogám virágzást is. Orosz-Kovács et al. (2001) 1995-ben, Újfehértón végzett vizsgálatainak eredményei szerint homogám virágzás volt jellemző a Burgundy, a Gloster, a Smoothee és az Ozark Gold fajtákra, tehát ivartájuk egy-egy virágon belül teljesen szinkronban működtek. Késleltetett homogámiát találtak vizsgálataik során, 1994-ben a 'Red Rome Van Well', a 'Lysgolden' és a 'Smoothee' esetében. Ez azt jelenti, hogy a virágzás kezdetén az ivarlevelek funkcióképessége időben nem esett egybe, de a virágzás végére homogámokká váltak. Egy fajtánál évjárattól és termőhelytől függően többféle megporzási gyakorlat is előfordult, sőt egy fán belül is találtak különbözőképpen viselkedő virágokat (Orosz-Kovács et al. 2001). Az ivarszervek funkcióképességének időbeli eltérési adatai a fajták leírása szempontjából érdekesek ugyan, de gyakorlati jelentőségük nincs az alma önmeddősége miatt. A termésbiztonság szempontjából sokkal fontosabb azt vizsgálni, hogy a megporzó fajta pollenszóródása mennyire esik egybe a megporzandó fajta bibéinek fogadóképességével.

A bibe ivarérettségének kezdetét a bibeváladék megjelenése, a szekréciós tevékenység kezdete jelzi. A bibeváladék, ami benedvesíti a bibe felületét, nyálkás, ragadós, pH-ja gyengén savanyú, cukrot, tápanyagokat és hormonokat tartalmaz. Segíti a pollenszemek megtapadását a bibén, és elősegíti a pollentömlő fejlesztését. A virágok kinyílását követően a bibepapillák egy-két napig feszesek, majd fokozatosan zsugorodnak. A virágnyílás kezdete után 5–7 nappal már teljesen összezsugorodnak, és rásimulnak a bibe felületére (Stösser 1983). Orosz-Kovács et al. (2001) scanning elektonmikroszkóppal vizsgálták a bibék felületét. A papillák feszessége, épsége, majd zsugorodása és pusztulása jól jelezte a bibe működőképességének állapotát. A bibe szekréciós tevékenységének időtartamát a hőmérséklet befolyásolja. Két almafajtán végzett megfigyelések során a bibék aktivitása meleg, napfényes időben 1,5–2, míg hűvös, borult időben 4–5 napig tartott (Davary-Nejad et al. 1993a). Megfigyelések szerint a bibék élettartamát az is befolyásolja, hogy megtermékenyült-e a petesejt. Amennyiben nem, a bibék fogékonysága hosszabb ideig megmarad (Davary-Nejad et al. 1993b).

A portokok ivarérettségét a pollenzsákok felnyílása jelzi, ami után a pollenszemek kiszóródnak a portokokból. A pollenszóródás ritmusa és időtartama nagymértékben függ a külső hőmérséklet alakulásától. Általában a legmelegebb déli órákban a legintenzívebb a pollenszóródás, amikor a bibék szekréciós tevékenysége éppen a leggyengébb, vagy szünetel. A triploid fajták ('Jonagold', 'Mutsu') nem, vagy csak nagyon kis mennyiségben képeznek megtermékenyítésre alkalmas pollent. A pollenszemek életképességét mikroszkópos vizsgálattal, illetve a pollenszemek mesterséges csíráztatásával vizsgálhatjuk. A túl kicsi, deformált, összezsugorodott pollenek nem életképesek. A vizsgálat eredménye azonban csak tájékoztató jellegű, mert nincs szoros összefüggés a pollenszemek *in vitro* tömlőfejlesztési képessége és megtermékenyítő képessége között (Soltész 2002, Bodor 2009).

Az alma rovarmegporzású (entomofil) faj. Megporzáskor a pollenszemek megtapadnak a bibe ragadós felületén. A pollen a bibétől vizet, tápanyagokat és élettanilag fontos bio-

kémiai anyagokat vesz fel, majd néhány órán belül pollentömlőt fejleszt. A bibére kerülő pollenszem még nem tartalmaz elkülönült hím ivarsejteket, azok később alakulnak ki, a pollen sejtmagjának osztódásai után. Az első osztódáskor keletkező egyik sejtmag a vegetatív vagy pollentömlőmag, amely szabadon marad a citoplazmában. A másik a generatív sejt, amely saját citoplazmával és esetenként külön fallal veszi körül magát. A bibe felületén kicsírázott pollenek pollentömlői behatolnak a bibeszálba, 1–3 nap alatt átszövik azt, és egy részük eljut a bibealapig. Jó megporzás esetén nagyszámú pollentömlő indul fejlődésnek a bibén, de ezeknek csak egy kis része éri el a bibeszál alapját, mert jelentős részüknek a fejlődése a bibeszálban leáll. A pollentömlők növekedésének üteme függ a hőmérséklettől, 20 és 25 °C közötti hőmérsékleten a legintenzívebb. Tartósan alacsony hőmérsékleten előfordul, hogy a pollentömlő növekedése oly mértékben lelassul, hogy csak akkor éri el az embriózsákot, amikor a magkezdemény degenerációja már megkezdődött, ami veszélyezteti a jó termékenyülést (Soltész 2002). Az embriózsákig eljutott pollentömlők közül is csak egy tud abba behatolni, a többi elcsökevényesedik. Fajtától és időjárástól függően 5–8 napig tart, amíg a pollentömlő eléri a magkezdeményt. Mielőtt ez megtörténik, a generatív sejt két spermasejtté osztódik, ezek a valódi hím ivarsejtek. Ez az egy pollentömlő belenő a magkezdeménybe, ahol növekedése lelassul. Bár rövidebb a távolság, a magkezdeményen hosszabb idő alatt nő át a pollentömlő, mint a bibeszálon (Bubán 1980).

A magkezdemény életképességét a hőmérséklet nagymértékben befolyásolja. 4–5 °C alatt könnyen megfázik, és működésképtelenné válik, 25 °C fölött öregedése nagyon felgyorsul, és hamar degenerálódik. A 8 magvas állapotú embriózsákokban differenciálódnak a petesejtek, amelyek életképessége 2–3 napig tart. Ha a hímivarsejt megfelelő időben érkezik, megtörténik a megtermékenyülés. A pollentömlő leggyakrabban a mikropilén keresztül hatol be a nucelluszba, illetve az embriózsákba. Az egyik hím ivarsejt egyesül a petesejttel, az így keletkező zigótából fejlődik ki az embrió. A másik hím ivarsejt a másodlagos embriózsákmaggal egyesül, és egy triploid (3n kromoszómaszámú) endospermium anyasejt keletkezik. Ennek osztódásai során nagyszámú szabad sejtmagból álló ún. másodlagos endospermium jön létre. A sejtes szerkezetű endospermium később alakul ki, úgy hogy az addig szabadon álló sejtmagok körül sejtfalak képződnek. A megtermékenyülés (fertilizáció) a termés- és magképződés alapja, melynek lényege két sejt, az úgynevezett gaméták összeolvadása. A nagyobbik gaméta a petesejt, a kisebbik, a hím ivarsejt a pollen generatív magjának osztódásával keletkezik (Bubán 1980).

Vizsgálatok szerint, ha a megporzás a virágnyílás napján, vagy az azt követő 1 napon belül megtörténik, biztonságosan létrejön a megtermékenyülés. Ettől egyre későbbi megporzási időpont fokozatosan egyre jobban veszélyezteti a megtermékenyülés sikerét (Soltész 2002). A hatékony megporzási időszak a petesejt élettartama és a pollentömlő embriózsákig való eljutásához szükséges idő különbsége. Azt fejezi ki, hogy a virágnyílás kezdetétől a megporzásig hány nap telhet el ahhoz, hogy a termékenyülés biztosított legyen. Az eredményes megtermékenyülés feltétele, hogy a pollentömlő a magkezdemény degenerálódása előtt elérje az embriózsákot. A hatékony megporzási időszak rövidebb, mint a bibe fogékonyságának időtartama. A fajtatársítás tervezésénél ezt figyelembe kell venni (Nyéki 1980, 2003, Soltész 2002, Ferree–Warrington 2003).

Az almánál a bimbós állapotban történő megporzás (kleisztogámia) nem fordul elő. Minden esetben a kinyílt virágokon, az ivarérettség szakaszában történik a megporzás (kazmogámia). Az almafajták gyakorlatilag önmeddők, az egy növényegyeden belüli, szomszédos virágok közötti (geitonogámia) és az egy virágon belüli megporzásnak (autogámia) a gyümölcstermesztés szempontjából nincs jelentősége. Vannak almafajták, amelyeknek kismértékű öntermékenyülési hajlamuk van, például a 'Golden Delicious', de ez nem elegendő a megfelelő terméshozáshoz (Nyéki 1980). Az almafák megfelelő termékenyülését, termésköttődését és terméshozását tehát az idegenmegporzás (allogámia) biztosítja, amikor a pollen

egy másik almafajta virágaiból származik. A pollenadók kiválasztásának és az önmeddőség genetikai hátterének részleteivel a könyv XV. fejezetében foglalkozunk.

Az almánál nem túl gyakran, de előfordul a partenokarpia, tehát a szabályos megtermékenyülés nélküli gyümölcsképződés. Az ilyen gyümölcsökben nincsenek magok, vagy a létrejött magvak léhák, nem fejlődik bennük csíra. A partenokarpiának akkor lehet jelentősége, amikor a természetes megporzás és megtermékenyülés feltételei hiányoznak vagy gátoltak. Hormonhatású készítményekkel, például gibberellinsavas kezeléssel indukálható a partenokarpia az almafákon. A gyümölcsök alakja megnyúltabb lesz, ezért ma már széleskörűen alkalmazzák a vegyszeres indukciót (Tromp–Wertheim 2005).

Az almánál egyes évjáratokban megfigyelhető a metaxénia jelensége, vagyis a megtermékenyített fajta gyümölcsén a pollenadó fajta hatása. A metaxénia előfordulásáról és jelentőségéről szóló szakirodalom ellentmondásos. Kobel (1954) cit. Tromp et al. (2005) szerint a metaxénia gyakorlati jelentősége nem számottevő. Ehhez hasonló következtetést vont le Church és Williams (1983), valamint Tóth et al. (1985) pollenadó díszalmák megporzó partnerként való alkalmazásakor, mivel nem tapasztaltak drasztikus változást a gyümölcsök áruértékét meghatározó legfontosabb tulajdonságokban. Ugyanakkor Bodor et al. (2008) varasodásrezisztens almafajták kölcsönös megporzása után a gyümölcsök színeződésében és méretében kimutatott bizonyos hatásokat. Továbbá Keulemans et al. (1996) bizonyította, hogy a kis gyümölcsű pollenadó fajták ('Fiesta', 'Rafzubin') több éven át kisebb gyümölcsméretet eredményeztek, mint a nagy gyümölcsű 'Fuji'.

4. TERMÉSFEJLŐDÉS

a) A gyümölcsök növekedése

Az elvirágzás után a megtermékenyült virágokból kezdődik meg a gyümölcsök fejlődése. A sejtszám és a sejtek mérete együtt határozzák meg a gyümölcs végső méretét. A sejtszám kialakulásában a gyümölcsfejlődés első szakasza a sejtosztódási szakasz, amely fajtától függően 3–6 hétig tart, döntő fontosságú. A korai gyümölcsfejlődés hormonális szabályozásában az auxinok, a gibberellinek és a citokininek szerepe jelentős, ezek serkentik a sejtosztódást. A gyümölcsben megfelelő magszámnak, tüszőkként 2–3 magnak kell lenni ahhoz, hogy az auxintermelés elegendő legyen a szabályos gyümölcsalak és kellő számú sejt kialakulásához. Ha a hiányos termékenyülés következtében nincs mag, vagy csak egy mag található valamelyik tüszőben, a gyümölcs azon a részen deformált lesz, mert nem alakul ki megfelelő mennyiségű sejt. Az almafajták teljes gyümölcsfejlődési időszakának első 20%-ában zajlik sejtosztódás, ezután már csak az epidermisz sejtjei osztódnak, a gyümölcshús sejtjei nem (Tromp–Wertheim 2005).

Egyazon fáról származó gyümölcsöket vizsgálva, a nagyobb méretűek több és nagyobb sejteket tartalmaznak, mint a kisebbek. A végső gyümölcsméretet a fán lévő gyümölcsök száma is nagymértékben befolyásolja. A gyümölcsberakódás sejtszámra és sejtméretre gyakorolt hatásáról ellentmondó adatok vannak. Ausztráliában sok almafajtát vizsgálva a nagyobb gyümölcsberakódottság csak a sejtméretet csökkentette, a sejtszámot nem (Martin-Lewis 1952 cit. Tromp et al. 2005). Ezzel ellentétben a Red Delicious fajtánál, Amerikában vizsgálva, a szakaszos terméshozás kihagyó évében képződött nagyméretű gyümölcsök sokkal több sejtet tartalmaztak, mint a spontán termő év kisméretű almái (Westwood et al. 1967). Tromp és Wertheim (2005) szerint a túlzott gyümölcsberakódás hatása a gyümölcsök sejtméretére és sejtszámára nem a tárgyévben, hanem egy évvel később jelentkezik.

A fejlődési folyamat végén a gyümölcsök növekedésének intenzitása fokozatosan lecsökken, ezzel párhuzamosan beindulnak az érési folyamatok. Ebben az időszakban az

abszcizinsav és az etilén az életfolyamatokat irányító fő hormonok. Az érő gyümölcsök etilént termelnek, amely az érési folyamatokhoz szükséges speciális enzimek szintézisét stimulálja. Az etilén érést serkentő hatása csak aerob körülmények között érvényesül (HÁMORINÉ–VÁRADINÉ 1990).

b) Biokémiai és élettani folyamatok

A gyümölcsfejlődés és érés során lebontó és felépítő folyamatok játszódnak le a gyümölcsökben (HÁMORINÉ 1974, HÁMORINÉ–VÁRADINÉ 1990, SZALAY 2003). A legszembetűnőbbek a színváltozások. A fejlődő almagyümölcsök zöld színét a klorofillok okozzák, amik elsősorban a héjban találhatók, de kis mennyiségben a gyümölcshúsban is előfordulnak. Az alma fejlődési időszakának jelentős részében a zöld szín dominál, majd az érési folyamatok megindulásakor a pigmentek átalakulnak. A klorofillok lebomlanak, ezzel párhuzamosan antocianinok és karotinoidok képződnek. Az érési időszak hormonális szabályozásában az abszcizinsav és az etilén szerepe a döntő. A klorofill lebomlását az etilén indítja el.

Az almagyümölcsök piros színét az antocianinok adják. Ezek a sejtek vakuólumában felhalmozódó, vízben oldódó vegyületek. Mennyiségük fajtánként és a környezeti feltételektől függően nagyon változó. A piros hússzínű almafajták vizsgálata során az *MdMYB10* génben azonosítottak egy szekvenciát, amely a húsban az antocianin képződésért és a piros szín kialakulásáért felelős (ESPLEY et al. 2009). Az antocianin szintézis enzimei (kalkon-szintáz, kalkon-izomeráz, flavanon-3-hidroxiláz, dihidroflavonol-4-reduktáz stb.) fény és hőmérséklet által szabályozottak, ezek aktivitása felelős elsősorban a piros szín kialakulásáért. Az antocianinok nemcsak az érés idején képződnek az almában. Szintézisük a sejtosztódási szakaszban is megfigyelhető, ami egy időre a kis gyümölcsök felületének piros elszíneződését okozza. Gyakran még az árnyékban lévő kis gyümölcsök is beszíneződnek. Nem tudjuk, hogy ez a kezdeti antocianin képződés kapcsolatban van-e az éréskori antocianin szintézissel. Érdekes, hogy az éretten sárga színű fajták ('Golden Delicious', 'Mutsu') kis gyümölcsein is az elvirágzás utáni első hetekben gyakran piros elszíneződést találunk (SAURE 1990).

Az egy gyümölcsre jutó levelek száma fontos jellemző a színanyagok kialakulása szempontjából. A 'Jonathan'-nál legalább 20–25, a 'Red Delicious' esetében 40 levél kell gyümölcsönként a megfelelő fedőszín kialakulásához (SAURE 1990). A Jonagold fajtánál végzett ritkítási kísérletben a 45-nél nagyobb levél-gyümölcs arány jelentősen növelte a piros szín kialakulását és a gyümölcsök méretét is (TROMP–WERTHEIM 2005). A gyümölcsök környezetében lévő megfelelő levélszám biztosítja a cukorellátást az antocianin szintézishez. Az antocianinok magas cukorszükségletét az magyarázza, hogy molekulájuk glükóz komponenst tartalmaz (TROMP–WERTHEIM 2005). Az antocianin szintézis fényigényes folyamat. Fontos, hogy a gyümölcsök közvetlen fényellátottságban részesüljenek, árnyékolt körülmények között nem alakul ki megfelelően a piros szín. Az ultraibolya és kék tartomány különösen fontos az antocianin szintézishez, míg a vörös–infravörös tartomány minimális hatást gyakorol rá. Ez az oka annak, hogy a magasabban fekvő területeken intenzívebb az almagyümölcsökön a piros szín kialakulása (TROMP–WERTHEIM 2005). Az alacsony éjszakai hőmérséklet szintén serkenti a piros szín kialakulását, mert így a nappal képződött szénhidrátokat nem lélegzi el éjjel a növény, hanem azok a színanyagok képződésére fordítódhatnak (HÁMORINÉ–VÁRADINÉ 1990).

A sárga szín a karotinoidok képződésének következtében alakul ki. Ezek vízben nem oldódó vegyületek, és az érési időszakban a kloroplasztiszokban szintetizálódnak, amelyek a klorofillok lebomlása után kromoplasztiszokká válnak. A karotinoidok képződésében a fény nem játszik jelentős szerepet (TROMP–WERTHEIM 2005).

Mint minden élő szerv, a gyümölcsök is lélegeznek. Gyümölcsfejlődési és érési folyamataik vizsgálata során légzésintenzitásuk változásának mérése gyakorlati szempontból

kiemelt jelentőségű. Az alma gyümölcseinek légzése klimaktérikus típusú. Ez azt jelenti, hogy a gyümölcs fejlődése során az érés kezdetéig fokozatosan csökken a légzés intenzitása, ekkor azonban hirtelen megemelkedik, és egy csúcs elérése után ismét lecsökken. Az emelkedés előtti minimumot preklimaktérikus minimumnak (PKM), az ez utáni legnagyobb légzésintenzitást pedig klimaktérikus maximumnak (KM) nevezzük. A klimaktérikus légzésű gyümölcsök képesek az utóérésre. A fáról leszedve tovább élnek. Ha megfelelő érettségi állapotban szüreteljük azokat, a tárolás során lejátszódik a klimaktérikus légzés, amelynek során felszabaduló energia lehetővé teszi, hogy az íz- és aromaanyagok, valamint a színanyagok kialakuljanak a gyümölcsökben. A nyári almafajtáknál is kimutatható a klimaktérikus légzés, de érési folyamataik sokkal gyorsabbak, mint az őszi és téli almáké, ezért hosszú ideig nem tárolhatók (Hámoriné 1974, Hámoriné–Váradiné 1990, Tromp 2005b).

Az almagyümölcsök növekedésük és fejlődésük során keményítőt halmoznak fel. A keményítő az almaterméseknél a gyümölcs cukorraktára. A fiatal gyümölcs még nem tartalmaz keményítőt, a gyümölcs fejlődése során azonban mennyisége egyre nő, egészen az érés kezdetéig. A klimaktérium alatt lassan lebomlik, a teljesen érett almában már csak nyomokban mutatható ki. A keményítőtartalom lebomlása a gyümölcsök belső részén kezdődik el. A gyümölcshús külső részén csak akkor indul el a lebomlási folyamat, amikor a magház (tüszők) körül, jól elhatárolható területen a keményítőlebomlás már befejeződött. Az alma gyümölcse kétféle keményítőt tartalmaz, amilózt és amilopektint. A fajták többségére jellemző, hogy az összes keményítőtartalmon belül, az érés előrehaladtával az amilóz aránya csökken. A jóddal csak az amilóz lép reakcióba, csak ez a komponens ad elszíneződést a jódpróba során, tehát a keményítőlebomlás szokásos vizsgálatával csak ennek jelenlétét tudjuk kimutatni. (Fan et al. 1995). A gyümölcshús különböző részein eltérő ütemben zajló keményítőlebomlás, és a kétféle keményítő komponens az oka annak, hogy a jódpróbával kimutatott lebomlási skálaértékek és a gyümölcsök analitikailag meghatározott tényleges keményítőtartalmának változása nem mutat szoros korrelációt (Fan et al. 1995, Peirs et al. 2002). Az érés során a keményítő fokozatosan egyszerű és összetett cukrokká alakul át. A keményítőlebomlás és a cukortartalom gyarapodása egymással szorosan összefüggő folyamat, ezért feltételezik, hogy az érés során a keményítő alakul át cukorrá. A keményítő hidrolízisével párhuzamosan folyamatosan növekszik az almagyümölcsök szacharóztartalma, azonban a szacharóz nemcsak a keményítőből származik, hanem más átalakulási folyamatokból is (Whiting 1970, Kállay 2010). Az érés során a szacharóz folyamatosan glükózzá és fruktózzá alakul át. Az érés során az összes cukortartalom növekszik, a cukrok összetétele pedig fajtára jellemző módon alakul. A cukortartalom maximális értékét a fogyasztásra érett gyümölcsben éri el, majd az öregedés során már csökken.

A sejtfalak szilárd vázát a cellulóz adja. A pektinek különböző formái szintén a sejtfal felépítésében vesznek részt. Az érés során a gyümölcs puhulását a sejtfalak szerkezeti átalakulásai, valamint a kémiai összetétel változása, többek között a pektintartalom csökkenése okozza.

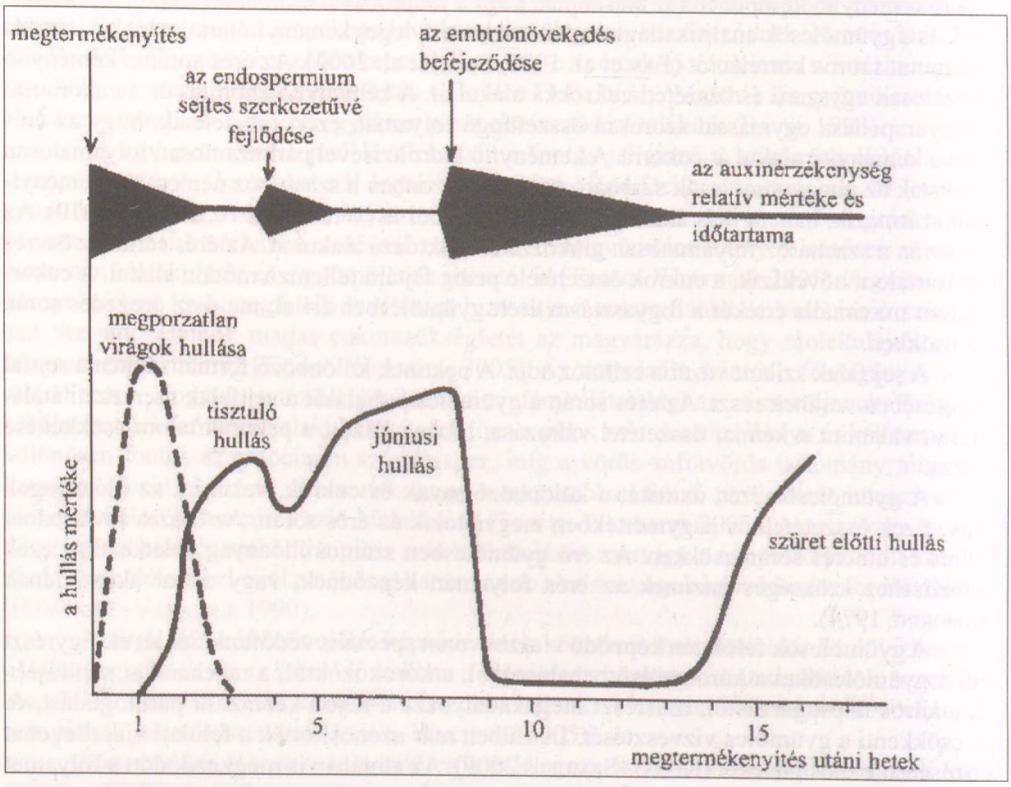
A gyümölcsök ízét, zamatát a különböző savak és cukrok, valamint az illóanyagok adják. Ezek összetétele is nagymértékben megváltozik az érés során. Az összes savtartalom az érés és utóérés során csökken. Az érő gyümölcsben számos illóanyag keletkezik, s ezek szintéziséhez szükséges enzimek az érés folyamán képződnek, vagy akkor aktiválódnak (Hámoriné 1974).

A gyümölcsök felületén képződő viaszbevonat speciális védőfunkciót lát el. Egyrészt védi a gyümölcsöket a káros külső behatásoktól, a kórokozóktól, a mechanikai sérülésektől, a káros napsugárzástól, másrészt megakadályozza a héjon keresztüli párologtatást, és így csökkenti a gyümölcs vízvesztését. Lúdfűben már azonosították a felületi viaszbevonat képzéséért felelős géneket (Kunst–Samuels 2009). Az almában is megkezdődött a folyamat genetikai hátterének kutatása, részben homológ gének vizsgálatával. Két almafajtán végzett

kutatások eredményei szerint a lúdfű hajtás és az almagyümölcs felületi viaszképződésében szerepet játszó egyes gének igen hasonlóak lehetnek. Az ilyen génjelöltek azonosítását szekvenciájuk mellett a gyümölcs héjában történő szövetspecifikus kifejeződésük tette lehetővé (ALBERT et al. 2011).

Nem minden gyümölcskezdemény jut el az érésig, egy részük korábban lehull. Általában három hullási időszakot lehet elkülöníteni. Az őszi almafajtáknál az első közvetlenül a virágzás után van, ezt tisztuló hullásnak is szoktuk nevezni, a második júniusban, a harmadik pedig közvetlenül az érés előtt. A hullás szakaszossága a gyümölcsökben lezajló biokémiai és élettani változásokkal magyarázható (HÁMORINÉ–VÁRADINÉ 1990).

A fejlődő gyümölcskezdemény auxintermelése időben nem egyenletes. Amikor a kis gyümölcs auxintartalma nagyobb, a levelekkel és a többi fejlődő gyümölccsel a vízért és tápanyagokért folytatott versenyben kedvezőbb helyzetben van, mint akkor, amikor az auxintartalma kisebb. A gyümölcsök magvai, azon belül is az endospermium termelik az auxinokat. Ezért nagyon fontos, hogy a gyümölcsben elegendő mag legyen. A tisztuló hullás során elsősorban a rosszul termékenyült, kevés magot tartalmazó gyümölcskezdemények hullanak le. Amikor az endospermium sejtes szerkezetűvé válik, és megkezdi az auxintermelést, megszűnik a tisztuló hullás. Ezután azonban növekedni kezd az embrió, felhasználja az endospermiumot, aminek következtében csökken az auxintermelés, kiéleződik a verseny a gyümölcsök között, és bekövetkezik a júniusi hullás. Amikor az embrió növekedése befejeződik, kialakul a másodlagos endospermium, amely ismét elegendő auxint termel ahhoz, hogy a gyümölcshullás megszűnjön. Az érés előtti hullás akkor kezdődik, amikor a másodlagos endospermium degradálódása miatt a magvak auxintermelése ismét lecsökken (88. ábra).



88. ábra. Az alma gyümölcshullásának hormonális háttere (WESTWOOD 1993 cit. SZALAY 2003)

c) Környezeti tényezők hatása

A fénynek közvetlen hatása van a gyümölcsfejlődésre, mégpedig a sejtosztódási szakaszban, amikor a kis gyümölcsök fotoszintetizálnak. A jó fényellátottságú gyümölcsök több tápanyagot tudnak készíteni saját fejlődésükhöz, így kedvezőbb helyzetben vannak a tápanyagokért folytatott versenyben, mint a beárnyékolt helyen fejlődők. A fiatal almagyümölcsök felületén mm^2-enként 2–20 sztóma található. Ez a sztómasűrűség jóval kevesebb, mint a leveleken (350–900 db/mm^2), és a gyümölcs fejlődése során tovább csökken. A gyümölcsök fotoszintetikus aktivitása tehát jóval kisebb, mint a leveleké, annak ellenére, hogy a gyümölcshéj kloroplasztiszaiban jelentős mennyiségű klorofill található. A fejlődő gyümölcsök így kezdettől a levelek által készített asszimilátákra vannak utalva, és ez a kiszolgáltatottság a gyümölcsfejlődés előrehaladtával növekszik. A sztómák helyén fokozatosan lenticellák alakulnak ki, és így elvész a transzspirációt szabályozó szerepük. A gyümölcs felületén a párologtatás intenzitása ezért fokozatosan csökken (Tromp–Wertheim 2005).

Az almafák egészének fényellátottsága minden élettevékenységükre, így a gyümölcsfejlődésre is kihat. 'Red Delicious' almafák fényellátottságának a gyümölcsképzésre gyakorolt hatásait árnyékolási és mesterséges megvilágítási kísérletekkel vizsgálták. Az árnyékolás csökkentette a gyümölcskötődést és a termésmennyiséget, de a gyümölcsök méretét nem. A pótmegvilágítás hatása a piros szín kialakulásában egyértelműen megmutatkozott (Doud–Ferree 1980). Ugyanezt a fajtát különböző mértékű árnyékolásnak kitéve megállapították, hogy az elvirágzás utáni 8. héttől a szüretig, az árnyékolás hatására a gyümölcsök tömege, keményítőtartalma, éréskori cukortartalma csökkent, de a húskeménysége és a savtartalma növekedett (Robinson et al. 1983).

A hőmérséklet is fontos tényező a gyümölcsfejlődésben. A fény és a hőmérséklet szerepét a kísérletekben nehéz szétválasztani, hiszen a napfénynek kitett növényi részeknek nemcsak a fényellátottsága jobb, hanem a hőmérsékletük is magasabb. A gyümölcsök kifejlődéséhez szükséges hőmérsékleti összegekről ellentmondó adatok vannak. Az Amerikai Egyesült Államokban több termőhelyen végzett vizsgálatok során nem találtak szoros összefüggést a hőmérsékleti összeg és az almafajták érési ideje között (Fisher 1962). A 'Golden Delicious' virágzása és optimális szüreti időpontja között eltelt idő nagyon hasonló volt Dél-Franciaországban, Hollandiában és New York államban, a nagyon eltérő klimatikus viszonyok ellenére is. Ezzel ellentétben a 'Cox narancs renet' virágzása és érése között eltelt idő jóval rövidebb volt Új-Zélandon, mint a hűvösebb klímájú Angliában (Tromp–Wertheim 2005).

A hőmérséklet hatása eltérő a gyümölcsfejlődés különböző időszakaiban. A 'McIntosh' vizsgálata során kimutatták, hogy a gyümölcsfejlődés ütemét az elvirágzás utáni első 30 nap hőmérséklete befolyásolja leginkább (Blanpied–Ben-Davis 1970). A 'Tenroy' vizsgálatának eredményeiből is hasonló következtetést vontak le (Stanley et al. 2001). Kontrollált körülmények között végzett kísérlettel is igazolták, hogy a hőmérséklet a sejtosztódási szakaszban befolyásolta legjobban a gyümölcsfejlődést (Warrington et al. 1999).

A fák vízellátása fontos a gyümölcsök megfelelő fejlődése szempontjából, de a túlzott vízadagolás, a könnyen hozzáférhető, nagy mennyiségű víz káros a termésmennyiségre és a gyümölcsminőségre. Minden olyan tényező (a túlzott N ellátás is), ami túlzott hajtásnövekedést indukál, károsan hat a vegyesrügyek képzésére. A visszafogott vízellátás az almagyümölcsök húskeménységére, cukortartalmára és színeződésére kedvezően hat (Tromp–Wertheim 2005). Az érett gyümölcsök 80–85%-ban vizet tartalmaznak. Vízfelvételük különösen a növekedés második szakaszában, a sejtmegnyúlás idején intenzív.

X. AZ ALMAGYÜMÖLCS BELTARTALMI ANYAGAI

Az almagyümölcs biológiailag aktív összetevői révén az egészséges táplálkozás szerves részét képezi (WOLFE et al. 2003). Az alma kedvező étrendi hatása a gyümölcs beltartalmi összetételéből és az egyes komponensek élvezeti szempontból kedvező arányából adódik. A gyümölcs víztartalma 85–90%, energiatartalma csupán 31 kcal, azaz 130 kJ (SOUCI et al, 2008). Szárazanyagtartalma 10–15%, amelynek jelentős részét szénhidrátok (12–14%), szerves savak (0,4–1,1%), polifenolos vegyületek, ásványi anyagok, vitaminok (A-, B-, C-, E-vitamin) és kis mennyiségben fehérjék alkotják. Táplálkozásbiológiai értékét emeli még a jelentős élelmi rost- és pektintartalma.

Az almagyümölcs jellemző beltartalmi értékeit magyar (RODLER 2005), német (SOUCI et al. 2008) és amerikai [U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE 2012] adatok alapján az 13. táblázat mutatja be. A különbségek az eltérő termőhelyekkel és vizsgált fajtákkal magyarázhatók.

13. táblázat

Az almagyümölcs beltartalmi értékei 100 g ehető részre vonatkoztatva különböző források alapján

Összetevők	Rodler 2005	Souci et al. 2008	USDA 2012
Energia kJ (kcal)	130 (31)	228 (54)	218 (52)
Víz	90,5	84,9	85,56
Szénhidrát (g)	7,0	11,4	13,81
Sav (g)	0,4	0,46	na
Fehérje (g)	0,4	0,34	0,26
Élelmirost	3,7	2,02	2,4
Zsír	na	0,58	0,17
Vitaminok			
Karotin mg	0,05	0,40	0,03
E-vitamin (tokoferol) mg	0,6	0,49	0,18
B_1-vitamin (tiamin) µg	50	35,00	17
B_2-vitamin (riboflavin) µg	50	32,00	26
Pantoténsav mg	0,09	0,1	0,06
B_6-vitamin (piridoxin) mg	0,07	0,1	0,04
Folsav µg	6	7,5	3
C-vitamin (aszkorbinsav) mg	5	12	4,6
Ásványi anyagok (mg/100g):			
Nátrium	2	1,2	1
Kálium	112	119	107
Kalcium	5,5	5,3	6
Magnézium	6	5,4	5
Vas	0,3	0,24	0,12
Foszfor	8	11	11
Réz µg/100g	28	52	27
Cink µg/100g	46	99	40
Mangán µg/100g	37	46	35
Kobalt µg/100g	1	0,6	na
Króm µg/100g	2	4,1	na
Nikkel µg/100g	11	2,4	na

na: nincs adat

1. SZÉNHIDRÁTOK

A növények a fényenergiával előállított szerves anyagot szénhidrátok formájában tárolják. (HARASZTY et al. 1988). A szénhidrátokat több szempont szerint csoportosíthatjuk. Kémiai szerkezetük alapján beszélhetünk egyszerű és összetett szénhidrátokról, míg a gyümölcsökben betöltött szerepük alapján megkülönböztetünk: (a) az édes íz kialakításáért, (b) a szöveti struktúra, gyümölcshús-állomány meghatározásáért felelős vázanyag szénhidrátokat és (c) tartaléktápanyag szénhidrátokat.

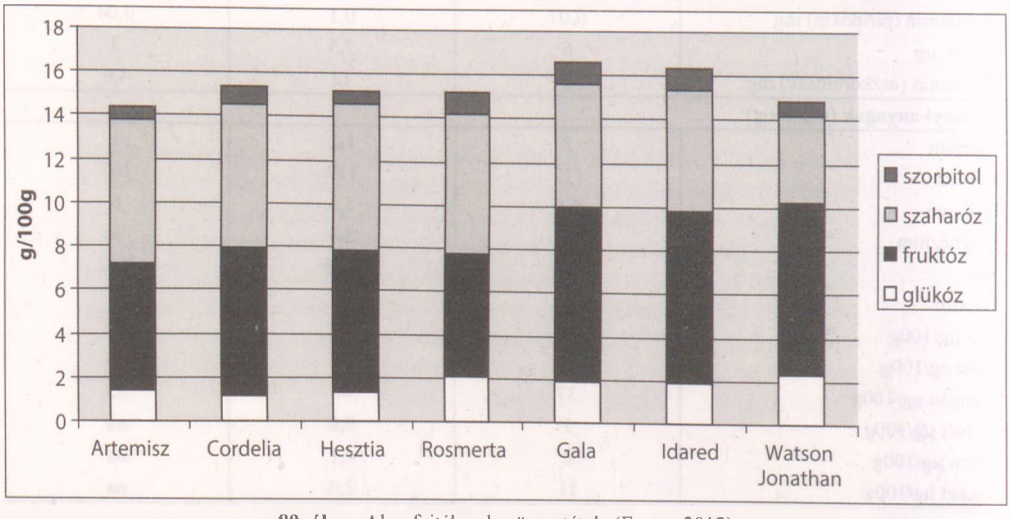
a) Az édes ízt meghatározó szénhidrátok

A gyümölcsök édes ízét meghatározó két legfontosabb monoszacharid a glükóz és a fruktóz, valamint az ezek összekapcsolódásával létrejött diszacharid a szacharóz. Ezen szénhidrátok az egyes fajokban igen eltérő mennyiségben fordulnak elő (FRIEDRICH et al. 1986, SOUCI et al. 2008). Az alma legnagyobb mennyiségben fruktózt tartalmaz, ezért jól beilleszthető a diétás étrendbe. Rendszeres fogyasztása stabilizálja a vércukorszintet, kontrollált mennyiségben a cukorbetegek is fogyaszthatják (FORD–MOKDAD 2001).

PETKOVSEK et al. (2007) varasodásrezisztens és fogékony almafajtákban 9–38 g/kg glükóz, 52–90 g/kg fruktóz, 30–80 g/kg szacharóz és 2–10 g/kg szorbitolmennyiséget mutatott ki. Saját kutatási eredményeink alapján a hazai rezisztens almafajták magas fruktóz- és alacsony glükóztartalmának köszönhetően kedvező glükóz-fruktóz arányt mutatnak, ezért a diétás étrend szerves részét képezhetik (89. ábra).

A tápanyagtáblázatokban közölt átlagos, fajra vonatkoztatott adatoktól eltérően az egyes fajták összes cukortartalma tág határok között mozog (9–20%). A 'Baumann renet' és 'Nemes sóvári' régi almának alacsony (9,8%), a 'Gala', az 'Elstar', az 'Idared', a 'Golden Delicious', a 'Braeburn' és a 'Fuji', valamint a 'Bőrkormos renet' és a 'Kanadai renet' gyümölcseinek közepes (11,5–16%), a 'Muskotály renet' (17,7%) és a 'Jonagold' (18,3%) gyümölcseinek magas, míg a 'Masánszky' nosztalgia almának (20%) igen magas is lehet az összes cukortartalma (TÓTH et al. 2005, HECKE et al. 2006, PAPP et al. 2011).

A cukorkomponensek aránya is igen eltérő az egyes fajták gyümölcseiben (HECKE et al. 2006, PETKOVSEK et al. 2007). HECKE et al. (2006) kutatási eredményeit bemutató ábra szerint a fő árufajták ('Braeburn', 'Elstar', 'Fuji', 'Gala', 'Golden Delicious', 'Idared', 'Jonagold')



89. ábra. Almafajták cukorösszetétele (FICZEK 2012)

fruktóztartalma 55–89 g/kg, glükóztartalma 5–20 g/kg, szacharóztartalma 28–85 g/kg között van. A 'Jonagold' gyümölcseiben más árufajtákhoz képest (28–50 g/kg) jóval nagyobb a szacharóz koncentráció (85 g/kg), amelyhez magas fruktóztartalom (89 g/kg) is párosul. A 'Fuji' (82 g/kg) és a 'Jonagold' gyümölcseiben több a fruktóz, mint a 'Braeburn' (75 g/kg), 'Golden Delicious' (74 g/kg), 'Idared' (68 g/kg), 'Elstar' (64 g/kg) és 'Gala'(64 g/kg) esetében (HECKE et al. 2006). Saját mérési eredményeink alapján a diétás étrendben kiemelt szerepet kaphatnak az igen alacsony glükóz-fruktóz aránnyal jellemezhető tanszéki fajtaújdonságok, a 'Cordelia' (0,17) és a 'Hesztia'(0,2) (89. ábra).

b) Vázanyag-poliszacharidok

A gyümölcsök szöveti struktúrájának, állományának kialakulásában a vázanyag-poliszacharidok meghatározó jelentőséggel bírnak. Ezek édes ízzel nem rendelkező, nem emészthető élelmi rostok, melyek közül az elsődleges sejtfal és a középlemez fő komponenseit alkotó pektinvegyületeknek tulajdonítható a legnagyobb szerep. A pektinek más sejtalkotókkal (cellulóz, hemicellulóz) kötéseket hoznak létre, ezáltal növelve a sejtfal mechanikai szilárdságát, rugalmasságát (MCCANN–ROBERTS 1991).

A pektinek minőségi és mennyiségi változása a sejtfalszerkezet átalakulásán keresztül a gyümölcshús szöveti állományának változását eredményezi (KNEE 1973, RENARD–THIBAULT 1993), amely folyamatos puhulást jelent az érés és eltartás során (SIDDIQUI et al. 1996, WALDRON et al. 2003). Szoros összefüggés van tehát a gyümölcsök sejtfalába beépülő pektintartalom és a húskeménység között, amely egyaránt meghatározza az egyes almafajták tárolhatóságát és a feldolgozási lehetőségeket.

Saját kísérleteinkben három év eredményei alapján kimagasló húskeménység értéket (8,3 kg/cm^2) és pektintartalmat (0,87%) mértünk a 'Cordelia' esetében, s a két mért érték között szoros korrelációt (R^2=0,99) tapasztaltunk (FICZEK 2012). Az 'Idared'-hez (0,76%) hasonló pektintartalma volt az 'Artemisz' (0,72%), a 'Hesztia' (0,74%) és a 'Rosmerta' (0,71%) gyümölcsmintáinak. BILLY et al. (2008) a 'Fuji' (0,7%) gyümölcseiben a hazai rezisztens fajtákéhoz hasonló, a 'Golden Delicious' (2,9%) gyümölcsökben viszont e fajtáknál jóval nagyobb értéket mért. Jelentősen kisebb pektintartalmat a 'Gala' (0,33%) és a 'Watson Jonathan' (0,52%) gyümölcseiben tapasztaltunk (FICZEK, 2012).

A régi fajták között a pektintartalomban igen nagy eltérés van,, mégis megállapíthatjuk, hogy általában jobbak e tekintetben, mint az árufajták. A 'Téli sóvári' (0,52%) a 'Batul' (0,53%) és a 'Muskotály renet' (0,58%) értékei a jelenlegi üzemi fajtákéhoz hasonlóak. A 'Londoni pepin' (0,74%) és a 'Téli aranyparmen' (0,91%) gyümölcseinek azonban nagyobb a pektintartalma. A legnagyobb értéket a 'Bleinheimi renet' (1,04%) esetében mértük, amely több mint kétszeres mennyiségű pektint tartalmaz, mint a legtöbb üzemi fajta. Ugyanakkor a legkisebb értéket is egy régi almafajta, a 'Sárga szépvirágú' (0,36 %) mintájában mértük (PAPP et al. 2011).

Az alma gyümölcsének pektintartalma nem csupán a gyümölcshús konzisztenciáját és a tárolhatóságot befolyásolja, hanem egyik fő egészségvédő értékét is jelenti (YOSHIOKA et al. 1994, BILLY et al. 2008). A pektin vízben oldódó rost, megköti a különféle rákkeltő anyagokat, nehézfémeket (ólom, higany), amelyek így távoznak a szervezetből (SERGUSCHENKO et al. 2007). Szakirodalmi adatok alapján az almagyümölcs fogyasztása az anyagcsere védelmét biztosítja (BOYER–LIU 2004).

Tanszéki eredményeinkben a hazai rezisztens fajták az 'Idared'-hez hasonló, de a 'Watson Jonathan' és a 'Gala' gyümölcseinél jelentősen magasabb pektintartalommal rendelkeznek (14. táblázat). A 'Cordelia', valamint a 'Téli aranyparmen' és 'Bleinheimi renet' kiemelkedő pektintartalmuk miatt jelentős szerepet érdemelnének az egészségmegőrző táplálkozásban. A húskeménységet a gyümölcs keményítőtartalma is befolyásolja, azonban a keményítő tartaléktápanyagként is fontos szerepet játszik a gyümölcs érési folyamataiban.

14. táblázat

Almafajták pektin- és az összes polifenoltartalma a 2009–2011 évek átlagában (TÓTH et al. 2012)

Fajta	Pektin (%)	Összes polifenol (mg GS/l)
Artemisz	0,72	191
Cordelia	0,87	244
Hesztia	0,74	392
Rosmerta	0,71	285
Gala	0,33	107
Idared	0,76	184
Watson Jonathan	0,52	144

(GS: gallus sav)

c) Tartaléktápanyag szénhidrátok

Az almatermésű gyümölcsök tartaléktápanyagát jelentő poliszacharid a keményítő, amely a gyümölcsérés során fokozatosan cukrokká alakul. Az almagyümölcsben található kétféle keményítő az amilóz és az amilopektin. Az érés során az amilóz mennyiségének változása káliumjodid segítségével kimutatható. A keményítő hidrolízise a gyümölcsérés egyik legfontosabb indikátora, amely lehetővé teszi az optimális szedési idő meghatározására kidolgozott keményítőskálák használatát (HÁMORINÉ 1974, HÁMORINÉ–VÁRADINÉ 1990, LAU 1985, BLANPIED–SILSBY 1992).

A keményítő lebomlás mintázatának változásában jelentős különbségek vannak a fajták között. SZALAY et al. (2012) 24 kiválasztott almafajta keményítőlebomlás vizsgálata alapján fajtákra jellemző, különböző mintázatokat kaptak, s ez alapján 4 csoportba (foltos, csillag, alaktalan, gyűrűs) sorolták a vizsgált fajtákat.

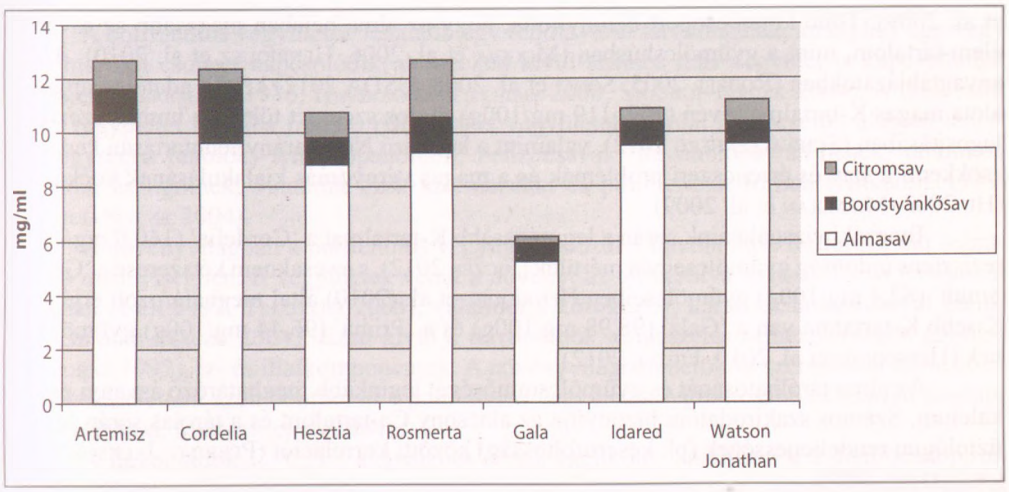
2. SZERVES SAVAK

A gyümölcsök savai főként gyenge savak, amelyek a fotoszintézis során keletkezett cukrokból képződnek (KÁLLAY 2010). A növényvilág szerves savait LÁSZTITY (1981) szerint két nagy csoportba sorolhatjuk: (1) illó savak (pl. hangyasav, ecetsav, vajsav); (2) nem illó savak (pl. almasav, citromsav, tejsav, oxálsav, borkősav).

Az almagyümölcsök fő szerves savait az alma-, citrom- és borostyánkősav jelentik (RODLER 2005, SOUCI et al. 2008), de kisebb mennyiségben tartalmaznak egyéb szerves savakat (aszkorbinsav, kinasav, mevalonsav, borkősav, fumársav, oxálecetsav, galakturonsav, glukononsav, szalicilsav, sikiminsav), amelyek fontos szerepet játszanak az aminosavak, alkaloidok és heterociklikus vegyületek bioszintézisében (LÁSZTITY 1981). Az almatermésű gyümölcsökben az almasav dominál (FRIEDRICH et al. 1986), azonban az egyes fajták savtartalmában jelentős eltérések vannak.

Alacsony a 'Golden Delicious' és a 'Florina' (5–6 g/kg), közepes a 'Fuji', a 'Braeburn' és a 'Rubinola' (7–9 g/kg), míg igen nagy a 'Jonagold', a 'Goldrush', a 'Goldstar', a 'Red Elstar' és a 'Topaz' gyümölcseinek (12–14 g/kg) az almasavtartalma (HECKE et al. 2006, PETKOVSEK et al. 2007). A régi almafajták almasavtartalma is igen széles skálán mozog. HECKE et al. (2006) szerint igen magas savtartalom jellemző a 'Piros Boskoop' (17,8 g/kg) és a 'Masánszky alma' (16,79 g/kg) esetében. TÓTH et al. (2005b) magas, jóval 10 g/kg feletti savtartalmat mértek a 'Baumann renet', a 'Kanadai renet' és a 'Nagy zöldalma' gyümölcseiben.

A hazai rezisztens fajták, valamint az 'Idared' és a 'Watson Jonathan' gyümölcseinek közepes vagy magas, a 'Gala'-nak alacsony az almasavtartalma (90. ábra). Az almagyümölcs savasságát a fő savkomponens mellett kis mennyiségben jelenlévő erősebb sav, a citromsav is befolyásolja,



90. ábra. Almafajták savösszetétele (FICZEK 2012)

amely csupán 0,1–1 g/kg mennyiségben jellemző az egyes fajtákra (90. ábra). Az almagyümölcs aszkorbinsav-tartalma (5–12 g/100g) kicsi (13. táblázat), azonban a fejenkénti gyümölcsfogyasztás alapján mégis jelentős C-vitamin forrást jelenthet a humán szervezet számára.

3. ÁSVÁNYI ANYAGOK

A korszerű táplálkozásban egyre nagyobb hangsúlyt kap a táplálékok ásványianyag-tartalma, hiszen nélkülözhetetlenek a szellemi frissesség és a testi erő megőrzése érdekében, közrejátszanak az energiaszolgáltató anyagcsere-folyamatokban stb. Az emberi szervezetből folyamatosan eltávoznak, ezért pótlásuk csak táplálkozás útján lehetséges. Az ásványi anyagok természetes forrásból történő pótlására a gyümölcsök és a zöldségek kiválóan alkalmasak (RODLER 2005).

A gyümölcsök makro- és mikroelem összetétele fajtánként eltérő, azonban ezt a talaj felvehető tápelemtartalma, a tápanyaggazdálkodás, a növényvédőszerek minősége és mennyisége, valamint a környezeti hatások is jelentősen befolyásolják (DEBRECZENINÉ–SÁRDI 1999). Mivel az állatok és az emberek a növényeken keresztül jutnak a szervezetük működéséhez szükséges ásványi anyagokhoz, a növények pedig a talajhoz kötöttek, az „ásványianyag-tápláléklánc" legfontosabb elemének a talajt tekinthetjük (OLIVER 1997).

Az ásványi anyagok összességükben szervezetünk 4–5%-át teszik ki, melynek kb. felét a kalcium, negyedét a foszfor, míg a fennmaradó hányadot az egyéb ásványi elemek jelentik (RODLER 2005).

Az ásványi anyagok két nagy csoportját különböztetjük meg: (a) makroelemek, amelyek a szervezetünkben a test tömegének 0,005%-nál nagyobb mennyiségben fordulnak elő; (b) mikroelemek, amelyek ennél kisebb mennyiségben vannak jelen (PAIS 1999).

a) Makroelemek

Az alma a humán szervezet zavartalan működéséhez fontos ásványi anyagokat is tartalmaz, főként káliumot, kalciumot, magnéziumot és foszfort. Az almafogyasztás a gyümölcs kedvező makroelem-tartalma (Ca, Mg, K, Na) révén hozzájárul a szervezet ideális Na+Ca / K+Mg = 1 arányának fenntartásához, a megfelelő ionháztartás biztosításához (MOGGIA et al. 2006, PAPP

et al. 2009). Több kutatócsoport bizonyította, hogy az alma héjában magasabb az ásványi-elem-tartalom, mint a gyümölcshúsban (MOGGIA et al. 2006, HENRÍQUEZ et al. 2010). A tápanyagtáblázatokban (RODLER 2005, SOUCI et al. 2008, USDA 2012) közölt adatok alapján az alma magas K-tartalma révén (107–119 mg/100g) fontos szerepet tölt be a humán szervezet lúgosításában (SCHWALFENBERG 2012), valamint a kedvező Na/K-arány fenntartásán keresztül csökkenti a szív és érrendszeri problémák és a magas vérnyomás kialakulásának kockázatát (HU 2003, MIRMIRAN et al. 2009).

Tanszéki vizsgálataink során a legmagasabb K-tartalmat a 'Cordelia' (140,9 mg/100g) rezisztens újdonság gyümölcseiben mértünk (FICZEK 2012), s ez csaknem kétszerese a 'Granny Smith' (82,4 mg/100g) gyümölcseiben HENRÍQUEZ et al. (2010) által meghatározott értéknek. Kisebb K-tartalma van a 'Gala' (98,98 mg/100g) és a 'Prima' (96,44 mg/100g) gyümölcseinek (HENRÍQUEZ et al. 2010, FICZEK 2012).

Az alma tárolhatóságát és gyümölcsminőségét leginkább meghatározó ásványi elem a kalcium. Számos szakirodalom bizonyítja az alacsony Ca-tartalom és a tárolás során fellépő fiziológiai rendellenességek (pl. keserűfoltosság) közötti korrelációt (PERRING–JACKSON 1975, CALU et al. 2009).

b) Mikroelemek

A mikroelemek (főként fémek) létfontosságú szerepet töltenek be a szervezet anyagcserefolyamatainak zavartalan lejátszódásában, a szervezetben megjelenő szabadgyökök elleni védelemben, valamint a védekező rendszer hatékonyságának szabályozásában (BLÁZOVICS et al. 2003). A metalloenzimek integráns részét képezik, ugyanakkor jelenlétük szükséges számos enzim aktiválásához, eredményes működéséhez (PAIS 1999).

Az alma esszenciális mikroelem-tartalmának (pl. Fe, Mn, Cu, Zn) köszönhetően segíti az antioxidáns védelmi mechanizmusban fontos szerepet betöltő enzimek működését. Az alma a mikroelemek közül a legnagyobb mennyiségben vasat tartalmaz, kisebb mennyiségben mangánt, rezet és cinket, azonban az egyes fajták, valamint a gyümölcsök különböző részei (héj, gyümölcshús) között e tekintetben igen nagy eltérések mutatkoznak. HENRÍQUEZ et al. (2010) szerint a 'Fuji' gyümölcshéja kiemelkedő mennyiségben tartalmaz vasat (0,99 mg/100g) és rezet (0,15 mg/100g). A 'Red Delicious' gyümölcshéjában más fajtákhoz képest magas mangánmennyiséget (0,39 mg/100g), a 'Tenroy' (Royal Gala) gyümölcshéjában jelentős cinktartalmat (0,13 mg/100g) mértek.

A szervetlen elemi komponensek a szerves hatóanyagokkal (pl. polifenolos vegyületek) igen különböző komplexeket alkotnak. E komplexek kölcsönhatása (szinergizmus, antagonizmus) befolyásolja felszívódásukat és a humán szervezetben történő hasznosulásukat. Emiatt az elemek abszolút mennyiségein kívül azok koncentrációinak egymáshoz viszonyított aránya is fontos (SZENTMIHÁLYI–THEN 1999, STEFANOVITSNÉ et al. 2009).

4. POLIFENOLOS VEGYÜLETEK

A növényvilágban széles körben elterjedt polifenolos vegyületek, a növényi metabolizmus másodlagos termékei, amelyek védik a növényi sejtet a különböző exogén vagy endogén károsító hatásokkal szemben. E vegyületek nem jelentenek tápértéket az ember számára, vagyis az élelmiszerek nem tápanyag komponensei közé tartoznak. Ugyanakkor számos tanulmány bizonyítja egészségvédő, egészségmegőrző hatásukat (HAVSTEEN 2002), de a humán szervezetben való hasznosulásuk még nem teljesen tisztázott. A kedvező élettani hatás – rákellenes, immunerősítő, antiallergén, gyulladáscsökkentő, mikrobaellenes, értágító és trombózist megelőző hatás – hátterében antioxidáns tulajdonságaik és szabadgyök befogó képességük áll.

A polifenolos vegyületek legalább egy fenolgyűrűt tartalmaznak, amelyhez egy vagy több hidroxil csoport kapcsolódik, de ezeken kívül számos más vegyület is kapcsolódhat hozzájuk (Herrmann 1976, Harborne–Williams 2000, Shahidi–Naczk 2004). A több mint 8000 vegyületet magába foglaló polifenolos vegyületek kémiai szerkezetük alapján lehetnek egyszerű fenolok, fenilpropanoidok, benzoesavak, flavonoidok, stilbének, tanninok, lignánok és ligninek, valamint ezek származékai és polimerizált formái (Harbone 1989, Shahidi–Naczk 2004).

A növényvilágban a polifenolos vegyületek közül a flavonoidok fordulnak elő legnagyobb mennyiségben. E vegyületek védik a növényt az ultraibolya sugarak káros hatásaival (Cuadra et al. 1997, Treutter 2005), valamint a kórokozók, kártevők támadásaival szemben (Shahidi–Naczk 2004). Ezen kívül a flavonoidok természetes színezőanyagok (Saito–Harborne 1992), íz- és illatkomponensek. A növényvilágban betöltött szerepükön túlmenően táplálkozásélettani szempontból is a polifenolos vegyületek legfontosabb csoportját jelentik (Lugasi 2000a, Manach et al. 2004).

A flavonoidok C_6-C_3-C_6 alapvázból állnak (aglikon), amelyben a 2 fenilbenzopiron gyűrűrendszer egy oxigénatomot tartalmazó heterociklikus pirán vagy piron gyűrűn keresztül kapcsolódik (Singleton 1981, Tripoli et al. 2007). A természetben főként glikozidos formában fordulnak elő. Az aglikonhoz leggyakrabban glükóz vagy ramnóz molekulák kapcsolódnak, de gyakori a galaktóz, az arabinóz és a xilóz molekulákkal alkotott glikozidos formák előfordulása is. Az antioxidáns hatás erőssége pozitív korrelációt mutat a hidroxiláció mértékével, és negatív korrelációt a cukor oldalláncok számával.

A flavonoidokhoz a következő vegyületcsoportok tartoznak: flavonok, flavonolok (3-hidroxi-flavonok), flavanonok (2,3-dihidro-flavonok), flavanonolok (3-hidroxi,2,3-dihidro-flavonok), antocianidinek, proantocianidinek (leuko-antocianidinek), katechinek, kalkonok és auronok (Tripoli et al. 2007). A flavonoidok relatíve stabil vegyületek, vagyis hőre, oxigénre és enyhe pH-változásra általában nem érzékenyek (Aherne–O'Brien 2002), ezért az élelmiszerek flavonoidtartalma kíméletes feldolgozóipari eljárások alkalmazásával megőrizhető.

a) Az almagyümölcs összes polifenoltartalma

Az adott fajta genetikai háttere alapvetően meghatározza a gyümölcs antioxidáns tulajdonságait (Zimmermann–Galensa 2007), azonban a polifenolos vegyületek képződését a környezeti és termesztéstechnológiai tényezők is befolyásolják (Robards–Antolovich 1997). Több tanulmány beszámol a növények betegségekkel szembeni rezisztenciájának és az antioxidáns anyagok mennyiségének pozitív korrelációjáról (Treutter 2001, 2005, Petkovsek et al. 2007). Usenik et al. (2004) szerint az almagyümölcs összes polifenoltartalma meghatározza az almavarasodás [*Venturia inaequalis* (Cke./Wint.)] kórokozóval szembeni rezisztencia/fogékonyság mértékét. Saját eredményeink (99–451 mg GS/l) a kanadai nemesítésű almahibridek és kereskedelmi fajták (Khanizadeh et al. 2008) összes polifenoltartalmával (194–479 mg GS/l) közel egybehangzóak voltak. Magasabb és rendkívül széles határok között ingadozó értékeket mért Sanoner et al. (1999) francia nemesítési programból származó ciderfajták és hibridek gyümölcseiben (110–600 mg GS/l), valamint Petkovsek et al. (2007) varasodásrezisztens és fogékony fajták gyümölcseiben (215–652 mg GS/l).

Tanszéki eredményeink alapján (14. táblázat) a legalacsonyabb összes polifenoltartalom a 'Gala' világfajta gyümölcseiben volt (107 mg GS/l), s ennél 3,6-szor nagyobb a polifenoltartalma az új 'Hesztia' rezisztens fajtának (392 mg GS/l). E fajta gyümölcse a jövőben antioxidáns tulajdonságai miatt kiemelt szerepet kaphat az egészségmegőrző táplálkozásban (Tóth et al. 2012). Az új tanszéki fajták közül legalacsonyabb, az árufajtákéhoz ('Idared', 'Watson Jonathan') hasonló összes polifenoltartalma az 'Artemisz' gyümölcseinek van. Ennek húsa barnulásra sem hajlamos, ezért almaszirom előállítására is alkalmas. A szakirodalmi adatok és saját kutatási

eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy számos új multirezisztens fajta felülmúlja a jelenlegi árufajták gyümölcseinek összes polifenoltartalmát.

b) Az almagyümölcs legjelentősebb flavonoidvegyületei

Az almagyümölcs flavonoidokban különösen gazdag, de ezen vegyületek mennyiségét azonban több tényező befolyásolja; mint a fajta, a klimatikus adottságok, a szedési idő, a tárolási feltételek, és a feldolgozóipari technológiák. Számos tanulmány számol be az almagyümölcs flavonoidprofiljáról (Escarpa–Gonzalez 1998, Boyer–Liu 2004), amelyek alapján a gyümölcs fő flavonoid vegyületei a kvercetin-3-galaktozid, a kvercetin-3-glikozid, a kvercetin-3-ramnozid, a katechin, az epikatechin, a procianidin, a cianidin-3-galaktozid, a kumarinsav, a klorogénsav, a galluszsav és a floridzin. Igen nagy különbségek mutatkoznak azonban a gyümölcshéj és gyümölcshús flavonoidtartalmában. E vegyületek koncentrációja fajtától függően 2–6-szor nagyobb a gyümölcshéjban, mint a gyümölcshúsban. Ez alól kivételt jelent a klorogénsav, amelyet a gyümölcshús tartalmaz nagyobb mennyiségben, valamint a kvercetin glikozidok, amelyek kizárólag csak a gyümölcshéjban mutathatók ki (Boyer–Liu 2004). Jelentős különbségek vannak a gyümölcsök napos és árnyékos oldalának flavonoidtartalmában is, főként a cianidin-3-galaktozid (antocianin) és a quercetin-3-glikozid mennyiségében. A 'Jonagold' fajta cianidin-3-galaktozidban a gyümölcs napos oldalán 16-szor, kvercetin glikozidokban 4-szer gazdagabb volt, mint az árnyékos oldalon (Awad et al. 2000).

A tanszékünkön végzett mérések is bizonyították a napégés, mint abiotikus stressz hatását a gyümölcsök héjában és húsában található klorogénsav és rutin mennyiségére (15. táblázat). A gyümölcsöket ugyanarról a termőgallyról szedtük, tehát egyértelműen kijelenthető, hogy a napégett gyümölcsrészben jobban koncentrálódik e két vegyület. Legnagyobb eltérés a 'Jonagold Schneica' (Jonica) esetében volt a rutin mennyiségében: a napégett gyümölcshúsban 30-szor több volt a rutin, mint a napégéstől mentes gyümölcsökben.

15. táblázat

A napégés hatása a klorogénsav és rutin koncentrációjára az almagyümölcsök húsában (Tóth–Ficzek–Sándor új adat)

Fajta	Kezelés	Klorogénsav	Rutin
		µg/g sza.	
Jonica	kontroll	625,78	7,87
Jonica	napégett	751,31	233,30
Golden Delicious	kontroll	501,52	14,09
Golden Delicious	napégett	566,53	89,63
Freedom	kontroll	718,17	23,65
Freedom	napégett	871,26	73,69

A flavonoidok egyik fő csoportját az antocianinok jelentik, amelyek a gyümölcshéj fedőszínének kialakulásáért felelősek. A humán táplálkozásban is fontos szerepet játszó antocianidin vegyületek a cianidin, pelargonidin, peonidin, delfinidin, petunidin és malvidin, valamint ezek glikozidjai (Kong et al. 2003).

Az utóbbi évtizedben az almanemesítési célok között is előtérbe került a vörös hússzín, s több analitikai vizsgálat is bebizonyította, hogy ezeknek a fajtáknak számos előnyük van a hagyományos hússzínű fajtákkal szemben. Rupashinge et al. (2010) szerint a Brix és a titrálható savtartalom tekintetében nincs jelentős eltérés a kétféle csoport között. Ugyanak-

kor a vörösbélű almák nemcsak a héjukban, hanem a húsúkban is tartalmaznak cianidin-3-galaktozidot (a 'Roberts' fajtában pl. 39 mg/l), s ezeknél az antioxidáns kapacitás is sokkal nagyobb volt, de a kétféle érték között nem volt kimutatható szoros korreláció.

A Semmelweis Egyetem Farmakognóziai Intézetével közösen végzett kutatásaink (Balázs et al. 2012) során három vöröshúsú genotípus (GFV-04 hibrid, *Malus* 'Geneva' és *Malus Niedwetzkyana*) bevonásával a hús és a héj polifenolos vegyületeinek széleskörű kvalitatív elemzését HPLC-DAD-MS/MS módszerrel végeztük el. Mindhárom héjminta gazdagabb volt polifenolos vegyületekben, mint a húsminták, közülük leggazdagabb volt a *Malus* 'Geneva' héja. 16 polifenolos vegyületet, köztük számos O-glikozidot, antocianidin és kvercetin származékot és két kalkonszármazékot is azonosítottunk. Míg antocianinok a héjban és húsban is azonosíthatók voltak, a kvercetinszármazékok jelenléte főként a héjra volt jellemző.

c) Tanninok, mint a boralmafajták kritériumai

Az almabor (angolul: cider, franciául: cidre, spanyolul: sidra) különleges fajtákat igényel, mivel az alkoholos erjesztés sikeréhez meghatározott beltartalmi adottságokra van szükség. Itt jegyezzük meg, hogy az USA-ban az Európában és Ausztráliában meghonosodottól eltérő elnevezéseket és fogalmakat használnak. Ott a cider (fresh cider, sweet cider) alatt alkoholmentes almalevet értenek, s az almabort „hard cider" elnevezéssel illetik.

Az európai értelmezésű cider (almabor) készítésére [(Bamforth 2005, Williams 1996) cit. Vysini et al. 2011] szerint csak olyan fajták alkalmasak, amelyek magas cukortartalommal (>15%) rendelkeznek, jelentős a tannintartalmuk (legalább 10-szerese az étkezési fajtákra jellemzőnek), savtartalmuk 0,1% és 1% között változó lehet, préselésükkel jellemzően nagy mennyiségű lényeredék érhető el, s nem utolsósorban kellemes almaízzel és aromával rendelkeznek. Betakarítás után pár hétig a húsállomány romlása nélkül elállnak, miközben gyümölcsükben a keményítő cukorrá bomlik.

A speciális boralmafajtákon belül is elég nagy a változatosság, ezért a Long Ashton Gyümölcskutató Intézetben a 16. táblázatban bemutatott osztályozást dolgozták ki a gyümölcsök tannin- és savtartalma szerint. Az angol és francia fajták ilyetén csoportosítása többek között Crassweller és Greene (2003), valamint Vysini et al. (2011) munkáiban olvasható. Például az édes (sweet) csoportba tartozik a 'Tall Sweet' és 'Bisquet', továbbá csípős (sharp) a 'Judaine' és 'Frederick', keserédes (bitter-sweet) a 'Dabinett' és 'Dove', valamint keserűcsípős (bitter-sharp) a 'Kermerrien' és 'Kingston Black'.

16. táblázat

Cideralmák osztályozása Vysini et al. (2011) *szerint*

	Savtartalom < 0,45%	**Savtartalom > 0,45%**
Tannintartalom < 0,2%	Édes	Csípős
Tannintartalom > 0,2%	Keserédes	Keserű csípős

Marks et al. (2007) cit. Vysini et al. (2011) a 'Golden Delicious' kontrollal összehasonlításban megállapította, hogy a boralmafajták sokkal gazdagabbak polifenolos vegyületekben, mint az étkezési fajták, s a gyümölcshéjban ezeknél is nagyobb az összes polifenoltartalom (546–6306 mg/kg sza.), mint a gyümölcshúsban (230–4920 mg/kg sza.). Öt polifenolcsoport 15 különböző vegyületét azonosították a boralmafajtákban, s a héjban az epikatechin és a kvercetin glikozidok, a húsban pedig a neoklorogénsav és az epikatechin dominált. A polifenolos vegyületek az almabor tetszetősségét, ízét és minőségét is befolyásolják. A csípősség és a keserűség aránya határozza meg az almabor ízlelési érzetét a szájban.

5. AROMAANYAGOK

Az almagyümölcsben lévő anyagok kémiai kölcsönhatása következtében kialakuló jellegzetes aroma (illat és íz) érzékszervi ingerületet vált ki, amely alapvetően meghatározza a fogyasztói megítélést, valamint befolyásolja a feldolgozási lehetőségeket. Az almafajták ízvilágukban és illatanyagaikban óriási változatosságot mutatnak. Edward Bunyard írta, hogy *„az alma íze oly sokrétű, mint a virágok illata"* (MORGAN–RICHARDS 2002). A gyümölcsök ízét elsősorban az édesség és savasság kapcsolata határozza meg (HARKER et al. 2002). Az ebből számítható cukor-sav arány, valamint a THIAULT (1970) által kidolgozott Pomona érték [cukor (g/l) + 10 x sav (g/l)] a gyümölcsminőség jellemzésére is szolgálhat. A magas cukortartalomhoz párosuló magas savtartalom harmonikus, intenzív jó ízt biztosít, míg a túl sok sav savanyúvá, a túl kevés lágy ízűvé teszi a gyümölcsöt.

17. táblázat

*Alma ízcsaládok az étkezési almafajták besorolására (*MORGAN–RICHARDS 2002; TÓTH *új adat)*

Ízcsalád	Az ízcsalád génforrása	Fajta
Üdítő, élénk gyümölcsös		Beauty of Bath, Millers Seedling, James Grieve, Gravensteini, Filippa, Akerö, Asztraháni piros, Gala, Szechenyi renet, Desseffy Arisztid
Epres	Worcester Pearmain, Devonshire Quarrenden	Bens Red, Duchesss Favourite, Discovery, Katy, Baumann renet
Málna	Renet Rouge Étoilée	Rubens, Esopus Spitzenberg, Northern Spy, Vista Bella, Simonffy piros
Borízű	McIntosh	Melba, Beverly Hills, Spartan, Summerred, Julyred, Artemisz
Erős gyümölcsös	Golden Pippin	Summer Golden Pippin, Downton Pippin, Yellow Ingestrie, Kerry Pippin, Wyken Pippin, Búzával érő alma, Jolánka, Szacsvay Tafota, Herceg Batthány alma, Hesztia
Édes aromás Cox	Cox Orange Pippin	Superb, Alkmene, Tumaga, Kidds Orange Red, Lucullus, Prins Bernhard, Prinses Irene
Erős aromás Cox	Ribston Pippin	Holstein, Sunset, Suntan, Jupiter, Fiesta
Édes és illatos	Delicious	Sweet Delicious, Redgold, St Martins, Shin Indo, Ízletes zöld, Téli aranyparmen
Mézes	Golden Delicious	Sweet Delicious, Redgold, Shin Indo, Sweet Cornelly, Elstar, Mutsu
Ánizsos	Ellison's Orange	Merton Beauty, Cellini, Fenouillet
Rozsdás (páfrány)	Egremont Russet	King Russet, Ross Nonpareil, Fenouillet
Mogyorós	Golden renet	Bleinheimi renet, Orleans renet, Claygate Pearmin, Adms Pearmin, Fekete tányéralma
Ananászos	Court Pendu Plat, Newton Pippin	Suntan, Ananász renet, Pineapple Russet, George Pearmin, Roter Ananas, Cordelia
Édes-csípős	Nonpareil	Ashmeads Kernel, Rosemary Russet, Stummer Pippin, Orbai alma
Banános		Ard Cairn Russet, Dodd
Édes vaníliás	Massachusetts	American Mother
Szerecsendiós		Essexs, DArcy Spice

Az illat kialakításában jelentős szerepe van az alkohol-, éter- és észterszármazékoknak, terpenoidoknak, aldehideknek. Bár e tekintetben a fajták nincsenek módszeresen kielemezve, MORGAN és RICHARDS (2002) szerint csupán két fajta, a 'Red Delicious' és 'Golden Delicious' gyümölcseiben 200 különböző illékony anyagot – étereket, aldehideket, észtereket stb. – mutat-

tak ki. Az illékony anyagok, valamint a cukrok és savak keveréke együttvéve minden fajta számára egyedi ízt biztosít. Ugyanakkor az íz- és illatanyagok kialakulását – vagyis az almagyümölcs aromáját – ugyancsak befolyásolják a klimatikus adottságok, a termesztéstechnológia, az érettségi állapot, valamint a gyümölcstárolási körülmények (Defilippi et al. 2005).

Az íz gyakran tükrözi az évszakot is, melyben a gyümölcs érettté válik. A nyári almák ropogósak, frissítőek, lédúsak, bővelkednek az élénk savakban, majd ahogy az almaszezon végéhez közeledünk, az ízek egyre karakteresebbek lesznek.

Bár az almák íze és zamata végtelenül változékony, Morgan és Richards (2002) szerint családokba lehet sorolni azokat egy általános karakteres íz alapján, mely gyakran valamely ősükre utal (17. táblázat). Így azon fajták, amelyek pedigréjében szerepel a 'Cox narancs renet', gyakran a Cox íz elemeit tartalmazzák. A 'Golden Delicious' nagyon sok utódjának adta át az igen édes, mézes ízminőségét, s a legtöbb 'McIntosh'-tól származó alma rendelkezik annak karakteres, puha, lédús húsával és ízével. Ugyanakkor a több évszázados fejlődést követően sok fajtát hiába próbálunk besorolni egy adott ízcsaládba, egyedülálló ízharmóniájukkal kiemelkednek a többi közül. Rengeteg megközelítés létezik, s az ízzel kapcsolatos megfigyelések nagyon szubjektívek, mégis az 17. táblázatban szereplő osztályozás általános útmutatóként javasolható.

XI. AZ ALMA BETEGSÉGEI ÉS KÁRTEVŐI

1. AZ ALMA BETEGSÉGEI

a) Vírusos betegség

Almamozaik (Apple mosaic Ilarvirus (ApMV))

A vírus széles gazdakörrel rendelkezik, mintegy 19 családba tartozó 65 növényfajt képes fertőzni (FULTON 1968). Főleg a Rosaceae családba tartozó növényfajokon gyakori. Fontosabb gazdanövénye a rózsa, mogyoró, vadgesztenye, málna, nyírfa, komló. Almán a betegség faiskolákban és ültetvényekben egyaránt előfordul. A fertőzött fán jelentkező kár elérheti a 60%-ot (POSTMAN–CAMERON 1987).

Tünetek, életmód. A világossárga, fehéres, szabálytalan formájú mozaiktünetek élesen elkülönülnek a levelek zöld színétől. Gyakran a levélerek sárgulnak. A színes gyümölcsű fajtákon a mozaikos tünet szembetűnőbb. A vírus mechanikai úton, szemzéssel, oltással terjed. Rovarvektora nem ismeretes (AGRIOS 1988).

Védekezés. Ha a fa vírussal fertőződött, a kórokozó a fában marad egészen a fa pusztulásáig. A betegség elleni védekezés kémiai szerekkel eredménytelen, ezért a vírusellenállóságra való nemesítés jelentheti a megoldást. Vírusmentes szaporítóanyagot használjunk. Az almafajták fogékonysága között jelentős különbségek vannak, pl. a 'Jonathan' és a 'Golden Delicious' az erősen fogékony csoportba tartozik.

b) Fitoplazmás betegség

Almasöprűsödés *('Candidatus Phytoplasma mali')*

A betegség szórványosan előfordul Európa szinte valamennyi országában (EPPO 2006). Az EPPO A2 karantén listáján levő kórokozó magyarországi jelenlétét, a betegség tünetei alapján, már a hatvanas években gyanították. Kimutatása igen nehézkes, ugyanis fás tesztnövényre történő oltást és megfelelő molekuláris módszert igényel, ezért azonosítása csak 2002-ben történt meg Golden Delicious almafajtáról származó oltványokból (EMBER et al. 2004, BOHÁR–ZSOVÁK-HANGYÁL 2004).

Tünetek. A fertőzött növények elkeskenyedő levelei és hajtáscsúcsai bronzvörösek, a hajtások rendellenesen seprűsen elágazóak, „burjánzóak", a lombozat sárgul. A gyümölcsök kisebb méretűek, lapítottak, rendezetlenül színeződnek. Erős fertőzés a fák részleges, vagy teljes pusztulását okozhatja.

A kórokozó életmódja. Sejtfal nélküli mikroorganizmus, táptalajon nem tenyészthető. Átvitele és terjedése mechanikus úton, a növények szaporításával (beteg növényről történő oltás, szemzés) történik, vagy kabóca vektorokkal (*Cacopsylla* spp.). A fitoplazmás fertőzés leginkább a beteg fák gyökérzetéből vagy a háncsszövetből mutatható ki a nedvkeringés megindulásakor. A kórokozó mennyisége évenként is változik, a klimatikus tényezőktől függ.

Védekezés. Leginkább a megelőzésre kell törekedni, csak ellenőrzött oltóanyagot használjunk. Ajánlott a beteg fák eltávolítása, mert a fertőzés a fa teljes életciklusa alatt fennmarad. Ugyanakkor fontos a fitoplazmát terjesztő vektorok ellen is védekezni.

c) Baktériumos betegségek

Gyökérgolyva (*Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Towsend) Conn)

A gyökérgolyva betegség világszerte ismert. A baktérium, amely okozza, több mint 300 nemzetséghez tartozó, mintegy 600–700 kétszikű növényfajt képes fertőzni. Kártétele elsősorban a faiskolákban jelentős, ahol a fiatal növények teljes pusztulását okozhatja.

Tünetek. Az *A. tumefaciens* fertőzésének hatására az almafa gyökerén, a talaj felszínéhez közel, kis dudorok keletkeznek. A fiatal, lágy, krémszínű tumorok ilyenkor nehezen különíthetők el a sebzést fedő kallusz-szövettől. Az idősebb tumorok felszíne göcsörtössé, szivacsossá, széteső szerkezetűvé válik, színük megsötétedik. A fertőzött növények sok esetben törpülnek, a levelek sárgulnak.

A kórokozó életmódja. A kórokozó szaprofitonként a talajban több évig fennmarad. A gazdanövény fertőzéséhez sebzés szükséges. A sérülésen keresztül a baktérium extrakromoszómális DNS szakaszának egy része a TI (tumour inducing) szakasz a gazdasejtbe jut, azt transzformálja, s ezzel megindul a gazdaszövetben a tumorspecifikus anyagok (különböző opinok) szintézise és mennyiségének növekedése. Ehhez a szövetburjánzást kiváltó citokininek és auxinok túltermelődése párosul. A baktériumsejtek szaporodása a tumorok külső szövetének sejtközötti járataiban történik. A tumorkéreg könnyen leválik, a talajban fennmarad, majd új inokulumként szolgál a következő évben (Agrios 1988).

Védekezés. Fontos a faiskolai anyagok folyamatos szemléje, a tumoros anyag megsemmisítése. A beteg növények helyére fogékony fajta telepítése nem ajánlott, helyette néhány éven át egyszikű növények vethetők. A biológiai védekezés egyik jól szemléltető példája a szaprofiton *Agrobacterium radiobacter* K 84-es, antibiotikumot (Agrocin 84) termelő törzsének alkalmazása a gyökérgolyva leküzdésére. A módszer hibája az, hogy az antagonista baktérium *A. tumefaciens* nem mindegyik biotípusa ellen hatásos (Kado 2002).

Gyökérburjánzás (*Agrobacterium rhizogenes* (Riker et al.) Conn.)
Kisebb jelentőségű betegség, mint a gyökérgolyva, annak ellenére, hogy e baktériumfajnak is számos gazdanövénye ismert.

Tünetek, életmód, védekezés. A baktériumfertőzés hatására a főgyökérből számos egyforma vastagságú gyökér fejlődik, aminek következtében a gyökérzet bojtos, rojtos állományúvá válik. Életmódja hasonló mint az *A. tumefaciensé*, de az indukciós folyamat során, a sérülésen keresztül a baktérium extra-kromoszómális DNS szakaszának RI (root inducing) szakasza jut a gazdasejtbe (Kado 2002). Védekezni a faiskolában szükséges (ld. gyökérgolyvánál).

Tűzelhalás (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.)
A „tűzelhalás" (fire blight, blossom blight) az alma egyik legveszedelmesebb betegsége. A betegség neve a kártétel nagyságára, súlyosságára és gyors terjedésére utal, ugyanis a kórokozó baktérium képes a fertőzött fákat egy szezon alatt teljesen elpusztítani. Az észak-amerikai kontinensen a betegség őshonos volt. Angliába az ötvenes években került. A kórokozó megjelenését hazánkban először 1996-ban figyeltük meg (Hevesi 1996). A betegség és a kórokozó részletes leírását van der Zwet–Keil (1979) közölte.

Tünetek. Tavasszal, meleg, csapadékos időjárás esetén (18–24 °C) a betegség tünetei rendszerint a virágokon jelennek meg. A csészelevelek vizenyősek, szürkésbarnák, majd ráncosak lesznek, a virágok lehullanak vagy elszáradva a fán maradnak. A betegség a hajtásokra átterjed, amelyek elhervadnak, meggörbülnek és „pásztorbot" formát vesznek fel. A fertőzés hatására a levélnyél, levélér és levéllemez megbarnul. A fertőzés felülről lefelé terjed, a vastagabb ágak és a törzs felé, amelyen rákos sebek keletkeznek. A gyümölcsök a kocsányon keresztül vagy kívülről is fertőződnek, rajtuk vizenyős barnás foltok keletkeznek, lehullanak, vagy a fán maradva kiszáradnak és mumifikálódnak.

Az alma egy másik, de kisebb jelentőségű betegsége, a *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*-okozta virág- és hajtáskárosodás korai tünetei hűvös, csapadékos időben alakulnak ki, és hasonlítanak az *E. amylovora* tüneteihez. Ezért a pontos diagnózis felállításához a kórokozó táptalajon történő kitenyésztése feltétlenül ajánlott. A beteg növényi szövetmintát differenciáló táptalajra (King–B) oltjuk (King et al. 1954), amelyen az *E. amylovora* tejfe-

hér telepei megkülönböztethetők a *P. syringae* piszkosfehér telepeitől. Utóbbit zöldes színű, fluoreszkáló udvar szegélyez. A kórokozó genetikailag elkülönülő törzseit és egyes különböző gazdanövényről származó izolátumait molekuláris technikákkal különböztethetjük meg (Powney et al. 2011a, 2011b).

A kórokozó életmódja. A *Erwinia amylovora* baktérium a fertőzött fás szövetekben, vagy a rákos sebek szélén, az egészséges szövetek határán telel át. A nedvkeringés megindulásakor a sebekből szivárgó nedvben a baktériumsejtek milliárdjai vannak jelen, amelyek rovarokkal, csapadékkal a virágokra jutnak. A virágon át fertőződnek a hajtások, a vesszők, az ágak, majd a törzs. A fertőzött szövetek felületén baktériumos nyálkacseppek jelenhetnek meg, amelyből a baktériumsejtek vagy a természetes nyílásokon (sztómákon, hidatódákon) át, vagy sebzéssel jutnak be a növény egészséges szöveteibe. A beszáradt nyálkában akár 25 hónapig is fennmaradnak, sőt, epifitonként az egészséges növényi szövetek felületén, több hétig megtartják fertőzőképességüket, azaz virulenciájukat.

A betegég kifejlődését a hőmérséklet és nedvesség erősen befolyásolja. 15 °C alatt a baktérium szaporodása és mozgása a növény szövetében korlátozott, míg 24–27 °C között igen élénk (Gowda–Goodman 1970). A nektár cukorkoncentrációja szintén befolyásolja a kórokozó fejlődését, amely a csapadék és páratartalom függvénye. A nektár száraz időjárás esetén 30–40%-os töménységű, nedves időjárás esetén csupán 2%, vagy ennél hígabb lehet. A baktériumok fejlődésének az alacsony koncentráció kedvez (Thomas–Ark 1934). A nektárban a baktériumsejtek akkor képesek elszaporodni, ha az kellően felhígul (Hevesi et al. 2004a).

Védekezés. A védekezést megnehezíti, hogy a baktérium számos gazdanövényén fennmarad, és fertőzési forrást jelent. A karantén rendszabályok alá tartozó tűzelhalás elleni eredményes védekezésnél alkalmazni kell az integrált védekezés valamennyi lehetőségét. Így ki kell terjednie az optimális termesztési feltételek biztosítására, a növényegészség-ügyi rendszabályok betartására, a betegség előrejelzésére alapozott kémiai, vagy biológiai védekezésre, a gazdanövény ellenállóképességének fokozására, beleértve a rezisztens fajták használatát is.

Az alma pszeudomonászos betegségei
(Pseudomonas syringae pv. *syringae* van Hall, *Pseudomonas syringae pv. papulans* (Rose) Dhanvantari)

Jól ismert betegségek, kisebb gazdasági kárt okoznak a mérsékelt égövi országokban, így hazánkban is. A *P. s.* pv. *syringae* jelentőségét az adja, hogy tünetei összetéveszthetők a tűzelhalás *(Erwinia amylovora)* tüneteivel.

Tünetek. A *P. s.* pv. *syringae* hűvös, csapadékos tavaszokon megtámadja a virágokat, amelyek vízzel átitatottak lesznek, megbarnulnak és lehullanak. A levélen a levélfoltok kiterjedhetnek a levél szélére, ilyenkor a levél növekedése szabálytalan lesz, deformálódik. A hajtásvégek elhalnak, és a fás részeken rákos sebek alakulnak ki. A gyümölcsön tüneteket nem okoz. Ezzel ellentétben a *P. s. pv. papulans* elsősorban gyümölcskárosító (Burr–Hurwitz 1981). A levelek ráncosodását, sodródását és a főér körüli levéllemez vízzel átitatottságát okozza. Az idősebb leveleken ez a terület megbarnul. A fiatal gyümölcsökön apró, barna pörsenéseket, hólyagokat okoz. Egy-egy gyümölcsön néhány folttól 200 foltig terjedhet a fertőzés.

A kórokozó életmódja. Mindkét baktériumfaj a fertőzött rügyekben telel át (Burr–Katz 1984). A *P. s.* pv. *syringae* a növényre nézve toxikus anyagot, szirngomicint (lipodepsinonapeptide) termel. A beteg rügyek és egyéb fertőzött növényi részek elfagyását segíti elő. A betegség terjedésének a hűvös, csapadékos időjárás kedvez. A tavasszal induló fertőzés a hőmérséklet emelkedésével leáll. Az áttelelt baktériumsejtek a csapadékkal a virágokra, majd a gyümölcsökre kerülnek. A fiatal gyümölcsök a sziromhullás után 4–6 héttel igen fogékonyak a fertőzésre. A baktérium az almagyümölcs szövetébe a sztómákon keresztül jut be.

Védekezés. A *P. s.* pv. *syringae* nem igényel külön védekezést. Az egyéb betegségek ellen kijuttatott réztartalmú szerek alkalmazása az ültetvényben megfelelő védelmet biztosít. A *P. s.* pv. *papulans* elsősorban a Mutsu fajtán fordul elő, de más almafajtákat is fertőz. Ajánlatos a virágzás után két héttel a fiatal gyümölcsök védelme érdekében baktericidhatású növényvédő szert alkalmazni.

d) Gombás betegségek

Alma ventúriás varasodása (*Venturia inequalis* (Cooke) G. Wint.)
Az alma egyik legjelentősebb betegsége. Megtalálható a világ valamennyi almát termelő területén, de elsősorban a hűvösebb, csapadékosabb klíma alatt. Egyaránt károsítja a fogyasztásra termesztett fajtákat és a díszfákat. Az erős fertőzés tömeges levélhullást eredményez, de a gyümölcsön előforduló csekély fertőzésnek is nagy gazdasági jelentősége lehet, mert rontja a gyümölcs áruértékét.

Tünetek. A betegség egyaránt előfordul a leveleken, virágokon és a gyümölcsökön. A korai tünetek a levelek színén, esetenként a széleken mutatkoznak kidomborodó foltok formájában. A határozatlan szélű foltok később a levelek fonákján is láthatóvá válnak, és mindkét oldalon bársonyos, világoszöld, később megbarnult konídium tartó gyep fejlődik ki. A foltok helyén a levélszövet elhal, megszürkül és megfeketedik. A gyümölcsökön a foltok elparásodnak, majd megrepedeznek a féloldalas növekedés következtében. A repedésekben rothadást okozó szaprofiton baktériumok és gombák telepedhetnek meg.

A kórokozó életmódja. Bár a gomba fő gazdanövénye az alma, spórái fertőzik a *Malus* fajok mellett, a *Crataegus-*, *Cotoneaster-*, *Loquat-*, *Pyracantha-*, *Sorbus-*, *Sarcocephalus-* és *Viburnum* nemzetség fajait is. A gomba ivaros formában az ősszel lehullott, elhalt leveleken lévő pszeudotéciumokban, vagy ivartalan formában a rügyekben, a konídiumtartókon fejlődött konídiumokkal telel át Az aszkuszok tavaszra hozzák létre az aszkospórákat, melyek az alma rügyfakadásának idején válnak érette, legkésőbb az „egérfül" stádiumban. Tavasszal az elsődleges fertőzést vagy az aszkuszokban fejlődött aszkospórák, vagy az előző évben megfertőződött rügyekben fejlődő konídiumok indítják (Bowen et al. 2011). A fertőzés létrejötte az időjárás függvénye. Az átnedvesedett levelekből az aszkospórák a levelek kiszáradása után szóródnak ki. A levegőből a spórák a fejlődésben lévő növényi részekre kerülnek, és 10 órán át tartó nedvesség és 14–15 °C mellett létrejön a fertőzés. Az aszkospórák kiszóródása rügypattanástól virágzásig növekszik, majd június végéig fokozatosan csökken. A betegség látható tünetei (a levél színe felé kidomborodó tipikus olajzöld foltok) mintegy 9–17 nap múlva alakulnak ki. A nyár folyamán, a bársonyos konídiumtartó-gyepen képződnek a konídiumok, amelyeket az eső és szél a virágokra, levelekre, vagy a kis gyümölcsökre juttat. A kifejlődött gyümölcsökön a később kialakuló betegségtünet főleg a tárolás alatt válik súlyossá (Folk–Glits 1993).

Védekezés. Az egyik leghatékonyabb és a környezetet kímélő védekezési lehetőség a betegség-ellenálló fajták termesztése (Gopaljee et al. 2009). A termesztett almafajták fogékonysága eltérő. A rezisztens fajták előállításának alapja a rezisztenciaforrások feltárása (Bowen et al. 2011). A gyakorlat egyelőre nem nélkülözheti a vegyi védekezést. A védekezési stratégia kialakításánál számos tényezőt kell figyelembe venni, mivel a fertőzést nagymértékben befolyásolja a fajta fogékonysága, fenológiai állapota, a primer inokulum (aszkospóra) mennyisége és érettsége, valamint az időjárási feltételek. A gomba ellen a védekezést az ősszel lehullott levelek megsemmisítésével kell kezdeni, és a kórokozó áttelelését meg kell akadályozni vegyszeres kezeléssel is. A vegetációs időben, a növények felületére került aszkospórák és konídiumok csírázását gátolni kell, a szövetekbe való behatolást pedig meg kell akadályozni, kontakt (pl. klórtalonil, kaptán, rézhidroxid, mankoceb) és szisztémikus (pl. ciprodinil difenokonazol, miklobutanil) hatású vegyszerek

alkalmazásával. Az aszkospórák csírázása a növényfelület nedvességtartamának és a léghőmérsékletnek a függvénye. Alacsonyabb léghőmérsékleten hosszabb, magasabb hőmérsékleten rövidebb ideig tartó nedvesség szükséges ahhoz, hogy az aszkospórás fertőzés létrejöjjön (MILLS 1944). A vegetációs időben a konídiumnemzedékek általában kéthetenként, késő őszig folyamatosan követik egymást. A fák intenzív növekedési szakaszában, fertőzési veszély esetén (rügyfakadástól-júniusig) 5–6 naponként, csapadékmentes időjárásban 7–14 naponként ajánlatos védekezni.

Almalisztharmat (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salmon)
A lisztharmatos megbetegedés a súlyos betegségek közé tartozik. A gazdasági kár a fák törpenövéséből, a vegetatív hajtások és virágrügyek pusztulásából, valamint a gyümölcsök hálózatos parásodásából, rozettásodásából jön létre. A fertőzött rügyek fagyra fogékonyak.

Tünetek. A betegség már a faiskolában jelentkezik, a hajtáscsúcsok pusztulásával. A későbbiekben a növény valamennyi részén előfordul, a levélen, virágon, hajtáson és a gyümölcsön. A fertőzött levelek és virágrügyek később bomlanak, micéliumgyeppel és konídiumláncokkal borítottak. A kifejlődött levelek mindkét oldalán a gomba micéliuma és konídiumláncai fehér bevonatú foltokat okoznak, amelyek kiterjedhetnek az egész levéllemezre. A fertőzött levelek keskenyek, gyűrőttek, merevek és törékenyek. A gyümölcs parásodása elsősorban a fogékony fajtákon jelentős.

A kórokozó életmódja. A gomba a fertőzött rügyekben lévő micéliumokkal telel át, majd tavasszal a fertőződő levelekre jutva konídiumokat fejleszt. A konídiumok szétszóródva megfelelő nedvesség, vagy páratartalom hatására (16–26 °C) kicsíráznak, és hausztóriumaik a növényi szövetbe jutva létrehozzák a másodlagos fertőzést. Az alacsony (5–10 °C), vagy magas (30 °C) hőmérséklet a spórák csírázását gátolja (SUTTON–JONES 1979). A folyamat nyár folyamán addig ismétlődik, ameddig a gazdanövény növekedése tart. Hazánkban ez rendszerint nyár végén következik be. Ekkor a micéliumokon kicsi gömb alakú képlet ún. kazmotécium fejlődik, amelyben 8 aszkospórát tartalmazó aszkusz képződik. Az aszkospórák szerepe a gomba áttelelésében alárendelt jelentőségű (JONES–SUTTON 1996).

Védekezés. A lisztharmat-fogékony fajták védelmét, mint pl. a 'Jonathan', az 'Idared', a 'Granny Smith' a virágzás előtt és sziromhullás után (hazai viszonyaink között általában július közepéig) a varasodási programba célszerű beiktatni.

Alma nektriás hajtás- és vesszőelhalása (*Nectria cinnabarina* (Tode) Fr.)
Az almahajtások és vesszők hervadása (elhalása) gazdasági szempontból jelentéktelen betegségnek tekinthető. A betegség felismerésének és azonosításának jelentőségét az adja, hogy az almafa hervadó hajtásai és a barnásvörösre elszíneződött levelei összetéveszthetők az *Erwinia amylovora* baktérium okozta betegség tüneteivel. A tünetek megkülönböztetése a védekezés megválasztása miatt fontos, mivel mindkét betegség eltérő védekezési stratégiát igényel.

Tünetek. Tavasszal, a hajtásnövekedéskor, a hervadó vagy elhalt hajtások és vesszők törzs felé eső részénél kisebb, rákos sebeket találunk. Az erwiniás hajtáshervadástól ez a tünet abban különbözik, hogy a hajtáson lévő levelek nem a csúcs felől, hanem a rákos sebtől felfelé kezdenek elhervadni, elszáradni. Továbbá, a hajtáson nem találunk beteg virágokat (JONES 1963). Nyár közepén és végén a rákos sebek felületén fényes, narancssárga sporodochiumok (konídiumtartók) jelennek meg. Ősszel gyakran sötétvörös gömböcskék, a gomba peritéciumai lepik el a fertőzött szövetrészt.

A kórokozó életmódja, védekezés. A gomba fejlődésének optimuma 21 °C-on, mérsékelt fejlődése 26,5–29,5 °C között van, azonban 2–3 °C hőmérsékleti értékek között csak gyengén szaporodik (JONES 1963). Kémiai védekezés nem szükséges, de feltétlenül javasolt a fertőzött vesszők eltávolítása és megsemmisítése.

Alma nektriás rákja (*Nectria galligena Bres, anamorf alak: Cylindrocarpon mali* (Allesch.) Wollenw.)
Az Amerikai Egyesült Államokban és az európai országok almaültetvényeiben, főleg a csapadékosabb helyeken igen elterjedt gombabetegség. Faiskolákban csupán esetenként fordul elő (SWINBURNE 1975).

Tünetek. Legismertebb a fák ágain vagy törzsein megjelenő és évről-évre növekvő rákos daganat. Az elliptikus formájú rákos sebek helyétől függően ágrészeket, vagy az egész fát elpusztíthatja. A gomba csapadékos ősszel a gyümölcsöket is károsíthatja, de leveleken a tünet igen ritka. Gyümölcsön a fertőzést a csésze környéki rothadás (eye-rot) jelzi (MCCARTNEY 1967).

A kórokozó életmódja. A gomba fejlődése a növény faedényeiben történik, ahol elpusztítja a fejlődő kallusz-szöveteket. Micélium formájában telel át a rákos sebekben amelyben egyaránt képződnek konídiumok és aszkospórák. Ezek később csapadék és szél útján terjednek. A fertőzés történhet sebzéseken, rovarrágásokon keresztül, de lombhullás után levélripacsokon át is bekövetkezhet.

Védekezés. A faiskolai állomány látensen, vagyis látható tünetek nélkül is, fertőzött lehet. A betegség tünetei legfeljebb csak egyes csemetéken jelentkeznek, ezért a betegség kiszűrése céljából gyakori és fokozott ellenőrzés javasolt. A fertőzött növényrészek eltávolítása és megsemmisítése szükséges. A gomba elleni védelem réztartalmú szerekkel megoldható.

Fekete rothadás [*Botryosphaeria obtusa* (Schwein.) Shoemaker (Syn.:*Physalospora obtusa* /Schwein./ Shoemaker)]
Elsősorban a gyümölcsök kereskedelmi értékét rontja, de károsítja a gyümölcsfa valamennyi földfeletti részét. Előfordul Magyarországon is.

Tünetek. A gyümölcsökön kezdetben sötétvöröses lilás pörsenések keletkeznek, amelyek megnövekednek, és az éréssel egyidejűleg szabálytalan alakú sötétbarna nekrotikus foltokká alakulnak. Ha az érett gyümölcs fertőződik, a foltok sötétek, majdnem feketék, amelyeket vöröses udvar szegélyez. Méretük elérheti a gyümölcs méretének felét, ilyenkor a foltok felületén koncentrikus körívek láthatók. A szakaszos foltnövekedés eredményeként a gyümölcs vagy teljesen elrothad, vagy lassan mumifikálódik. A csészelevelek fertőződése következtében a virágok elpusztulnak, vagy a kötődött gyümölcsök lehullanak. A levelek fertőződése sziromhullás után következik be. Felületükön apró, szürkés foltok keletkeznek, amelyek később megnövekednek, közepük megbarnul, de a foltok széle megtartja szürkéslila színét. Ezért a folt „békaszem"-re emlékeztet. Az ágakon elnyúló rákos sebek keletkeznek. A fa valamennyi fertőzött részén piknídiumok fejlődnek (VAJNA 1983).

A kórokozó életmódja, védekezés. A gomba az elhalt kéregrészeken, sebekben vagy gyümölcsmúmiákon telel át. A fertőzést tavasszal az aszkospórák vagy a konídiumok indítják, amelyekhez megfelelő nedvesség szükséges (ARAUZ–SUTTON 1989). A fák tisztítása, a fertőzött részek eltávolítása gyéríti a kártételt. Esetenként, ha erős fertőzés prognosztizálható, használjunk fungicid hatású növényvédő szert.

Fehér rothadás (*Botryosphaeria dothidea* (Schwein.) Shoemaker)
Az Egyesült Államok dél-nyugati területein akár 50% terméskiesést is okozhat, de Európában is elterjedt. A kórokozó sokgazdás. Magyarországon, almán kívül számos más gyümölcsfajon is előfordul.

Tünetek. A világos, zöldes színű gyümölcsön kicsi, kerek foltok keletkeznek, amelyeket vörös udvar szegélyez. A vörös színűeken az udvar sötét, feketés. A léziók növekedése a magház irányába történik, ezért ha a gyümölcsöket a lézió mentén felvágjuk, a fertőzött rész „V" alakot formáz. Magas hőmérséklet esetén a gyümölcshús fertőzött területe vizenyősen

lágy lesz, de fehér marad. Alacsony hőmérsékleten fejlődött foltok akár a gyümölcs felét is beboríthatják, ilyenkor a folt színe, azaz a tünet hasonlít a fekete rothadáshoz. A fertőzött gyümölcsök lehullanak vagy a fán maradnak. A fertőzött gallyakon, ágakon sötétbarna kéregfolt jön létre, amelyen a lenticellák világosra színeződnek, felhólyagzanak, és belőlük folyadék szivárog (VAJNA 1983). A fertőzött felület elrákosodik, felrepedezik, felületén piknídiumok és pszeudotéciumok fejlődnek.

A kórokozó életmódja, védekezés. A kórokozó a fertőzött kérgen, rákos sebekben telel át, aszkospórái és konídiumai a tenyészidő során folyamatosan termelődnek. A fák tisztítása, a fertőzött részek eltávolítása gyéríti az inokulumot, így a kártételt is (KOHN–HENDRIX 1982). Fungicidek folyamatos alkalmazása ajánlott.

Keserű rothadás (*Colletotrichum gloesporioides* (Penz.) Penz. et Sacc.)
A gomba főleg melegebb években, elsősorban a gyümölcsökön okozott kártétele miatt jelentős.

Tünetek. A betegség előfordul az alma levelein, kicsi, vöröses, vagy barna színű, foltok formájában és ritkán a fás részeken, ahol koncentrikus formájú rákos tüneteket okoz. A gyümölcsök rothadásának tüneteit az időjárás attól függően befolyásolhatja, hogy a fertőzést a gomba anamorf alakja, azaz a konídiumai, vagy telemorf alakja, azaz aszkospórái idézik elő. A fertőzés kezdete azonos tünetekkel indul, a kisméretű, enyhén besüppedő foltok világosbarna színűek, míg az érett gyümölcsön nagyobbak, és vörös udvarral szegélyezettek. A konídiumok által keletkezett fertőzés foltjain koncentrikus körökben fejlődnek az acervuluszok és a rózsaszínű konídiumok. Az aszkospórából induló fertőzés általában sötétebb barna rothadó foltokat idéz elő, rajtuk szétszórtan fejlődnek az acervuluszok. A konídiumból induló fertőzés foltjai sötét, barnás-feketés színűek, rajtuk peritéciumok fejlődnek. Ha a gyümölcsöket a foltokra merőlegesen átvágjuk, a gyümölcs húsában „V" alakú elszíneződés látható, amely hasonlít a fehérrothadáshoz, de annál sötétebb. A fertőzött gyümölcsök vagy teljesen elrothadnak, vagy mumifikálódnak és a fán maradnak.

A kórokozó életmódja. A gomba vagy a növény fás részeinek sebeiben, vagy a gyümölcsmúmiákon telel át. Ezeken a részeken konídiumok vagy aszkospórák képződnek, amelyek tavasszal, a csapadékkal terjednek. A gyümölcsök sziromhullás után három héttel már fogékonyak a gomba fertőzésére (SUTTON–SHANE 1983).

Védekezés. A gyümölcsmúmiákat minden esetben el kell távolítani. Sziromhullás után tíz nappal kezdjük meg a fungicid hatású növényvédőszerek alkalmazását. Ha a fákon beteg gyümölcsöket látunk, távolítsuk el.

Gyümölcs csészefoltossága (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary)
Kisebb jelentőségű, szórványosan előforduló betegség.

Tünetek. A fertőzött gyümölcsök sziromhullás után, egy hónap múlva mutatkoznak a gyümölcsösben. A barna, lágy, rothadó, 1 cm méretű foltok a csésze helyén jelennek meg, majd idővel megnövekednek, és elérhetik a gyümölcsméret egyharmad részét (RITC 1970).

A kórokozó életmódja. A betegséghez gyakran társul a *Botrytis cinerea* gomba kártétele (TRONSMO–RAA 1977). Gyomnövényeken (pl. gyermekláncfű, lóhere) fejlődött szkleróciumokkal telel át. Tavasszal az apotéciumokban fejlődő aszkospórák indítják a virágok és kis gyümölcsök fertőzését. A betegség kifejlődésének a nedves, csapadékos időjárás kedvez.

Védekezés. A varasodás ellen alkalmazott növényvédő szer e betegség ellen is hatásos.

Monilíniás betegség (*Monilinia fructigena* (Aderh et Ruhl.) Honey)
Sokgazdás gombafaj. Előfordul a virágokon és a hajtáson is, de elsősorban mint gyümölcskárosító jelentős.

Tünetek. A gyümölcsök barna rothadását okozza. A fertőzött területeken körkörös elrendezésben a gomba sárga színű exogén sztrómái fejlődnek. A fertőzött gyümölcs lehull, ritkán múmiaként a fán marad. A fertőzött, tárolt gyümölcs megfeketedik (BATRA 1999, HOLB 2003).

A kórokozó életmódja. A gyümölcsmúmiákon fejlődött sztrómákból tavasszal kiszabaduló konídiumok indítják el a fertőzést. A természetes nyílásokon (sztómákon) át, vagy sebek révén jutnak be a gyümölcsökbe.

Védekezés. A ventúriás varasodásnál alkalmazható növényvédő szerek hatásosak.

Penicilliumos gyümölcsrothadás (*Penicillium expansum* Link.)
Egyik legfontosabb tárolás alatt jelentkező betegség (FOLK–GLITS 1993).

Tünetek. Két hét alatt a fertőzött gyümölcsök teljes rothadása következhet be. A rothadt szövet világos drapp színű, vizenyős állagú. A gyümölcs rothadt felületén szürkészöld konídiumtartók, és rajtuk nagy számban konídiumok fejlődnek.

A kórokozó életmódja. A betegséget több *Penicillium* faj okozhatja, közülük a *P. expansum* a leggyakoribb. A gomba gazdanövényköre igen széles. A fertőzés többnyire sérülések után következik be, amelyet szabadföldön a fertőzött növénymaradványok, tárolás alatt a szennyezett eszközök terjesztik.

Védekezés. A sérülések kerülése a tárolás alatt a páratartalom csökkentése.

2. KÁRTEVŐK

Napjaink integrált almatermesztési követelményeinek megfelelően hazánkban is egyre jobban terjed a környezetkímélő, integrált növényvédelem, amely a régebbi technológiákhoz viszonyítva jóval több és szerteágazóbb biológiai ismereteket követel. Mivel az integrált növényvédelem célja az önmérsékleten alapuló, a minőséget előtérbe állító, ökológiai szempontból *optimalizált növényvédelem,* ezért egyre kevesebb természetidegen anyagot használ (JENSER–BALÁZS 1991, KUNKA et al. 1993).

Az integrált növényvédelem a károsítók elleni védekezést összehangolja a természetes ellenségek védelmével, azok kímélésével, betelepülésük, betelepítésük elősegítésével. A károsítókat nem akarja „kiírtani", csak a kártételi (veszélyességi) küszöbérték alá kívánja szorítani. Előnyben részesíti a vegyszeres eljárásokon kívüli egyéb lehetőségeket; a helyes agrotechnika alkalmazását (fajta, alany, talajművelés, tápanyagutánpótlás), a mechanikai eljárásokat (metszés, koronaritkítás, fatisztogatási munkák, a károsítókat tartalmazó növényrészek eltávolítása, gyümölcsritkítás), a biológiai védekezést (ragadozók, parazitoidok betelepítése, kibocsátása, betelepülésük elősegítése, kímélése; vírus-, baktérium és gombakészítmények felhasználása, légtértelítés a kártevő fajok nőstényeinek szexferomonjával), valamint a tűrő- és ellenállóképes fajták termesztését (BALÁZS et al. 1996).

Ha a felsorolt eljárások alkalmazása ellenére elkerülhetetlen a vegyszeres védekezés, az elsősorban környezetkímélő, szelektív készítményekre (átalakulásgátlók, kitinszintézisgátlók) szorítkozik. A felsoroltakból következik, hogy nagyon fontos az alma jelentős károsítóinak ismerete, de ez nem elegendő az okszerű, környezetkímélő növényvédelem alkalmazásához. Helyi megfigyelések alapján a kártevők és természetes ellenségeik népességviszonyainak változását is nyomon kell követni. Ebben a különböző állományvizsgálati (levél, hajtás, virág, ág- és vesszőrészek) és előrejelzési (feromon-, szín-, illat- és talajcsapdák) módszereket szükséges alkalmazni, amelyek nemcsak a kártevőkre, de természetes ellenségeikre is kiterjednek.

Mindezen ismeretek birtokában hozhatunk olyan döntést, amely hatásos védelmet nyújt gyümölcsfáinknak, és gazdaságos termesztést, minőségi árut eredményez. E néhány alapgondolatot követően a következő forrásmunkák alapján tárgyaljuk az alma legfontosabb

kártevőit: BALÁZS (1991b, 1992, 1993, 1997), BALÁZS–MÉSZÁROS (1998), BALÁZS–SZEŐKE (2009), MOLNÁRNÉ ET AL. (1997), JERMY–BALÁZS (1988, 1989, 1990, 1993, 1995) JENSER et al. (1999, 2006) JENSER G.–BALÁZS K. (1991).

a) Talajlakó kártevők

Cserebogarak

- Májusi cserebogár *Melolontha melolontha* Linné
- Erdei cserebogár *Melolontha hippocastani* Fabricius
- Kalló cserebogár *Polyphylla fullo* Linné

Leggyakoribb közülük a májusi cserebogár, amely az alma egyik jelentős kártevője. Lárvái, a három évig fejlődő pajorok megrágják a gyökereket, s emiatt a növény gyengén fejlődik, a fiatal növények ki is pusztulhatnak. A rajzás előtti évben a kifejlett lárvák okozzák a legnagyobb kárt.

A bábozódást követően fejlődésük utolsó telét imágó alakban töltik, majd a bogarak április végétől májusig rajzanak. A rajzást követően a különböző fás növények lombját fogyasztva érési táplálkozást folytatnak, majd a nőstények a talajba rakják tojásaikat. E célból szívesen választják az elhanyagolt, gyomos területeket, a sűrű növényállományokat. A kis lárvák a nyár közepén kelnek ki a tojásokból. Kezdetben humusszal táplálkoznak, csak az első vedlést követően térnek át az élő növényrészek fogyasztására.

A pajorok ősszel telelés céljából a talaj mélyebb rétegeibe vonulnak, csak a tavaszi felmelegedést követően jelennek meg ismét a gyökérszintben. Ennek a védekezés időzítése szempontjából van jelentősége.

Védekezés. Kerülendő a gyeptörésbe és ha lehet, az erdők szomszédságába történő telepítés. Az ültetvényben a legfontosabb a rendszeres talajművelés, a terület gyommentesen tartása. A rajzás évében erre különösen ügyelni kell. A telepítés előtt talajfelvételezéssel kell megállapítani a pajorok egyedszámát. Ha m^2-enként 1–2 fiatal pajort, vagy 0,5–1 idős pajort találunk, a talajt fertőtleníteni szükséges. A talajfertőtlenítés ideje nyár végén, kora ősszel van, amikor a pajorok még a gyökérszintben tartózkodnak. Szükség esetén a rajzó bogarak ellen is védekezni kell, ha azok már a lombot veszélyeztetik.

b) A fás részek kártevői

Kaliforniai pajzstetű (*Quadraspidiotus perniciosus* Comstock)

A kaliforniai pajzstetű kedvelt gazdanövénye az alma. A fertőzött ágrészeken, vesszőkön a kártevő pajzsai gyakran rétegszerű bevonatot képeznek. A pajzstetvek szívogatása következtében gyengül a hajtások növekedése, a fa csúcsi része elhal, esetleg az egész fa kipusztul. A pajzstetvek a gyümölcsön is szivogatnak, kártételüket piros, kerek „lázfolt" jelzi, amely rontja az áru értékét.

A pajzstetveknek évente két nemzedéke fejlődik. Az L_1 (feketepajzsos) lárvák telelnek át a vesszőkön. Tavasszal folytatják a táplálkozást, majd április végére, május elejére fejlődnek ki az imágók. A szárnyas hímek – amelyek rajzása fehér, vazelines fogólappal jól nyomonkövethető – felkeresik, és megtermékenyítik a pajzs alatt élő nőstényeket, amelyek ál-elevenszüléssel hozzák létre utódaikat. A nősténypajzs alól kirajzó lárvák a növényen vándorolva letelepedésre alkalmas helyet keresnek, majd elkezdik pajzsuk növesztését. Az első nemzedék lárváinak tömeges rajzása júniusban, a második nemzedéké augusztusban, szeptember elején van.

Védekezés. A mechanikai védekezési munkák során igen fontos a pajzstetves vesszők, ágrészek eltávolítása, felaprítása, komposztálása. Néhány fa fertőzöttsége esetén a vesszők, ágrészek kéregkaparását, drótkefézését is érdemes elvégezni. Fertőzött gyümölcsösben fontos

a télvégi lemosó permetezés, majd a vegetációs időben szükség esetén a rajzó hímek, majd a fiatal, mozgó lárvák elleni védekezés.

Vértetű (Eriosoma lanigerum Hausmann)
A fás részeken, hajtásokon fehér vattaszerű bevonat látható, amely alatt vörösbarna tetvek szivogatnak. A kártételt szövetburjánzás, egyes részek elhalása, súlyos esetben fapusztulás követi. Évente szűznemzéssel 8–10 nemzedék fejlődik. Tavasszal és ősszel a nemzedékek gyorsan követik egymást, a nyári melegben fejlődésük lelassul. A lárvák és a kifejlett egyedek telelnek át részben az ágrészeken, de főleg a gyökérnyaki részeken. Egy részük a vegetációs időben is itt marad, biztosítva a faj fennmaradását.

Védekezés. Legfontosabb a gyökérsarjak eltávolítása, a helyes metszés, faápolás, a nyílt sebek – amelyekben szívesen megtelepszenek – kezelése. Szükség esetén a télvégi permetezéssel megelőzhetjük a kártevő elszaporodását. Természetes ellensége, a vértetű-fürkész minden fertőzött gyümölcsösben jelen van, ezért ha tavasszal szükséges ellene védekezni, csak parazitoidkímélő eljárást alkalmazzunk, elősegítve ezzel természetes ellenségének elszaporodását.

Szúbogarak

- Kis kéregszú (*Scolytus rugulosus* Ph. W.J. Müller)
- Nagy kéregszú (*Scolytus mali* Bechstein)
- Púposszú (*Xyleborus dispar* Fabricius)

A szúbogarak által károsított fák gyengén fejlődnek, a fiatal fák néhány éven belül elpusztulnak. A fertőzött fák kéregrészén 2–4 mm átmérőjú kerek lyuk, a bogarak röpnyílása jelzi jelenlétüket. A kis és nagy kéregszú a fák törzsén és ágrészein egyaránt károsít. A kéregrészt lehántva feltűnik jellegzetes kárképük. A kis kéregszú anyajárata 1–3 cm-es, amelyből az egymást keresztező lárvajáratok indulnak ki. A nagy kéregszú anyajárata ennél hosszabb (5–10 cm) és szélesebb is. A belőle kiinduló lárvajáratok nem keresztezik egymást. Évente két nemzedékük fejlődik.

A púposszú jelenlétére a fatörzs kérgén lévő számos kerek lyuk hívja fel a figyelmet. Alatta a fás részig hatoló anyajárat és az évgyűrűk mentén körbefutó újabb járatok láthatók. Ezekből le- és felfelé újabb járatok indulnak, teljesen meggyengítve a károsított részt. Következményként egy erős szélvihar könnyen kettétöri a fiatal fát. A kártevőnek évente egy nemzedéke van.

Védekezés. Legfontosabb a megelőzés, a fiatal fák fejlődésének elősegítése, a túlzott nitrogéntrágyázás kerülése. A rajzás idején kihelyezett „csalogatófákkal" összegyűjthetők a tojásrakó nőstények. A rajzás menete illatcsapdával figyelhető. Szükség esetén az érési táplálkozást folytató bogarak ellen kell védekezni.

Üvegszárnyú almafalepke (*Synanthedon myopaeformis* Borkhausen)
A hernyó fás részek kérge alatt készíti járatát, a kambiumot károsítja, és tápanyagzavart idéz elő. Tömeges fertőzés esetén a fa egyes részeinek pusztulását okozza. Fiatal telepítésekben fapusztulást okoz, ha az alany és a nemes rész találkozásánál a megduzzadt, repedezett részt fertőzi. Jelenlétére a károsítás helyéről kiszóródó ürülék és a kéregrészből kilógó bábing hívja fel a figyelmet.

A kártevőnek évente egy nemzedéke fejlődik. A különböző fejlődésfokozatú hernyók telelnek át, amelyek tavasszal folytatják a táplálkozást. A lepkék rajzása májusban kezdődik, és augusztus végéig tart. A nőstény a fás részek sebzési helyeire rakja tojásait, amelyből a kikelő kis hernyók azonnal a kéreg alá fúrják magukat (Balázs et al. 1996).

Védekezés. Fontos, hogy az ültetvényben minél kevesebb tojásrakásra kedvező hely legyen, ezért elengedhetetlen a szakszerű metszés és faápolás, szükség esetén az oltás helyé-

nek kezelése, sebkezelő anyagok használata. A hím lepkék rajzásmenete feromoncsapdával nyomon követhető, a szükséges védekezés ennek alapján időzíthető.

Farontó lepkék

- Kis farontó lepke (*Zeuzera pyrina* Linné)
- Nagy farontó lepke (*Cossus cossus* Linné)

Kártételükre egyre gyakrabban számíthatunk. Mindkét faj hernyói főleg a fák törzsében készített járatokban élnek, de a kis farontó a vastagabb ágakban is előfordul. Károsításuk következtében a megtámadott fák legyengülnek, a károsított részek szélviharban könnyen kitörnek. Jelenlétüket a fa körüli, a talajra kiszórt ürülékszemcsék is jól jelzik.

Mindkét faj két év alatt fejlődik ki, hernyó alakban telelnek. A kifejlett, „hatalmas„ méretű (3–3,5, illetve 9–10 cm-es) hernyók károsítási helyeiken bábozódnak. A lepkék rajzása júniustól augusztusig tart.

Védekezés. A tojásrakás lehetőségeinek csökkentésére fontos a gondos sebkezelés, faápolás. A már fertőzött fák esetében a járatokba helyezett drót, illetve ölőanyag segítségével a hernyók elpusztíthatók (Balázs– Mészáros 1998).

c) A lombfelület kártevői

Takácsatkák

- Piros gyümölcsfa-takácsatka (*Panonychus ulmi* Koch)
- Közönséges takácsatka (*Tetranychus urticae* Koch)
- Galagonya takácsatka (*Tetranychus vienensis* Zacher)

A szabadszemmel alig látható, 8 pár lábbal rendelkező piros vagy sárga színű atkák lárvái és kifejlett egyedei a levelek fonákán és színén szivogatnak. A közönséges és galagonya takácsatka egyedei sűrű szövedék védelmében károsítanak. A károsított levelek a szívogatás következtében sárgán foltosak, sárgulnak, barnulnak, majd a korai lombhullás következtében csökken a gyümölcsök kötődése. A nyári kártétel a rügyképződést akadályozza.

Leggyakoribb a piros gyümölcsfa-takácsatka, amely tojás alakban telel a rügyek mellett vagy a kéregrepedésekben. A másik két fajnál a kifejlett egyedek telelnek át. Évente 4–6 nemzedékük is károsíthat.

Védekezés. A fapolási és metszési munkák során a piros gyümölcsfa-takácsatka telelő tojásainak jelentős része elpusztítható. Télvégi permetezésre akkor van szükség, ha a felvételezés alkalmával 500-nál több tojást találunk 1 méter hosszú ágrészen, illetve a másik két faj telelő imágóinak egyedszáma meghaladja a 10 db/cm^2 mennyiséget. A takácsatkák elleni védekezésben jelentős szerepe lehet a különböző, a Phytoseidae családba tartozó ragadozó atkáknak. A védekezések során ezek kímélésére okvetlenül ügyelnünk kell. Ha a vegetációs időben levelenként 4–8 takácsatkát és legalább egy ragadozó atkát találunk, a védekezés elhagyható.

Levéltetvek

- Közönséges levélpirosító alma-levéltetű (*Dysaphis devecta* Walker)
- Zöld alma-levéltetű (*Dysaphis plantaginea* Passerini)
- Szürke alma-levéltetű (*Aphis pomi* De Geer)

A levéltetvek károsítására egész évben számíthatunk. Mindhárom faj egyedei tojás alakban telelnek az almafákon. Legkorábban, már egérfüles állapottól a levélpirosító alma-levéltetű hívja fel magára a figyelmet. Szívogatásának hatására a levelek széle a fonák felé begörbül, sárgul, fodrosodik, pirosodik. Kártétele olykor a kötődött gyümölcsön is antociánképződéssel jár.

A zöld és a szürke alma-levéltetű valamivel később jelenik meg. Közülük a nagyobb testű, szürke alma-levéltetű a veszélyesebb, amely tömeges előfordulásakor a hajtáscsúcs

besodrásával gátolja a hajtásnövekedést, sőt a gyümölcsöt károsítva, annak deformálódását okozza. A zöld és a levélpirosító alma-levéltetű egygazdás, egész évben az almafán található. A szürke alma-levéltetű gazdanövény váltó, júniustól elhagyja az almafát, és csak ősszel tojásrakás céljából tér oda vissza.

Védekezés. A zöld almalevéltetűnek a zömmel hajtásvégeken telelő tojásainak egy része a metszési munkák során elpusztítható. Kisebb jelentősége miatt, ha a vegetációs időben 100 hajtásonként „csak" 10–15 telepet találunk, ellene szükségtelen védekezni. Fontosabb a másik két faj előfordulásának rendszeres nyomonkövetése. A rügyfakadást követően a levélpirosító alma-levéltetű 3–5%-os fertőzése még tolerálható. Szükség esetén viszont minél korábban kell védekezni a hasznos ragadozók (katicabogarak, zengőlegyek, fátyolkák) és a parazitoidok fürkészdarazsak) megkímélése érdekében. E faj és a szürke alma-levéltetű elleni védekezés addig jó hatású, amíg a levelek nem sodródtak be. Ha 100 termőbog átvizsgálása során a szürke alma-levéltetű 1–3 telepét megtaláljuk, már ajánlott ellene védekezni.

Aknázómolyok

- Almalevél-aknázómoly (*Phyllonorycter blancardella* Fabricius)
- Almalevél-sátorosmoly (*Ph. corylifoliella* Hawort)
- Lombosfa-fehérmoly (*Leucoptera malifoliella* Costa)
- Almalevél-törpemoly (*Nepticula malella* Stainton)

Az aknázómoly elnevezés gyűjtőnév, amely különböző molylepke családokba tartozó fajok hasonló kártételére utal. Lárváik a levelek belsejében táplálkozva eltérő nagyságú és típusú aknákat készítenek. Kártételük az aknák nagyságától és levelenkénti mennyiségétől függően (egyes fajok tömegszaporodása esetén nem ritka a levelenkénti 40–50 akna sem), jelentős asszimilációfelület csökkenést, korai lombhullást idéz elő, veszélyeztetve a tárgyévi és a következő évi termés mennyiségét, minőségét.

Nálunk a 70-es évek elejétől jelentek meg tömegesen. Elsőként az almalevél-aknázómoly, majd az elkövetkező években mind a négy faj gyakori előfordulását figyelhettük meg. Az egész ország területén elterjedtek, kivéve az almalevél-törpemolyt, amely főként a kötött talajú, füvesített, páradús mikroklimájú ültetvényeket kedveli.

Számos hazai és külföldi vizsgálat igazolta, hogy tömegszaporodásukat egyrészt a számukra kedvező száraz, meleg időjárás, a korai kitavaszodás és a hosszú ősz, másrészt a széles hatásspektrumú, szerves foszforsavészter hatóanyagú készítmények gyakori alkalmazása segítette (segíti). Gyors elszaporodásukhoz évi több nemzedékük kifejlődése is hozzájárul. Nálunk általában 3 nemzedékűek.

Valamennyi faj báb alakban telel át; a *Phyllonorycter* fajok a lehullott levelekben, a *Nepticula malella* a talajban, a *Leucoptera malifoliella* a fa fás részein és a gyümölcsön, fehér bábgubóban. Ez utóbbi faj bábjainak előfordulása a gyümölcskocsány- és a csészemélyedéseiben közvetlenül is rontja az áru minőségét.

A különböző fajok a tavasszal kirajzó lepkék utódainak aknáiról könnyen felismerhetők. Az almalevél-aknázómoly hernyója a levél fonákát húzza össze, ennek megfelelően annak színén mozaikfoltosság látható. Az almalevél-sátorosmoly jelenlétét a levél színén fehér hólyagakna jelzi. A lombosfa fehérmoly aknája szintén a levél színén látható, kezdetben kis majd egyre nagyobbodó foltakna formájában, amelyben jól látható körkörös elrendezésben a hernyó ürüléke. Az almalevél-törpemoly egyre szélesedő, kígyózó aknája, közepén a hernyó ürülékcsíkjával, szintén a levél színén található.

Védekezés. Környezetvédelmi és védekezéstechnikai szempontból is igen fontos, hogy az aknázómolyok egyedszámának csökkentésében számos természetes ellenség, így különböző fémfürkész és gyilkosfürkész faj vesz részt. Egy-egy adott gyümölcsösben 8–10 faj előfordulására számíthatunk, amelyek közül 3–4 a domináns. Megkímélésük igen fontos a kártevők elleni védekezések során.

A parazitoidkímélő védekezés alapja a kártevő (gazdaállat) és parazitoidjai életmódbeli sajátosságainak, a fejlődésmenetükből adódó rajzásidők különbözőségének figyelembevétele. A parazitoidok rajzása néhány – fajtól függően 7–16 – nappal követi a gazdaállat rajzását, így mindig van néhány napunk arra, hogy a leggyakoribb, legjelentősebb fürkészfajokat megkíméljük.

Ha az előző nemzedék fertőzésének mértéke 1000 levél felvételezése alapján 30% alatti, a levelenkénti aknaszám nem haladja meg a 2–3 aknát, és a parazitáltság 25–30% körüli, nincs szükség az aknázómolyok elleni védekezésre. Ilyenkor a többi kártevő – pl. levéltetű, sodrómoly, almamoly – elleni védekezést is úgy kell időzíteni, hogy ezekkel se károsítsuk az aknázómolyok természetes korlátozóit. Ha a parazitáltság mértéke 10–15% körüli, általában elegendő egyszer védekezni, az áttelelő nemzedék rajzásakor. Ha az egyéb károsítók elleni védekezések is környezetkímélők, számíthatunk a parazitoidok fajgazdagságának és egyedszámának növekedésére, egyre nagyobb esélyt adva a védekezések elhagyására. Az integrált védekezés szempontjainak következetes betartása esetén ehhez 1–2 év szükséges.

Sodrómolyok

- Almailonca (*Adoxophyes orana* F. von Röslerstamm)
- Kerti sodrómoly (*Pandemis ceresana* Hübner)
- Ligeti sodrómoly (*Pandemis heparana* Denis et Schiffermüller)
- Dudva-sodrómoly (*Archips podana* Scopoli)

A sodrómolyok különböző fejlődési stádiumban áttelelt hernyói kora tavasszal a rügyeket odvasítják, majd a fiatal hajtásokat szövedékükkel összesodorják, annak védelmében táplálkoznak. Megrágják az összeszőtt virágzati részeket is. Elhúzódó fejlődés idején az idős lárvák a kis gyümölcsöket is megrághatják. A kétnemzedékű fajok második nemzedékének hernyói a leveleken kívül a gyümölcsöt is károsítják. Gyakran a terméshez szőtt levél védelmében nagy kiterjedésű foltot hámozgatnak, rágnak rajta. Kártételük kórokozók megtelepedését is elősegíti. Az egynemzedékes fajoknak csak tavaszi kártételével kell számolni.

A kétnemzedékű fajok közül legjelentősebb az almailonca, melynek gyümölcskártétele lehet jelentős. A lepkék május–júniusban, majd július –augusztusban rajzanak. A nőstények csomókban rakják le tojásaikat, amelyekből a kikelő kis hernyók szétszéledve, egyenként kezdenek kis szövedék védelmében hámozgatni. Gyümölcskártételének lehetőségét növeli, ha számára kedvező időjárás esetén egy harmadik nemzedéke is fejlődik, s ezek lepkéinek rajzása általában a szüret idején van (Balázs 1991a).

Védekezés. A sodrómolyok elleni védekezés eredménye nagyban függ az időzítéstől. Mivel az ültetvényben számos faj előfordulásával, kártételével, rajzásmenetével kell számolnunk, érdemes a domináns faj jelenlétét megállapítanunk és a védekezést ehhez igazítanunk. Ebben a hajtás- és gyümölcsvizsgálat, illetve a feromoncsapdák vannak segítségünkre. Tavasszal, ha a termőbogok 2–4%-a károsított, akkor érdemes a zöldbimbós állapotban permetezni. Ellenkező esetben szükségtelen. A gyümölcsösben legalább a leggyakoribb fajok ellen szükséges feromoncsapdát üzemeltetni, a permetezés szükségességét és időpontját ezek fogásadatai alapján eldönteni. Általában, ha valamelyik faj feromoncsapdája (vagy több sodrómoly faj együttesen) hetente 10–15 hím lepkét fog, érdemes védekezni. A növényvédő szer kiválasztásakor ügyelni kell a takácsatkák és az aknázómolyok természetes ellenségeinek kímélésére (Balázs 1991a).

d) A virág és a termés kártevői

Bimbólikasztó (*Anthonomus pomorum* Linné)

Jelenlétét az jelzi, ha a károsított bimbók nem nyílnak ki, rozsdabarna színűre változnak. Bennük fejlődnek ki a bogár lárvái. Károsítási helyükön bábozódnak, majd a nyár folyamán kifejlődő bogarak a leveleken érési táplálkozást folytatnak. Diapauzába, majd a barna színű ormányos bogarak telelőre vonulnak.

Tavasszal igen korán, a rügyfakadás idején települnek be az almaültetvénybe, hogy a nőstények tojásaikat a virágbimbókba helyezzék.

Védekezés. A bimbólikasztó bogárnak csak tömeges előfordulás és gyenge kötődés esetén van jelentősége. Ha rügyfakadást követő kopogtatási próbával 30–40 bogarat gyűjtünk, akkor érdemes védekezni.

Bundásbogár (*Epicometis hirta* Poda)

Csak a fekete színű, szárnyfedelein fehéren pöttyözött, kb. 1 cm nagyságú, igen szőrös bogár károsít. A virágzás előtt megjelenő bogár érési táplálkozása során a bimbókba, a nyíló virágokba bújva a porzót és a bibét fogyasztja, illetve megrágja a sziromleveleket. Tömeges előfordulás esetén komoly kártétel előidézője lehet.

Évente egy nemzedéke van. Lárvája a talajban él, általában humusszal táplálkozik. A bogarak a sötétedéstől a délelőtti órákig a talajrögök között tartózkodnak, csak ezt követően károsítanak.

Védekezés. Mechanikai védekezésre és a bogarak egyedszámának megállapítására is alkalmas a gyümölcsösben kihelyezett szín és illatcsapda. Szükség esetén – fiatal gyümölcsösben kerülhet erre sor – méhkímélő készítménnyel az alkonyati órákban lehet ellene védekezni.

Almamoly (*Cydia pomonella* Linné)

Az alma legjelentősebb kártevője. Hernyója a gyümölcs belsejében táplálkozik, a magházig tartó járatot készít. A magokat is megrágja és ürülékével is szennyezi a gyümölcs belsejét. Itt találjuk a kezdetben sárgásfehér színű fiatal, majd az idősebb, rózsaszín árnyalatú, kifejlődve akár 2 cm hosszú hernyót. A károsított gyümölcs általában korán lehull, egyébként lehetőséget teremt kórokozók megtelepedéséhez.

Az almamolynak évente két nemzedéke fejlődik. A kifejlett lárva a fa kéregrepedéseiben készített fehér gubóban bábozódik. Tavasszal a lepkék április végén, május elején kezdenek rajzani. A rajzás júliusig tart. A nőstény lepkék egyesével rakják le tojásaikat a gyümölcs felületére, amelyekből a kikelő kis lárvák rövid ideig tartó mászkálást követően befurakodnak annak belsejébe. A második nemzedék egyedei július végétől jelennek meg, rajzásuk augusztuban, sőt még szeptemberben is tart.

Védekezés. A bábozódásra vonuló hernyók a fa törzsére kihelyezett hullámpapír övekkel összegyűjthetők. A téli faápolási munkák során a kéregrepedésekben telelő lárvák elpusztíthatók. Az almamoly rajzásának nyomonkövetésére és a védekezés szükségességének eldöntéséhez, legkésőbb április végétől feromoncsapdákat kell kihelyezni az ültetvénybe. Ha a csapdák átlagában hetente 5–8 hím lepke fordul elő, fel kell készülni a védekezésre. A tojások ellen az észlelést követő héten, a tojásból kelő lárvák ellen az észlelést követő 10–14. napon érdemes permetezni. A védekezés időzítésében a különböző előrejelzési programok is segítenek. A rendelkezésre álló számos készítmény közül a megfelelő kiválasztásában a szer hatóanyagának, hatástartamának figyelembevételén kívül a gyümölcsösben előforduló egyéb kártevők jelenléte és a természetes ellenségek kímélése is játszon szerepet.

Néhány kártevő, amelyek egyes ültetvényekben előfordulva jelentős kárt is okozhatnak:

- Almatermésűek levélatkája (*Aculus schlechtendali* Nalepa)
- Csipkés körtepoloska (*Stephanitis pyri* Fabricius)
- Poloskaszagú almadarázs (*Hoplocampa testudinea* Klug)
- Hajtáshervasztó darázs (*Janus compressus* Fabricius)
- Almalevél-gubacsszúnyog (*Dasyneura mali* Kieffer)
- Mezei poloskák (*Lygus* sp.)
- Közönséges lombormányos (*Phyllobius oblongus* Linné)

- Rügysodró tükrösmoly (*Hedya nubiferana* Haworth)
- Szemes tükrösmoly (*Spilonota ocellana* Fabricius)
- Tarka levélmoly (*Acleris variegana* Denis et Schiffermüller)
- Cseresznyeilonca (*Archips crataegana* Hübner)
- Rózsailonca (*Archips rosana* Linné)
- Nagy vörös rügymoly (*Recurvaria leucatella* Clerck)
- Kis téliaraszoló (*Operophthera brumata* Linné)
- Nagy téliaraszoló (*Erannis defoliaria* Clerck)
- Tollascsápú téliaraszoló (*Colotois pennaria* Linné)
- Gyapjaslepke (*Lymantria dispar* Linné)
- Kökényszövő lepke (*Orgya antiqua* Linné)
- Kósza pocok (*Microtus terestris* Linné)

XII. AZ ALMA ALANYAI

Az alma magról és vegetatív módszerekkel, bujtással, dugványozással, illetve oltással és szemzéssel valamint különböző mikroszaporítási eljárásokkal egyaránt szaporítható. Alanyokra a xenovegetatív szaporítási módszerekhez, a szemzéshez és az oltáshoz van szükség. Az alma domesztikációjának első szakaszában elődeink a magról történő szaporítást, valamint a vegetatív szaporítási módszereket egyaránt használták (Dümler 1664 in Maurer 1939, Agricola 1716 in Maurer 1939), az alanyok és az alanyhasználat kialakulása a nagygyümölcsű, értékes tulajdonságokkal bíró fajták elterjedésével, vegetatív szaporításuk igényének a megjelenésével párhuzamosan jelentkezett.

Több korábbi szerző által közvetített felfogás, miszerint az alma európai elterjedése a Római Birodalom hadjáratai során a pontusi régióból „importált" *Malus pumila* L. változatokra alapozódott, mára változóban van (Juniper et al. 1998). Harris et al. (2002) úgy véli, hogy maga a *M. pumila* L. is olyan domesztikált egyedek összefoglaló megnevezése, amelyek 3–4000 évvel ezelőtt már termesztésben voltak, és amelyek termesztésének gyökerei a közép-ázsiai vad taxonokra vezethetők vissza. Ezen növények, mint fajták terjedhettek el Európában, valószínűleg római közvetítéssel (lásd. III. fejezet). Értelemszerűen az első alanyok is ezen faj termesztett változataiból alakultak ki.

A középkori irodalmi forrásokból egyértelműen kiderül, hogy alanyként a termesztett fajták magoncait használták, illetve az ezekből különböző szempontok alapján kiválasztott, ivartalanul szaporított alanyokat nevelték (Dümler 1664 in Maurer 1939, Agricola 1716 in Maurer 1939). Venantius Fortunatusnak a VI. században Tours püspökéhez, Gregorhoz írott hálaadó költeménye alma oltócsapok küldéséért (Maurer 1939) arról tanúskodik, hogy akkor már Nyugat-Európában is ismertek voltak az almafajták, és az oltásukhoz bizonyára alanyokat használtak.

A közép-ázsiai almatermesztés kialakulásában, melynek gyökereiről keveset tudunk, több faj is szerepet kaphatott a domesztikáció során (Juniper et al. 1998, Harris et al. 2002), és ezek alanyként való használata ma is jelentős. Ilyenek a *Malus prunifolia* (Wild.) Borkh., vagy a *Malus siversii* (Ledeb.) M. Roem., vagy a *Malus toringo* (Regl.) Redh. Később, a tudatos keresztezéses nemesítés további fajok bevonásával hozott létre újabb és újabb alanyfajtákat (Probocskai 1984, Hrotkó 1999b). A ma használatos ivartalanul szaporított almaalanyok létrejöttében a nemes fajtákhoz hasonlóan több faj játszhatott szerepet. Legfontosabb ezek közül a mai törpe alanyok egyik valószínű őseként számon tartott *Malus pumila* Mill. Ennek egyik változatát, a paradicsom almát (*Malus pumila* Mill. *var. paradisiaca*) évszázadok óta használták törpe alanyként, s a ma használatos egyes almaalanyok eredeti nevei (Sárga metzi paradicsom alma, Angol paradicsom alma, Francia paradicsom alma stb.) erre az eredetre utalnak (Maurer 1939, Probocskai 1984). A valamivel erősebb, féltörpe-középerős növekedésű, felfelé álló hajtásrendszerű változat, a forgácsalma vagy doucin (*Malus pumila Mill. var. frutescens*) neve is több mai alanyfajta eredeti nevében megtalálható (Zöld doucin, Holland doucin stb.). Szerzetesek feljegyzései szerint a kora középkorban gyakorlat volt az almaalanyok magról történő szaporítása, de a magoncok között szelektáltak (Maurer 1939, Surányi 1982). A kolostorok kerengőire edényben kiültetett törpefákhoz a leggyengébb növekedésű magoncokat választották, míg az extenzív gyümölcsösök számára az erős növekedésű magoncokat használták. Ez a gyakorlat is hozzájárulhatott a törpe paradicsom almák és a forgácsalma vagy doucin csoportok szétválásához. Az újkori szerzőknél 'János alma' (syn.: 'Szent Iván alma', 'Johannisapfel'; Lippay 1664, Molnár, 1898) néven ismertetett alanyok szintén az utóbbi, doucin csoportba tartoznak.

Az újabb, keresztezéses nemesítés eredményeként létrejött almaalanyok kialakításában több taxon vehetett részt többek között a *Malus pumila, M. sylvestris, M. dasyphylla, M.*

orientalis, M. niedzwetzkyana, M. prunifolia, a M. baccata, és a M. x robusta (M. baccata x prunifolia), különböző keresztezési partnerekként (TERPÓ 1974, CUMMINS–ALDWINCKLE 1983) (lásd. II. fejezet 4. táblázat). Magoncalanyként a nemes fajták magoncai mellett zömében a helyi vadalma fajok magjából neveltek csemetéket, így Európában a *Malus sylvestris* (L.) Mill., Kelet-Európában és Szibériában a *Malus prunifolia* (Wild.) Borkh., Ázsiában a *M. prunifolia*, a *Malus siversii* (Ledeb.) M. Roem. adta a vadalma magot.

Az almaalany-nemesítés napjainkra több mint 200 alanyként használatos taxont hozott létre, vagy emelt ki különböző származású populációkból (SADOWSKI–HROTKÓ 1999, HROTKÓ 2007). Ebben a fejezetben a hazai kultúrflórában alanyként telepített fontosabb almaalanyokat ismertetjük részletesebben.

1. MAGONCALANYOK

A hazai almatermesztésben a *Malus sylvestris* (L.) Mill. szelektált magtermő fáinak a magoncai és a termesztett fajták magoncai jelentősek. Az európai vadalma magoncait és a termesztett almafajták magoncait a faiskolák szinte kizárólag a díszváltozatok alanyaiként használják, illetve jelentőségük lehet ott, ahol a magoncok vírusmentessége is fontos. Az alma magoncok ugyanis eredendően vírusmentesek. A ceglédi vadalma magtermő klónokat a *Malus sylvestris* (L.) Mill. hazai állományából NYUJTÓ szelektálta (NYUJTÓ 1987, NYUJTÓ–ERDŐS 1992), a klónok egymást porozzák, a faiskolai forgalomba kerülő magoncok pedig a klónok hibridjei (SURÁNYI–SZABÓ 1992).

A második világháborút követően a faiskolák évekig alanycsemete hiánnyal küszködtek, s a termesztett fajták magját begyűjtve neveltek magcsemetét. Ezek a magoncok is hibridek, mégpedig a termesztett fajta és a pollenadó F_1 hibridjei. Leggyakoribb volt a Golden Delicious és a Jonathan fajták magjának a használata (PROBOCSKAI 1984).

2. IVARTALANUL SZAPORÍTOTT ALANYOK

Ebben a csoportban tárgyaljuk a paradicsom almákat és azokat a hibrideket, amelyekben anyai szülőként paradicsom almákat használtak, valamint a duszen (doucin) alanyokat és azokat az egyéb hibrideket, amelyek a hazai almaültetvényekben megtalálhatók.

M. 4 (syn.: EM IV., Malling 4, Sárga doucin, Holland doucin)
Hollandiából származik, eredete ismeretlen, az East-Mallingban végzett típusszelekció során kapta az EM IV. nevet. Tipikus képviselője a doucin (*Malus pumila* (L.) Mill. *var frutescens*) almaalany csoportnak. Magyarországra 1935-ben hozták be Angliából (PROBOCSKAI 1959). 1990 óta államilag elismert alanyunk (HARSÁNYI–MÁDY 1998). Hajtásai az anyatelepen és az oltványiskolában középmagasak, felfelé állóak, oldalelágazás nélküliek. Oltványiskolában kevés hajtást nevel. Vesszői középvastagok, az anyatelepen vékonyak, rövid ízközűek. A héjkéreg színe sárgásbarna, erősen molyhos. Levelei kicsik (65×49 mm), kerekded vagy szív alakúak, hirtelen kihegyesedők. Vitorlája bronzos. Rügyei korán hajtanak ki és lombja is korán hullik. Gyümölcse középnagy, sárga színű. Feltöltéses bujtással igen jól szaporítható. Az oltványiskolában a növekedést hamar befejezi, ezért korán, augusztus első felében célszerű szemezni, mert később már nem adja jól a héját (PROBOCSKAI 1973). Közepérős növekedésű alany, a ráoltott fák mérete a magonc alanyúakéhoz viszonyítva 60–70%, tenyészterület-igénye 12–25 m^2. (PROBOCSKAI 1973, 1984, PETHŐ 1988). Gyenge növekedésű fajták alanyaként félintenzív ültetvényekbe is telepíthető, általában extenzív ültetvényekbe ajánlják. Díszváltozatok számára is kedvelt alany volt a faiskolákban (HROTKÓ 1999a). Gyökérzete kissé törékeny, az oltványo-

kat közepesen rögzíti a talajban. Laza homoktalajon ezen az alanyon a nagyobb koronájú fák gyakran megdőlnek. Gyökér és tősarjakat egyaránt nagymértékben képez. A gyümölcsösben gyökerei az 'M. 2'-höz hasonlóan fagyérzékenyek, -10 °C-t viselnek csak el károsodás nélkül (Tatarinov–Zuev 1984). A ráoltott fák termőre fordulása a 3–4. évben várható, termőképessége igen jó, 20–25 évig jó termőképességű ültetvényt biztosít. A 'Jonathan' színeződésére különösen jó hatású (Probocskai 1973, Harmath et al. 1982, Pethő 1988).

Az 'M. 4' termőhelyre kevésbé igényes, száraz homoktalajon is jól fejlődik és jól termő fákat ad. Magas talajvizű területeken szenved, gyakran el is pusztul. A hazai száraz, homoktalajú ültetvényekben öntözés nélkül igen jól bevált (Probocskai 1973, Harmath et al. 1982, Pethő 1988). Télállósága közepes, gyökerei hideg teleken károsodhatnak. A Phytophtórás gyökérnyak-rothadással szemben különösen ellenálló, a vértetűre (*Eriosoma lanigerum*) valamint a baktériumos tűzelhalásra (*Erwinia amylovora*) igen érzékeny. Hazánkban, a múlt század 60-as, 70-es évek telepítéseinek a legfontosabb alanya volt, aránya a 60%-ot is elérte. Jelentősége napjainkban lecsökkent, üzemi almaültetvényekben nem telepítik (Hrotkó 1999b, Hrotkó et al. 2006).

M. 8 (syn.: EM VIII., Malling 8, Francia paradicsom alma, 'Piros paradicsom alma)
Régi európai almaalany, Angliában 1750 óta ismerik, az east-mallingi típusszelekció során összegyűjtött alanyok közül a leggyengébben növekvő alanyok egyike volt (Probocskai 1984). Az 'M. 9'-es számos jó tulajdonságával rendelkezik. Növekedése a törpe-féltörpe közé tehető, igen jól szaporítható, és az 'M. 9'-nél télállóbb, Budagovszkij is keresztezési partnerként használta (Budagovszkij 1973, Tatarinov–Zuev 1984). Az USA-ban 'Clark Dwarf' néven közbeoltották erősebb alanyok törpítésére (Probocskai 1984). Korán termőre fordul, rajta a fák kiváló termőképességűek. Hazánkban csak gyűjteményekben és kísérletekben található (Hrotkó et al. 1997, Hrotkó 1999a,b, Hrotkó–Mózer 1999).

M. 9 (syn.: EM IX., Malling 9, Sárga metzi paradicsom alma, Paradis Jaune de Metz)
Franciaországból származik, a paradicsom alma véletlen magonca, Dieudonne találta Montigny botanikus kertje mellett és szaporította el keresztezési céllal a XVIII. század végén (Jakubowski 1989). Alanyként Simon-Louis metzi faiskolája kezdte el szaporítani 1879-ben törpe növekedése miatt. Az EM IX, később a Malling 9 megjelölést a Hatton által elvégzett angliai típusszelekció után kapta (Probocskai 1984).

Hajtásai az anyatelepen szétterülők, vesszői vastagok, ízközeik közepesen hosszúak (20–24 mm), egyenesek, a nódusz gyakran bütykösen megvastagszik. Héjkérge pirosasbarna, fémes fénnyel, jelentéktelen fehér molyhossággal. Levelei általában közepesnél nagyobbak, megnyúltak, ovális-tojásdad alakúak. A levél színe fénylő zöld, fonáka enyhén szőrözött. Vitorlája is fényes, bronzos színű. Szelektált klónjainál a levél mérete kicsitől (76×54 mm) a nagyig (102×64 mm) változik. A vesszők és a gyökér szinte üvegszerűen, pattanva törik. Rügyei korán fakadnak, lombhullása középkorai (Tydemann 1954, Probocskai 1959, 1969, 1973, 1984, Sebők–Probocskai 1973).

Általában bujtással szaporítják. Anyanövényei kevés vagy közepes mennyiségű hajtást hoznak, ezek gyökeresedése igen változó. Az 1930-as években importált 'Typ. EM IX.' igen jól gyökeresedett (Probocskai 1959, 1969), majd az 1960-as évektől kezdve behozott 'Malling 9' klónok szaporítási tulajdonságai romlottak. Az angliai klónok ('Malling 9 a', 'Malling 9 EMLA') 4–6 gyökeres sarjat, míg a jobb francia klónok 12–17 gyökeres csemetét is adnak anyatövenként (Hrotkó 1999b). Fásdugványozással nehezen szaporítható. Az oltványiskolában jól ered és jól szemezhető, mert vastag héjkérge hosszú ideig elválik a farésztől. Száraz körülmények között azonban felszínes gyökérzete miatt növekedése hamar lezárul, ezért szemzését korábban be kell fejezni. Az egyéves suhángok ezen az alanyon vastagok, nem túl magasak, és számos virágrügy is képződhet rajtuk már a faiskolában (Hrotkó 1999b). Gyökerei törékenyek, felszínesen

helyezkednek el, ezért ezen az alanyon az ültetvények csak támaszrendszer mellett nevelhetők. Törpe növekedést biztosító alany, a ráoltott fajták fáinak mérete a termőhelytől függően 20–30% a magoncalanyokon állókéhoz viszonyítva. Tenyészterület igénye 3–5 m^2. A szelektált klónok, valamint a vírusfertőzött, a vírustesztelt és vírusmentesített klónok növekedésében számottevő különbségek mutatkoztak (10–30%), de a legerősebb 'M. 9' klón növekedése sem érte el a féltörpe 'M. 26' alanyon álló fákét (Hrotkó 1999a, b). Ezen az alanyon a fák a telepítést követő 1–2. évben termőre fordulnak, első nagy terméseiket a 3–4. évben adják, viszont 12–15 év után a fák termőképessége csökken, elöregszenek. A fák fajlagos termőképessége igen jó, hektáronként 2000–5000 oltvány telepíthető, így területegységenként 40–80%-kal nagyobb termés is elérhető a középerős növekedésű alanyokhoz viszonyítva. Középkötött, humuszos, jó vízellátású, üde talajokon érzi jól magát. Száraz, öntözetlen területekre nem való, szenved, sínylődik. Az intenzív, nagy tőszámú ültetvények legfontosabb alanya (Harmat et al. 1982, Nagy–Lantos 1989, Pethő 1990, Hrotkó–Mukred 1990, Hrotkó–társai 1997, 1998, Hrotkó 1999a,b, Hrotkó–Mózer 1999). Gyökérzete közepesen fagyálló, hideg, hó nélküli teleken fagykárt szenvedhet. Gyökerei –10 °C alatt károsodhatnak.

Az 'M. 9' rezisztens a Phytophtorás gyökérnyak-rothadásra, viszont az oltványiskolában eléggé érzékeny a liszthartmatra. A vértetű igen kedveli, s fogékony az *Erwinia amylovora* fertőzésre (Probocskai 1969, Hrotkó 1999b). Európában jelenleg a legnagyobb arányban termesztett almaalany, egyes országokban az ültetvények 70–95%-a ezen az alanyon áll (Hrotkó et al. 2006).

Az M. 9 klónjai

A közel 150 éve ivartalanul szaporított 'M. 9'-nek számos klónja van forgalomban. A klónszelekciót a faiskolások végezték többé-kevésbé tudatosan azzal, hogy az anyatelepek felújításához a számukra megfelelő anyanövényekről szedték a szaporítóanyagot. A változatosság kialakulásához az is hozzájárulhatott, hogy az anyanövények erős visszametszése következtében a rejtett rügyek is gyakran kihajtanak, s így a mélyebb szöveti rétegek mutációi is megjelennek a hajtásokban. A hőterápiás vírusmentesítés után a különböző származású klónok között nagy különbségeket mutattak ki morfológiai és szaporítási tulajdonságaik valamint termesztési érték vonatkozásában (Engel 1977, 1986, Howard 1977, van Oosten 1977, Parry 1980, Masseron 1983, 1989).

Morfológiai bélyegek alapján a klónokat három csoportba lehet sorolni:

1. adult klónok: nagylevelűek, a levél széle tompán fogazott.
2. juvenilis formák: a levél széle élesen, fűrészesen fogazott, erősebb növekedésűek, jól szaporíthatók.
3. átmeneti formák: adult és juvenilis bélyegek egyaránt lehetnek, gyakori a nyársak képződése a hajtásokon.

Az 'M. 9' klónokkal kapott hazai kísérleti eredményeket úgy lehet összegezni, hogy számottevő különbség mutatkozhat a klónok morfológiai tulajdonságaiban, a faiskolai értékében, valamint kisebb mértékben a rájuk oltott fák növekedésében is. A vizsgált klónok növekedési erélyében szignifikáns különbségek nem voltak, a leggyengébb és a legerősebb között 15% körüli különbség mutatkozott, és növekedésük sorrendben a következőképp alakult: Kamara, Burgmer 751, Pajam 1, Burgmer 719, Burgmer 984, Pajam 2, ez utóbbi a legerősebb. A klónok termőképességében számottevő különbség nem mutatkozott, vagyis mindegyik kiváló termőképességű. Termőhely szempontjából mindegyik klón rendkívül igényes, a hazai szárazabb éghajlaton az erősebb növekedésűek valószínűleg eredményesebbek lesznek (Hrotkó 1999a, b, Csigai–Hrotkó 2007).

Hazai M. 9 klónok

Magyarországra több időpontban kerültek be 'M. 9' klónok. Az első alkalommal Mohácsy Mátyás 1935-ben hozatta be az EM IX. típust az akkori east-mallingi alanyokkal együtt, és

ez a Kertészeti Akadémia kamaraerdei törzsgyümölcsösébe került. PROBOCSKAI (1969) adatai szerint hajtásai igen jól gyökeresedtek az anyatelepen. 1987-ben az egykori törzskönyvek alapján sikerült ezt a klónt megtalálnunk, és '*Kamara*' néven soroksári alany-génbankunkban helyeztük el. Kislevelű, átmeneti forma, s ma is igen jól gyökeresedik. Ugyanitt találtunk egy másik klónt '*Zalai erős*' néven, amelyet Probocskai a 40-es évek végén hozott egy zalai faiskolából. Élesen fogazott levélszélű, kifejezetten juvenilis típus és igen jól szaporítható.

Probocskai Endre 1962-ben az akkori teljes M- és MM sorozatot behozatta East-Mallingból, s ebből anyatelepet létesített Soroksáron, és szigetcsépi kísérleti ültetvényébe is ezeket a klónokat telepítette. 1987-ben az akkor még meglévő szigetcsépi ültetvényből ezt a klónt is begyűjtöttük, és génbankunkban helyeztük el '*Szigetcsép*' néven. A klón morfológiailag az angliai 'M. 9 a' -val mutat rokonságot, de nem vírusmentes.

A következő jelentősebb alany-behozatallal, 1974-ben egy németországi vírusmentes klón került a Sasad Kertészeti Mgtsz nagytétényi telepére, s innen az ország több faiskolájába. Valószínűleg, a központi törzsültevényben is ez a klón található. Nagylevelű, időskori forma, elég rosszul gyökeresedik. Génbankunkban '*Sasad*' néven helyeztük el. A 80-as évek elején a faiskolások között még ismert volt az ún. '*Rákóczi*' klón jó gyökeresedéséről. A Rákóczifalváról megkapott növényanyagot összehasonlítva a többivel megállapítható, hogy az eléggé heterogén állomány zömmel a '*Zalai erős*' juvenilis klónnal azonosítható típusból áll (HROTKÓ 1999b).

M. 26 (syn.: Malling 26)
Az angliai East-Mallingban állították elő az 'M. 16'×'M. 9' keresztezésével, majd 1934-ben szelektálták Nr. 3436 klónszámmal. Faiskolai szaporítása 'Malling 26' néven 1958-ban kezdődött meg (PRESTON 1978, 1982). Vírusteszteltt EMLA-klónjait 1969–70-ben vezették be (VAN OOSTEN, 1977). Hajtásai az anyatelepen és az oltványiskolában közepesen szétterülők. A hajtások egyenesek, általában kevés oldalelágazással. A vesszők héjkérge sötét csokoládébarna színű, ezüstös, fémes fénnyel. Az ízközök rövidek vagy középhosszúak (24 mm), egyenesek. Az erősebb vesszőkön a rügyek környezetében a hajtás bütyökszerűen megvastagszik. A fiatal anyatelepeken nagy arányban kapunk bütykös, nyársas vesszőket. Rügyei tavasszal későn hajtanak ki, lombja pedig ősszel későn hullik. Levelei kicsik (53×38 mm), oválisak. A levél színe mély, sötét kékeszöld, fénylő, a fiatal levelek világosabb zöldek, vitorlája bronzos (PROBOCSKAI 1973, SEBŐK–PROBOCSKAI 1973). Hagyományosan feltöltéses bujtással szaporítják, sarjhozama eléggé változó, nálunk viszonylag alacsony. A sarjak gyökeresedése közepes vagy gyenge. 4–5 éves kortól a bujtványcsemeték vékonyabbak, gyökeresedésük is javul, ilyenkor anyatövenként 9–10 szabványos gyökeres csemetére számíthatunk (HOWARD 1987, HROTKÓ 1999b).

Angliában eredményesen szaporítják fásdugványozással, és mikroszaporítása is teljesen kidolgozott (HOWARD 1987). Az oltványiskolában jól vastagszik. Az oldalhajtásokat a szemzési magasságig időben el kell távolítani. Szemzése augusztus második felében célszerű, túl korán szemezve a kötözőszalag az alanycsemete erős vastagodása következtében bevág az alanyba. A suhángok a 'Malling 26' alanyon közepes magasságúak, az átlagosnál vastagabbak és gyakran virágrügyek képződnek rajtuk (MUKRED–HROTKÓ 1988, HROTKÓ 1999b). Kompatibilitása a nemes fajtákkal jó, de Ontario államban az 'Empire', a 'Delicious', a 'Mutsu', a 'Northern Spy' és a 'Vista Bella' oltványainál az oltási hely törését figyelték meg (GRANGER 1984), ami rendszerint csak az ültetvény néhány fájánál jelentkezett. Az 'M. 26' alanyú fák növekedési erélye az 'M. 9'-hez viszonyítva mintegy 30–50%-kal nagyobb. Tenyészterület-igénye a nemes fajta növekedési erélyétől függően 5–12 m. A fák az első években erőteljesebben növekednek, termőre fordulás után a növekedés lelassul. Gyökérzete az 'M. 9'-hez hasonlóan törékeny, de kiterjedtebb gyökérzetet fejleszt, ezért a fák rögzítése valamivel jobb (PROBOCSKAI 1973, HROTKÓ 1999b). Ez a jobb rögzítés természetesen még mindig nem elegendő, ezért a 'Malling 26' alanyú intenzív ültetvényeket karózni kell. A szemzését 25–35

cm magasságban célszerű végezni, majd az oltványt a gyümölcsösben mélyebben telepítve stabilabb fát kapunk. Tősarjakat az ültetvényben ritkán fejleszt. Angliában azt javasolják, hogy gyümölcsösben úgy kell telepíteni, hogy az oltási hely ne emelkedjen a talaj fölött 10–15 cm-nél magasabbra, mivel az alanytörzsön sok gyökérkezdemény csomó (burrknot) képződik (PRESTON 1978, CUMMINS–ALDWINCKLE 1982). Igen korán, a 2–3. évben fordulnak termőre a ráoltott fák. A fák termőképessége igen jó, megközelíti a 'Malling 9'-ét. A korai nagy termések miatt az 'M. 26' alanyú fák sudara gyakran legyengül, illetve elveszíti vegetatív vigorát mielőtt a tenyészterületét teljesen kitöltené. Fontos feladat a sudár helyes metszése. A kihajtás után hajtásválogatással és a kötődött gyümölcsök eltávolításával a sudárról a fát megfelelő egyensúlyban tartani (CUMMINS–ALDWINCKLE 1982). Középkötött, humuszban gazdag, tápdús talajt igényel, ahol a gyökerek levegőzése megfelelő. Alkalmazkodóképessége az 'M. 9'-nél valamivel jobb, de a szárazságra az 'M. 9'-hez hasonlóan érzékeny ezért a gyenge minőségű, laza homoktalajra nem való, itt csak öntözés mellett telepíthető (HARMAT et al. 1982, NAGY–LANTOS 1989). A talaj tápanyagtartalmára kevésbé érzékeny, de magas mésztartalmú talajokon a fák termőképessége, és a gyümölcs mérete kisebb. Egyes vélemények szerint fagytűrő képessége az 'M. 9'-nél gyengébb, Amerikában viszont a Malling sorozat leginkább téléllő tagjának tartják (FERREE–CARLSON 1987). Ez összefüggésben lehet azzal, hogy nyugalmi állapota hosszabb, rügyfakadása néhány héttel később kezdődik a többi Malling alanyhoz viszonyítva. Ajánlatos a talaj mulcsozása, takarása.

A vértetűre, a baktériumos tűzelhalásra (*Erwinia amylovora*) különösen és a gyökérnyak-rothadásra érzékeny (*Phytophtora cactorum*), noha az utóbbi csak nedves, hideg talajokon jelent nagy veszélyt. Az alanyból képzett törzsdarabon gyökérkezdemények képződnek, amelyen keresztül könnyen fertőződik kórokozókkal, kártevőkkel.

Hazánkban állami minősítést 1990-ben kapott (HARSÁNYI–MÁDY 1998), az egyik legfontosabb alany (HROTKÓ et al. 2006). Európában másutt is eléggé elterjedt, de valamivel kisebb arányban.

M. 27 (syn.: Malling 27)
Tydemann H.M. állította elő 1929-ben az ,M. 13'×,M. 9' keresztezésével. East Mallingban 1934-ben szelektálták Nr. 3431 klónszámon, a vírusmentes EMLA klón szaporítását a faiskolák 1975–76-ban kezdték meg (PRESTON 1971, 1978). Feltöltéses bujtással és fásdugványozással az ,M. 9'-hez hasonló eredményességgel szaporítható. Kompatibilitása jó, de ,Northern Spy' fajtával gyakori az oltási hely törése (CUMMINS–ALDWINCKLE 1982). Gyökérzete törékeny és felszínesen helyezkedik el, a fát nem képes kellően rögzíteni, ezért karózni kell. Az angol szakirodalom szerint gyökér- és tősarjakat ritkán vagy egyáltalán nem hoz a gyümölcsösben, hazai tapasztalataink szerint viszont eléggé sarjadzik (HROTKÓ 1999b). Az 'M. 9'-hez viszonyítva törpe növekedésű, a fák 30–50%-kal kisebbek. Ajánlott tenyészterülete 2–3 m^2. Az 5–6. év után a fák hajtásnövekedése ezen az alanyon minimálisra csökken. Csak intenzív vagy szuperintenzív ültetvényekbe ajánlják, olyan erős növekedésű fajták alanyaként használható, amelyek az 'M. 9' alanyon már túl nagy fát nevelnek (NAGY–LANTOS 1989, HROTKÓ 1999 a, b). A fák igen korán, a telepítést követő 1–2. évben termőre fordulnak, fajlagos termőképességük igen nagy, az átlagos gyümölcsméret azonban kisebb, mint az 'M. 9'-en. Csak igen jó talajokon, öntözött területeken alkalmazható. A Phytophtorás gyökérnyak-rothadásra rezisztens, a vértetű viszont megél rajta.

Jork 9 (syn.: J. 9, Malus J–9)
A kiinduló egyedet 1953–54-ben Karnatz és Loewel szelektálták az 'Malling 9' szabad megporzásból származó magoncai közül. Kísérleti szaporítását 1966-ban, faiskolai terjesztését 1980-ban kezdték meg német faiskolák. A vizsgálatok szerint a klón minden ismert vírustól mentes (TIEMANN–DAMANN 1981).

Levelei középnagyok, fénylő mély sötétzöldek, közepesen durván fogazott szélűek. A hajtások vastagok, a héjkéreg színe az egyéves vesszőn szürkésbarna, ibolyás fedőszínnel, kevés paraszemölccsel. A hajtása és a gyökere is üvegszerűen törékeny. Gyökérzete sűrűn elágazó, kimosva feltűnően sárgás színű. A fiatal anyatelepeken ritkán előfordul, hogy a hajtásokon nagy szögben elálló nyársak képződnek, de az idősebb anyatelepeken a nyársképződés kevésbé jelentkezik (Hrotkó 1999b). Jól szaporítható, feltöltéses anyatelepeken, a bujtványok gyökeresedése a 'Malling-Merton 106'-hoz hasonlóan jó. A hajtások 90% feletti arányban meggyökeresednek. Fásdugványozással történő szaporítása még nincs kidolgozva. Hajtásdugványai is jól gyökeresednek. Mivel az 'M. 9'-hez hasonlóan az alanytörzsből gyökérkezdemények törhetnek elő, a szokványos magasságban célszerű szemezni a 'M. 9'alanynyal azonos időszakban.

Gyökérzete erősebb, sűrűbben, finomabban elágazódó, mint a 'M. 9'-é, de ugyanolyan törékeny, ezért az oltványokat mindenképpen karózni kell. A fákat a 'M. 9'-nél valamivel jobban rögzíti a talajban (Tiemann–Damann 1981, Pätzold–Fischer 1991, Silbereisen –Scherr 1996, Hrotkó–Mózer 1999). Törpe alany, növekedése a 'Malling 9'-hez hasonló, azonban a fák vitalitásukat tovább megőrzik ezen az alanyon, később öregszenek meg. A fák kezdeti növekedése is erőteljesebb, ami a nagyobb kezdő termésekben is megmutatkozik (Hrotkó 1999a, b, Hrotkó–Mózer 1999).

Télállósága jobb, fagyérzékenysége kisebb, mint a 'M. 9'-é, a 2–3 éves alanyok in vivo mélyhűtésekor kapott károsodási fokozata 1,6, míg ugyanakkor a 'M. 9'-é 2,4, az 'Alnarp 2'-é 0,5 volt (Tiemann–Damann 1981, Silbereisen–Scherr 1996). Szigetcsépi öntözetlen viszonyok között az 'Idared' és 'Jonagold' fák ezen az alanyon jól fejlődtek, sem fagykárt, sem az elmúlt évek aszályos időjárásának károsító hatását nem észleltük (Hrotkó et al. 1997, Hrotkó–Mózer 1999). A faiskolában a liszthartmatra és a varasodásra közepesen érzékeny, a vértetvek is kedvelik, nem ellenálló. A baktériumos tűzelhalásra (*Erwinia amylovora*) különösen érzékeny.

Hazánkban állami minősítést kapott. (Hrotkó et al. 2007).

B. 9 (syn.: Budagovszkij 9, Budagovszkij paradicsomalmája, Paradizka Budagovszkava, Paradizka krasznolisztnaja).
Budagovszkij állította elő 1937-ben az 'M. 8' és a Micsurin által nemesített 'Krasznij Sztandart' keresztezésével Micsurinszkban, Oroszországban (Budagovszkij 1973). Az anyatelepen terebélyes, alacsony növésű bokor. Hajtásain a héjkéreg sötétvöröses gesztenyebarna színű, a farésze is sötétrózsaszín. Hajtásai törékenyek, üvegszerűen pattanva törnek. A levél kissé fényes vagy matt, közepesen felfelé álló, alakja ovális tojásdad. A levél színe vöröses sötétzöld.

Sok sarjat hoz, ezek gyökeresedése azonban gyenge (Tatarinov–Zuev 1984, Hrotkó 1999b). Hajtásdugványozással jól szaporítható, a csemeték azonban továbbnevelést igényelnek az oltványiskolai telepítés előtt (Mukred–Hrotkó 1988). Az alanycsemete az oltványiskolában jól növekszik, a rászemzett oltványok középerős-erős növekedésűek, kompatibilitása a fajtákkal jó, az oltási hely nem vastagszik meg, és gyökérkezdemény-csomók sem képződnek rajta. Vörös levélszíne a faiskolában előnyt jelent (Hrotkó 1999b). Rossz gyökeresedési sajátosságai miatt elsősorban közbeoltott alanyként használják Észak-Európában és Észak-Amerikában (Czynczyk 1981).

Törpe növekedésű alany, jó talajokon ezen az alanyon a fák vitalitása tovább megmarad, mint a 'Malling 9'-en. Gyökérzete az 'M. 9'-nél kevésbé törékeny, de támaszrendszert igényel (Hrotkó 1999a, b). Sekélyen gyökeresedik. A gyökér fagyállóbb, mint az 'M. 9'-é, a talajban –12 és –14 °C-ig nem károsodik (Tatarinov–Zuev 1984).

A fajták ezen az alanyon igen korán, a 2–3. évben termőre fordulnak és igen jó termőképességűek. Közbeoltott alanyként is jó termőképességű oltványokat ad, és előnyösen

befolyásolja a kevésbé elágazódó fajták elágazódását. A gyümölcs színeződésére jó hatású, még a nehezebben színeződő fajták is, pl. a 'Jonagold' ezen az alanyon intenzívebben, és korán színeződnek, így a szedésük egyszerre történhet (HROTKÓ 1999b).

Elsősorban jó talajokra való. Fagytűrése és télállósága jobb a többi törpe alanynál. Vegetációs hőküszöb értéke alacsonyabb, ezért tavasszal korán kihajt. Ilyenkor, a tél második felében, mélynyugalmának megszűnte után viszont fagyérzékeny. A szárazságot jól tűri, a túlzott talajnedvességre viszont érzékeny.

Igen nagy előnye, hogy a *Phytophtora cactorum* által kiváltott gyökérnyakpusztulással szemben ellenálló. A vértetvekre érzékeny, viszont a faiskolában a liszharmat és a varasodás alig támadja meg. Amerikai szakirodalmi adatok szerint az *Erwinia amylovora* okozta baktériumos tűzelhalásra kevésbé fogékony. Eddigi hazai eredményeink megerősítik az alanyról ismert külföldi véleményeket (HROTKÓ 1999 ab). Gyökéralanyként a 'Malling 9'-hez hasonló, közbeoltva pedig azt meghaladó termőképességű fákat adott Szigetcsépen és Nyíradonyban (HROTKÓ et al. 1998).

Oroszországban és az egykori Szovjetunió utódállamaiban 1946 óta szaporítják, eléggé elterjedt. Lengyelországban a 70-es évektől kezdve közbeoltásra használták, közbeoltott alanyként történő használata Hollandiában és Németországban is megkezdődött (TATARINOV–ZUEV 1984, JAKUBOWSKI 1989, GULYKO–GULYKO 1986, HULKO–HULKO 1999). Magyarországon állami elismerést kapott (HROTKÓ et al. 2007).

B. 57–491 (syn.: Budagovszkij 57–491)
Budagovszkij és Korovin állította elő a 'B. 9' x Nr. 13–14 keresztezésével Micsurinszkban (TATARINOV–ZUEV 1984). Irodalmi adatok szerint igen törpe növekedési erélyű, szigetcsépi kísérletünkben viszont inkább az 'M. 9'-hez hasonló méretű fákat adott (HROTKÓ 1999a, HROTKÓ–MÓZER 1999). Gyökerei nem törékenyek, de ajánlatos a fákat karózni, mivel a gyökérzet nem eléggé mélyrehatoló, nem rögzít kellőképpen. A termékeny, középkötött, jó vízgazdálkodású talajokat kedveli. A ráoltott fák a 2–3. évben termőre fordulnak és bőven teremnek. Az oltvány télállóságát javítja azzal, hogy gyökérzete károsodás nélkül a -14 °C-ot is elviseli a talajban (TATARINOV–ZUEV 1984). Vértetűre érzékeny. Közbeoltva is igen jó törpítő hatású alany. Tenyészterület igénye 2–3 m^2. Hazai kísérleteink eddigi eredményei alátámasztják a külföldi szakirodalmi adatokat. Jó szaporítási tulajdonságai és hidegtűrése miatt a törpe alanyok csoportjában igen figyelemre méltó (BUDAGOVSZKIJ 1973, JAKUBOWSKI 1989, HROTKÓ et al. 1997, HROTKÓ–MÓZER 1999, HROTKÓ 1999a). Magyarországon állami elismerést kapott (HROTKÓ et al. 2007).

B. 54–118 (syn.: Budagovszkij 54–118)
Budagovszkij és Korovin állította elő a 'B. 9' x Nr. 13–14 keresztezésével (BUDAGOVSZKIJ 1973, JAKUBOWSKI 1989). Féltörpe vagy középerős növekedésű alany, a fák mérete ezen az alanyon az 'MM. 106'-hoz hasonló, tenyészterület-igénye 8–14 m^2. (TATARINOV–ZUEV 1984, HROTKÓ et al. 1997, HROTKÓ–BERCZI 1999). Feltöltéses bujtással és hajtásdugványozással jól szaporítható. Gyökerei szilárdak, gyökérzete jól fejlett, a fát jól rögzíti a talajban. A fajták ezen az alanyon a 3–4. évben fordulnak termőre, termőképességük igen nagy, a hajlamos fajtáknál alternancia is előfordulhat (HULKO–HULKO 1999). Az alany igen fagytűrő, gyökerei –16 °C-on sem károsodtak (TATARINOV-ZUEV 1984, GULYKO-GULYKO 1986). A 'B. 9'-hez hasonlóan mélynyugalmi állapota korán megszűnik, és korán kihajt, lombozata sötét-vöröses színű. A talajjal szemben kevésbé igényes, mint az 'M. 26', a szárazságot is jól elviseli. Vértetűre érzékeny (CUMMINS-ALDWINCKLE 1982).

Oroszországban és az egykori Szovjetunió utódállamaiban 1946 óta szaporítják, eléggé elterjedt. Az USA-ban kísérleti értékelése folyamatban van. Magyarországon állami minősítést kapott (HROTKÓ et al. 2007).

MM. 106 (syn.: Malling - Merton 106)
Az angliai East-Mallingban állították elő a 'Northern Spy' x 'M. 1' keresztezésével (PRESTON, 1970). Faiskolai szaporítása az 50-es évek második felében kezdődött meg. Magyarországi értékelését elsőként PROBOCSKAI (1973) kezdte meg már 1962-ben. Magyarországon 1996-ben állami minősítést kapott (HARSÁNYI–MÁDY 1998).

Hajtásai az anyatelepen és az oltványiskolában enyhén szétterülők. Vesszői vastagok, az internódiumok rövidek, enyhén zegzugos növekedésűek, másodrendű hajtásokat alig hoznak. Héjkérge fakó csokoládébarna, ritka, fehéres szőrzettel. Sok paraszemölcse van, amelyek alig láthatóak, kicsik, oválisak, halványsárga színűek. Levelei nagyok (83×59 mm) ovális alakúak, lekerekített levélvállal, olykor a levélnyélre növő levéllemezzel. A levelek színe szürkés vagy kékeszöld, a vitorla halvány sárgászöld, a fiatal levelek szegélye gyakran bronzos (PROBOCSKAI 1973, SEBŐK–PROBOCSKAI 1973). Rügyfakadása középidejű, növekedését későn fejezi be, lombja is későn hullik. Feltöltéses bujtással igen jól szaporítható. Külföldön fásdugványozással is elég jó eredménnyel szaporítják, hazai viszonyok között azonban 50%-nál nagyobb gyökeresedési arányt még nem sikerült elérnünk. Az oltványiskolában jól fejlődik, hosszú ideig még szeptember elején is szemezhető. Nem célszerű túl korán szemezni, mert ha a szeptember meleg, a szemek nagy arányban kihajtanak (MUKRED et al. 1990).

Növekedése a féltörpe és a középerős közé tehető, erős, igen erős növekedésű nemes fajtákkal, jó talajokon középerős fákat ad. Az 'M. 9'-hez viszonyítva 50–60%-kal nagyobb a tenyészterület-igénye. Félintenzív ültetvényekhez ajánlható, de spur fajták vagy gyenge növekedésű fajták alanyaként, illetve törpe vagy igen törpe alanyokkal közbeoltva intenzív ültetvényekbe is telepíthető (HROTKÓ 1999a, b, HROTKÓ–BERCZI 1999). Újratelepítés esetén középerős növekedésű fajták alanyaként is számításba jöhet. Tenyészterület igénye a nemes fajta növekedési erélyétől függően 6–12 m^2.

A gyökérzet szilárdsága megfelelő, a fát kellőképpen rögzíti a talajban, s az átültetés után jól regenerálódik. Karózást nem igényel. A túlságosan mélyen, gyökérnyakba szemzett és magasan ültetett oltványok laza talajokon szél hatására megdőlhetnek. Ajánlatos magasan (25–35 cm) szemezni és kissé mélyebben telepíteni. Magasan szemezve és ültetve törpítő hatása erősebb (HROTKÓ–MAGYAR 2004). A közbeoltott oltványoknak jó gyökérzetet biztosít. Gyökér- és tősarjaktól mentes.

A fajták ezen az alanyon korán, általában a 3. évben termőre fordulnak és rendszeresen, bőven teremnek. A gyümölcsméret ezen az alanyon általában jó, túlkötődés esetén azonban ajánlatos a gyümölcsöt ritkítani. A téli fagyokra közepesen érzékeny. Oroszországban úgy találták, hogy gyökerei károsodás nélkül –12 °C-t is elviselnek a talajban (TATARINOV–ZUEV 1984). Nálunk megfelelően télálló. Az alany a faiskolában sokáig növekedik, lombját későn hullatja. A ráoltott nemes vegetációja is megnyúlik, a nyugalmi állapot később alakul ki, ami korai fagyok esetén törzskárosodáshoz vezethet. A szárazságot közepesen tűri, a magas talajvízre viszont érzékeny. Nem való hideg, nyirkos talajokra. Laza homoktalajokon is megél. A talajhoz jól alkalmazkodik.

A vértetveknek jól ellenáll, a gyökérgolyvára nem érzékeny. Hideg, nyirkos talajokon a Phytophtorás gyökérnyak-rothadástól eléggé szenved, melegebb, szárazabb klímában azonban erre nem érzékeny. Leveleit a lisztharmat közepesen fertőzi. Amerikában a TmRSV által okozott összeférhetetlenségre különösen érzékeny, a 'Red Delicious' fajtáknál ez a probléma igen gyakran jelentkezik (FERREE–CARLSON 1987).

Hazánkban a legnagyobb arányban szaporított almaalany (HROTKÓ 1999b, HROTKÓ et al. 2006), részesedése a 80-as évek végén a 40%-ot is elérte. Európa déli felén, főleg Franciaországban és az USA-ban igen elterjedt. Ezzel szemben Nyugat- és Észak-Európában a Phytophtorás gyökérnyak-rothadásra való igen nagy érzékenysége miatt csak kismértékben szaporítják (CUMMINS–NORTON 1974, GVOZDENOVIC 1989, ENGEL 1977, CUMMINS–ALDWINCKLE 1982, TATARINOV–ZUEV 1984, FERREE–CARLSON 1987, PETHŐ 1990).

MM. 111 (syn.: Malling - Merton 111)
A John Innes Kertészeti Kísérleti Intézetben szelektálták a 'Northern Spy' x 'Merton Immune 793' (utóbbi 'Northern Spy' x 'Malling 2') keresztezéséből származó magoncok közül (PRESTON 1970, PROBOCSKAI 1973, 1984). Szaporítását az 1950-es években kezdték meg, az USA-ban meglehetősen elterjedt alany (CUMMINS–ALDWINCKLE 1982, ARCHBOLD et al. 1987, FERREE–CARLSON 1987). Magyarországi értékelését elsőként PROBOCSKAI kezdte meg 1962-ben.

Feltöltéses bujtással jól szaporítható, sarjhozama magas, a sarjak jól gyökeresednek. A faiskolában csemetéje lisztharmatra kissé érzékeny (PROBOCSKAI 1973). A 'M. 2'-hez hasonló, a 'M. 4'-nél 30%-kal kisebb fákat nevel, korábban tévesen növekedését a 'Malling 4' -nél erősebbnek tartották (PROBOCSKAI 1973, HROTKÓ et al. 1995). Ezen az alanyon az almafák korán termőre fordulnak és már a 3–4. évtől kezdve nagy terméseket hoznak. Egy eastmallingi kísérletben a 'Cox narancs' és a 'Jonathan' alanyaként a nemes rész nyerstömegéhez viszonyított termés aránya meghaladta a 'Malling–Merton 106' és 'Malling 7' alanyon álló fákét, csak az 'M. 9' adott jobb arányokat (FERREE–CARLSON 1987). Termőképessége a 'M. 2'-hez viszonyítva 80%-kal is jobb lehet. A ráoltott fák gyümölcsminősége jó, a gyümölcs tárolhatósága közepes.

Hazai kísérletekben a 'Starking' és a 'Starkrimson' termőképessége ezen az alanyon 15%-kal magasabb volt az 'M. 4' alanyúakéhoz viszonyítva (PROBOCSKAI 1983).

Szárazságtűrése jobb, mint a hasonló növekedésű 'M. 2'-é. Gyökérzete finoman szerteágazó, igen jól behálózza a talajt. Ezen az alanyon az almafák a hosszúra nyúló nyári száraz periódusokat is jobban elviselik. A túlzott talajnedvességre érzékeny. Fagyra közepesen érzékeny. Intenzív almaültetvényekben a gyenge növekedésű, spur fajták alanyaként jöhet számításba, középerős fajtákhoz újratelepítési esetekben, illetve törpe alanyokkal való közbeoltással ajánlható. A gyökérgolyvának ellenálló, lisztharmatra viszont érzékeny. A vértetvekkel szembeni rezisztenciája jó. Az USA szárazabb almatermő körzetein kívül nem jelentős, Jugoszláviában és Romániában szintén telepítették (GVOZDENOVIC 1989). Magyarországon állami elismerést kapott (HROTKÓ et al. 2007).

XIII. AZ ALMA TERMŐHELYI IGÉNYEI

Más gyümölcsfajokhoz hasonlóan az almára is igaz az, hogy eredményes termesztés csak olyan területeken folytatható, ahol környezeti igényei biztosítottak. Az ettől eltérő feltételrendszer javítása többletráfordításokat igényel, ezért a termőhelyi alkalmasság elbírálása az üzemi almatermesztés alapkérdése. Fontosságát, illetve kockázatait szakmai elődeink is hangsúlyozták. ANGYAL (1925) a téli és tavaszi fagyok hatásának elemzése s a fagykárok megelőzési módjainak értékelése kapcsán kiemelten említi a termőhelyek és a fajta szerepét.

OKÁLYI (1954) megkülönböztette a növény ökológiai igényeit figyelembevevő optimális tenyésztájat, valamint a természeti és gazdasági összefüggések által meghatározott optimális termőtájat. Maga a termőhely SOLTÉSZ (1997) szerint is összetett fogalom, amely a természeti és gazdasági adottságokat egyaránt magában foglalja. Ugyanakkor az optimális termőhelyek kijelöléséhez, s az ennek érdekében kialakított országos gyümölcstermőhely-kataszter kialakításához csak az ökológiai alkalmasságból indultak ki (KÁLLAYNÉ 1993).

A különböző ökológiai hatások egyszerre, komplex módon érik a növényeket, ezért a termőhely kiválasztásánál az alábbi főbb tényezők várható összhatását kell figyelembe venni: (1) földrajzi helyzet, domborzati viszonyok, kitettség; (2) éghajlati adottságok, időjárási tényezők; (3) talajadottságok.

1. FÖLDRAJZI HELYZET, DOMBORZATI VISZONYOK, KITETTSÉG

Az alma üzemi termesztése nagyjából a 25–52° közötti földrajzi övezetekre korlátozódik. Ezen kívül, a nagyobb szélességi fokú övezetekben akkor lehet almát termeszteni, ha a hőmérséklet megfelelő, s közel van a terület valamilyen nagy természetes vízfelülethez (pl. Norvégia 60°N). A 25°-nál kisebb földrajzi szélességben területeken csak magasabb tengerszint feletti magasságokban sikeres a termesztés. Ez utóbbi helyeken alacsony hidegigényű fajtákra van szükség, vagy valamilyen kezeléssel (pl. vegyszeres) kell megszakítani a nagy hidegigényű fajták mélynyugalmát.

A földrajzi szélesség nagymértékben meghatározza a hőmérsékletet. CHARLES-EDWARDS (1982) cit. PALMER et al. (2003) megállapította, hogy a 10°-tól 55°-ig terjedő földrajzi szélességben az évi középhőmérséklet 0,45 °C-kal csökken fokonként, és a tenyészidőszak alatti hőmérséklet pedig 0,015 °C-kal növekszik. A déli féltekén a nagy óceánfelületek miatt ugyanazon földrajzi szélességnél hidegebb az időjárás, mint az északi féltekén. Például az átlagosan jellemző minimum és maximum hőmérséklet Új-Zélandon (Hawke's Bay: 39°40'S) alacsonyabb, mint Kaliforniában (Davis: 38°32'N).

A kontinentális és tengerparti területek hőmérsékleti viszonyaiban még nagyobb különbségeket mértek. Angliában, East Malling (51°18'N,0°26'E) és Lengyelországban, Skierniewice (51°58'N,20°10'E) havi átlagos minimum és maximum hőmérsékleti értékei alapján megállapítható, hogy Skierniewiceben alacsonyabb az átlaghőmérséklet, s nagyobb a szélső értékek közötti különbség, mint East Mallingban (-4,4 °C és 25,2 °C, illetőleg +0,8 °C és 21,7 °C). A különféle földrajzi adottságok kölcsönhatása eredményezheti azt is, hogy Ecuador egyenlítő melletti területein is tudnak sikeres almatermesztést folytatni ott, ahol nagyon magas a tengerszint feletti magasság (PALMER et al. 2003).

A tengerszint feletti magasság tekintetében nagyon tág határok ismeretesek, hiszen Hollandia tengerszint alatti polder területeitől Dél-Tirol 800–1000 m-es hegyvidékéig találhatunk jövedelmező almatermelést. A magashegységek klímája hűvösebb, mert a hegyvidéki övezetességnek megfelelően a tengerszint feletti magassággal a hőmérséklet 100 m-enként 0,5 °C-kal csökken. BARDEN és NEILSEN (2003) szerint az USA keleti részén, Virginia,

É-Karolina, Dél-Karolina és Georgia államokban, továbbá Mexikóban az almaültetvényeket rendszerint hegyvidéki területeken létesítik.

Domborzati viszonyok szempontjából legkedvezőbb a környezetükből kissé kiemelkedő, teljesen sík vagy mérsékelten lejtős (1–2%) területek, dombos vidékeken a délkeleti vagy délnyugati fekvés, de egyes külföldi termőhelyeken igen meredek lejtőket is bevonnak az almatermesztésbe. A környezethez viszonyított magasságkülönbség a tavaszi fagyok előfordulását is nagymértékben befolyásolja. Gyakran már néhány méter magassági különbség a domborzatban vagy a koronaszintben többszörös eltérést okozhat a téli vagy a tavaszi fagykár mértékében. A mélyebb fekvések, völgykatlanok általában fagyzugos területté válnak, de lejtőkön is kialakulhatnak relatív fagyzugok sajátos terepi formák esetében, vagy erdősáv, ill. épületek közelében. A domborzati viszonyok a terület vízháztartására is hatással vannak. A dombhátak, keskeny gerincek szárazabbak, a lejtők alja pedig nyirkosabb. Papp (2003) szerint az átlagosan 150–250 m közötti tengerszint feletti magasságban elhelyezkedő területek a legkedvezőbbek almagyümölcsös létesítésére.

Timon (2002) szerint a kitettségnek, mely a terület lejtésének égtáji irányát és hajlásszögét együttesen kifejező fogalom, meghatározó szerepe van a mikroklíma kialakításában. A kitettség hatása összetett. A talaj a növények és a levegő helyi felmelegedése révén kihat a párolgásra, a talaj vízkészletére, de befolyással van a fényellátásra is. A talaj színe, kötöttsége, szerkezete, nedvességtartalma és növényekkel való fedettsége befolyásolja a talaj és a talajközeli légréteg felmelegedését. A sötét talajok jobban képesek felmelegedni. A nedves talajok nehezebben melegszenek, de tovább is megtartják a meleget mint a száraz talajok. A déli lejtők talajai jobban kiszáradnak. Figyelembe kell vennünk a szélnek való kitettséget vagy a szélvédettséget is. A szelek száríthatnak és hűthetnek. Az uralkodó szélirány ismerete a telepítési sorirány és a támrendszer megválasztásához is elengedhetetlen. A szél elleni védelemben és a kedvező mikroklíma megteremtésében is nagy jelentősége lenne a külföldön és a régmúltban hazánkban is kiterjedten alkalmazott szélvédő sávok használatának.

A terület közelében lévő nagyobb vízfelületek a mikroklímát is kedvezően befolyásolják, így magasabb lesz a páratartalom és kiegyenlítődnek a hőingadozások. Nagyobb erdőfelületek közelségének is kedvező a kondicionáló szerepe.

2 ÉGHAJLATI ADOTTSÁGOK, IDŐJÁRÁSI TÉNYEZŐK

a) Hőmérséklet

A gyümölcsészeti szakma a termesztett almát kozmopolita növénynek tartja. Az almafa alkalmazkodóképessége eléggé nagyfokú, hőmérsékleti igénye 15–30 °C közé tehető, de nagy termésmennyiségre és jó minőségre csak a szélsőségektől mentes, kiegyenlített hőmérsékletű területeken számíthatunk. Ültetvényeket létesíteni azokon a területeken célszerű, ahol az évi középhőmérséklet 9–10 °C, vegetációs időben átlagosan 18–19 °C (Tóth 1997).

Ugyanakkor a hőmérséklet az almatermesztés valamennyi aspektusára hatást gyakorol (Palmer et al. 2003). Ettől függ a tenyészidőszak hossza. Pl. a nyári hőmérséklettől függően a 'Cox narancs renet' esetében 22 év alatt ez 127 és 153 nap között változott. A hőmérséklet hatással van a fiziológiai folyamatok összességének alakulására, beleértve a pollentömlő növekedést, a sejtosztódást és a légzést is. A hőmérséklet még az almát károsító kártevők és betegségek kifejlődését is megváltoztathatja, hiszen a melegebb helyeken sokszor több nemzedéke fejlődik a kártevőknek mint a hidegebb helyeken.

Nagyon fontos a hőmérsékleti szélsőségek és azok gyakoriságának számbavétele, mert ezek közvetve vagy közvetlenül kihatnak a fák terméshozására és a gyümölcsminőségre.

Az egyik ilyen szélsőség a lehűlés és annak hatása, a fagykárosodás. A tavaszi, őszi és téli fagykárok, melyek a faszövetet károsítják, sokkal nagyobb károkat okoznak, mint az összes többi környezeti stressz együttvéve. Többet, mint a betegségek és a kártevők (FLORE–HOWELL 1987 cit. PALMER et al. 2003).

Az USA-ban legalább olyan mértékű a fagykárosodás miatt bekövetkező gazdasági veszteség, mint a biotikus károsítók által okozott kár (LARSEN 1970 cit. PALMER et al. 2003). Más területeken is hasonló a helyzet annak ellenére, hogy jobb termőhelyválasztással, jobb technológiával és fagytűrőbb fajták és alanyok használatával a termesztők igyekeznek megelőzni a károkat. Példaként említhető az 1986/87-es téli fagykár Lengyelországban, ami 13 millió fát pusztított ki, vagy az 1955 novemberében és 1964 decemberében bekövetkezett fagykár az USA-ban, amely miatt 2,5 millió, ill. 4 millió fa pusztult ki.

A téli fagyok gyakorlati károsító következménye hazánkban általában nem ilyen drasztikus, de annál sokrétűbb. ZATYKÓ (1986) cit. TÓTH (2004b) szerint a téli fagyok leggyakrabban a szállító edénynyalábokat károsítják, s az ezt követő hiányos tápanyag- utánpótlás miatt lelassul a virágrügyek fejlődése. A fagykár nemcsak letális sérüléseket jelent, hanem a különböző érzékenységű szövetek funkciócsökkenésével jár. Legtöbbször nem pusztul el minden virág, mégis nagy terméskiesés van akkor is, ha a fagyok által közvetlenül elpusztított virágok száma elhanyagolható. Gyakran az épnek látszó túlélő virágok a későbbi gyümölcskötődés szempontjaiból nem teljes értékűek, hanem több-kevesebb funkcionális defektussal vannak terhelve, s ezért csökken a gyümölcskötődés mértéke.

Mélynyugalomban az almafák akár -38 °C-os lehűlést is elviselnek (PALMER et al. 2003). Extrém hideg területeken a rügyek és vesszőcsúcsok elfagyása gyakori, de ennek csak a tárgyévi termés mennyiségre van hatása. A nyugalmi állapotban levő szövetek fagykárosodását CHILDERS (1983) szerint három tényező befolyásolja: (1) a hőmérséklet csökkenés üteme; (2) a hideg periódus hossza; (3) a visszamelegedés üteme.

Az egyes növényi részek érzékenysége eltérő, pl. a rügy érzékenyebb, mint a vessző, a gyökér érzékenyebb, mint a vessző, a kambium érzékenyebb, mint a xylem.

Ismert tény, hogy a fagy tulajdonképpeni hatása vízelvonáson alapul. A hőmérséklet 0 °C alá csökkenése után a jégképződés először a sejtközötti járatokban indul meg. A hőmérséklet további csökkenésével a jégképződés egyre több vizet von ki a sejtekből. SZUZDALCEVA cit. PORPÁCZY et al. (1964) szerint a télre való felkészülés során a növény olyan változásokon megy át, amelyek biztosítják a fagy szárító hatásával szemben az áttelelő szövetek részére az életben maradásukhoz szükséges víz visszatartását. A fagyálló fajták szövetei jóval nagyobb vízkötőképességgel rendelkeznek, s a szabad víztartalmuk kevesebb, mint a fagyra érzékeny fajtáké.

Néhány jelentős almafajta és alany esetében a 18. táblázatban mutatjuk be a legalacsonyabb kritikus hőmérsékleteket a november, december és február hónapokban, Kanadában (British Columbia) elviselt legalacsonyabb értékek átlaga alapján. A téli fagyérzékenység szerint PALMER et al. (2003) több forrásmunka alapján a 19. táblázat szerint csoportosították az almafajtákat.

WARNER (1982) az 1980-ról 81-re forduló téli időszakban vizsgálta néhány almafajta fagyérzékenységét. Január elején rekord hideget, azaz -37 °C -ot mértek, s ráadásul áprilisban ezt még -4—6 °C-os lehűlések is súlyosbították. Kihajtás után értékelték az egészséges, a sérült és az elhalt virágok számát, s ezekből kiszámították a hidegtűrési indexet. Az átlagos hidegtűrési index a 'Mutsu' és a Delicious fajtakör (12 fajta átlaga) esetében volt a legalacsonyabb, s a 'Jonnee', valamint a McIntosh fajtacsoport esetében magasabb volt. Az adatok összefüggésben voltak a virágzatokat ért fagykárral.

MITTELSTÄDT és KOCH (1979) szerint a fa- és háncsrész fagykárosodása alapján Németországban a téli fagyoknak legellenállóbbnak bizonyult az 'Idared' és a 'McIntosh', s legérzékenyebbek közé tartozott a 'Mutsu' és a Red Delicious fajtakör.

18. táblázat

13 almafajta és hét alanyfajta által elviselt legalacsonyabb téli hőmérséklet (°C) a november, december és február hónapokban végzett mérések átlagában (CHILTON et al. 1994, QUAMME et al. 1999) cit. PALMER et al. (2003)

Fajta	Hőmérséklet (°C)	Alany	Hőmérséklet (°C)
Mutsu	-28,5 a*	M. 7	-7,5 a
Jonagold	-28,5 a	M. 9	-9,6 b
Golden Delicious	-28,5 a	A. 2	-11,2 c
Gala	-31,6 b	J. 9	-11,8 c
Sunrise	-31,8 b	B. 9	-12,3 cd
Elstar	-32,3 bc	O. 3	-13,2 de
Granny Smith	-32,4 bc	P. 2	-14,2 e
Red Rome	-33,4 bcd	Átlag	-11,4
Braeburn	-33,5 bcd		
McIntosh	-35,0 cde		
Spartan	-35,2 de		
Fuji	-35,8 de		
Empire	-36,8 e		
Átlag	-32,6		

* Az azonos betűkkel jelzett fajták között nincs szignifikáns különbség (p=0,05)

19. táblázat

Almafajták csoportosítása télállóságuk szerint szabadföldi utóvizsgálatok és mesterséges fagyasztási kísérletek alapján (FORSLINE 1983, CHILTON et al 1994, QUAMME et al. 1999, FRIEDRICH–FISCHER 2000, CZYNCZYK szóbeli közlés cit. PALMER et al. (2003)

Érzékeny	Mérsékelten érzékeny	Télálló	Nagyon télálló
Cox narancs renet	Braeburn	Alwa	Antonovka
Golden Delicious	Delikates	Cortland	Columbia
Gravenstein	Elstar	Empire	Dolgo
Jonagold	Gala	Fantazia	Haralson
Jonathan	Granny Smith	Fuji	Kerr
Melrose	Ligol	HoneyCrisp	Mantet
Mutsu (Crispin)	Northern Spy	James Grieve	Norland
Newtown	Red Boskoop	Jersey Mac	Rescue
Ontario	Red Delicious	Lobo	Wealthy
Sinta	Redkroft	Lodel	
	Red Rome	McIntosh	
	Sawa	Melba	
	Sunrise	Northern Lights	
		Spartan	
		Vista Bella	

Hazánkban SOLTÉSZ et al. (2010) az északkelet-magyarországi régióban vizsgálta a termőbogon képződött dárdák, illetve a hosszú termővesszők rügyeinek elfagyását. A termőbogon lévő dárdákon a vizsgált fajták közül az 'Idared' szenvedett a legnagyobb rügykárt. Télen a rügyek fagytűrése a Gala, a Golden Delicious és a Jonagold fajtakör tagjainál volt a legnagyobb. Eredményeik szerint a hosszú termővesszőn képződött rügyek téltűrése általában kedvezőbb, mint a rövid termővesszőké (dárda, sima termőnyárs). Hasonló eredményre jutott DREMÁK (2011) a 'Rewena', 'Remo', 'Pilot' és 'Jonagold Schneica' bevonásával végzett vizsgálat eredményeiből, hiszen a dárdák károsodása nagyobb mértékű volt, mint a termőnyársaké és a hosszúvesszőké.

Az északi féltekén gyakori jelenség a törzsön a hosszanti kéregrepedés (másnéven: délnyugati fagysérülés). Ez KESNER és HANSEN (1976) cit. PALMER et al. (2003) szerint akkor szokott bekövetkezni, amikor a környező levegőhőmérséklet 0 °C alatt van, s a napsütés hatására a fa délnyugati oldalán felmelegszik a törzs, és annak déli és északi oldalán 16,7 °C-nál nagyobb hőmérséklet-különbség lép fel. Habár ez súlyos károsodás, ha a repedések nem fertőződnek el akkor a fák 2–3 év múlva regenerálódnak.

Természetes viszonyok között tehát az ágak -38 °C-ot is elviselnek, de a legellenállóbb alany viszont legfeljebb csak -18 °C-ot bír ki. A gyökér nagyobb érzékenysége a talaj hőmérsékletével van kapcsolatban. Ezt az is bizonyítja, hogy a talajfelszín alá kerülő törzsrész ugyanolyan érzékenyé válik, mint a gyökér és fordítva: a kiálló gyökérrész ugyanolyan ellenálló, mint a szár.

Gyökérkárosodás esetén a fák kilombosodnak, de a növekedés és a virágzás retardált lesz. A gyökerek általában a talaj felső rétegében szoktak elfagyni, ha az alsóbb talajrészben nem következik be károsodás, s ha a fa felső része nem fagyott el, akkor a fa még könnyen regenerálódik. Gyökérkárosodás általában a lazább talajban fordul elő nagyobb gyakorisággal. Jelentős különbségek vannak az alanyok télállóságában is (20. táblázat).

Fontos ismerni az őszi fagykárok előfordulását és káros hatásait is. Például Kanadában a terméskiesést nagyon gyakran nem a téli vagy tavaszi, hanem az előző évi őszi fagyok okozzák. Az októberben vagy november elején előforduló -8,5 °C-os lehűlések nagyon gyakran jelentős terméskiesést idéznek elő [(CAPRIO–QUAMME (1999) cit. PALMER et al. 2003)]. Természetesen a lombtalan, beérett vessző sokkal jobban tűri a hideget, mint a lombos állapotban levő hajtás, de ez egyáltalán nem jelenti azt, hogy a korai lombhulláshoz jobb fagytűrés társulna. Ilyenkor ugyanis kevesebb szénhidrát termelődik. A jobb tápanyag-ellátottság s általában a jobb kondíció viszont javítja a fagytűrőképességet. BARDEN és NEILSEN (2003) szerint a késő őszi fagyok különösen a fiatal ültetvényekre veszélyesek, mert gyakran a kései és nagy adagú N-trágyázás miatt később fejezik be az intenzív hajtásnövekedésüket, mint a termő fák.

Amikor a mélynyugalom véget ér, s a fa kihajt, akkor nagyon érzékennyé válik a tavaszi fagyokra. Ahogy halad előre a rügydifferenciálódás, a virágrügyek egyre érzékenyebbek a lehűlésekre. Az elviselhető legalacsonyabb hőmérséklet a fenológiai állapottól függ (21. táblázat). Az almavirágon belül a termő és a magkezdemény sokkal érzékenyebb, mint a körülötte levő szövetek.

20. táblázat

Almaalanyok csoportosítása télállóságuk szerint szabadföldi utóvizsgálatok és mesterséges fagyasztási kísérletek alapján (PRIVÉ–EMBREE 1997, POTAPOV 1999, QUAMME et al. 1999, ZHABROVSKY–SAMUS 1999, FRIEDRICH–FISCHER 2000, CZYNCZYK szóbeli közlés cit. PALMER et al. (2003)

Nagyon érzékeny	Érzékeny	Mérsékelten télálló	Télálló	Nagyon télálló
M. 7	J-TE-D	B. 118	Antonovka	Beautiful Arcade
Malus halliana	J-TE-E	B. 490	Alnarp2	*Malus baccata*
MM. 104	J-TE-F	J. 9	B. 9	Columbia
	M. 2	MAC. 1	KSC 7	Robusta 5
	M. 4	MM. 106	KSC 14	
	M. 9	MM. 111	KSC 28	
	M. 11	O. 3	M. 26	
	P. 16	P. 1	P. 2	
		P. 59	P. 14	
		P. 60	P. 18	
		Supporter 4 (Pi.80)	P. 22	
			Y.P.	

21. táblázat

Kritikus hőmérsékleti értékek a virágrügy-fejlődés különböző fenológiai fázisaiban (Michigan State University Extension (2004) cit. Tóth (2004b)

Fenológiai fázis	Kritikus hőmérsékleti érték (°C)*	10%-os	90%-os
		mértékű károsodást előidéző hőmérsékleti érték	
Rügypattanás	-8,8	-9,4	-16,6
Rügyfakadás	-8,8	-7,7	-12,2
Zöldbimbó kezdet	-5,5	-5,0	-9,4
Zöldbimbó	-2,8	-2,8	-6,1
Pirosbimbó kezdet	-2,8	-2,2	-4,4
Teljes pirosbimbó	-2,8	-2,2	-3,9
Virágzás kezdet	-2,2	-2,2	-3,9
Teljes virágzás	-2,2	-2,2	-3,9
Virágzás vége	-1,7	-2,2	-3,9

*: az a legalacsonyabb hőmérséklet, amelyet a növényi szerv 30 másodpercig károsodás nélkül elvisel.

Több vélemény és számos eredmény utal arra, hogy a téli fagyok és a kritikus tavaszi lehűlések nem kezelhetők, illetve értelmezhetők egymástól függetlenül, az utóbbi káros hatása a téli „előzményektől" is függ. Zatykó (1986) arra irányította rá a figyelmet, hogy a károsodás (terméskiesés) mértéke nem mindig áll egyenes arányban a lehűlés mértékével. Magyarországon is előfordult már, hogy -4 °C lehűlés után teljes termést szüreteltek, más esetekben pedig -0,6 °C után radikálisan, csaknem nullára csökkent a termés. A jelenséget a szerző a virágok fejlettségével és a tavaszi fagykárt megelőző téli fagykárral hozza összefüggésbe. Több kutató egybehangzó eredményét feldolgozva Tóth (2004b) a tavaszi fagyokra legérzékenyebb fajták közé sorolta a Red Delicious fajtakör fajtáit, valamint a Mutsu, a Summerred fajtákat, a Jonagold klónokat s az évjáratok egy részében az Idared fajtát. Legellenállóbbnak bizonyult a 'Gloster', a 'Granny Smith', s eléggé jó fagytoleranciát mutatott a 'Gala' és a Jonathan fajtakör, valamint az 'Ozark Gold' és a 'Snygold'.

Amerikai megfigyelések szerint (Longstroth, 2004 cit. Tóth 2004b) az alma bogernyő virágzaton belül a középső, ún. királyvirágot veszélyeztetik leginkább a késő tavaszi fagyok. A növény nemritkán úgy tolerálja a fagykárt, hogy a középső virágot ért fagykár

91. ábra. Tavaszi fagykár által okozott sérülések A: középső virág elfagyott, B: perzselődés és torzult gyümölcsök. (Fotó: Pázmándi Ildikó és Tóth Magdolna)

után az egyik oldalvirág még a középső virágnál is nagyobbra fejlődik. Célszerű ezért külön értékelni a középső és az oldalsó virágok elfagyását. Saját megfigyeléseink szerint a késő tavaszi fagyok (-4–-7 °C) nemcsak a bimbók, virágok és terméskezdemények elpusztulása és a levélkezdemények torzulása miatt veszélyesek, hanem a „megfázás" következtében termésveszteség és minőségromlással járó perzselődés, gyümölcstorzulás, fagynyelv, fagygyűrű vagy a csésze körüli fagysapka is jelentkezhet (91. ábra).

A másik szélsőség, a túl magas hőmérséklet, mely szintén káros hatással lehet az almára részben a napégés (lásd a c) alfejezetben) és az aszálykárosodás miatt. Tóth (2000) szerint hazánkban a légköri aszályra fokozottan érzékeny például a 'Jonagold', az 'Arlet' és a 'Pinova'.

b) Vízellátás

A szakirodalom úgy tartja, hogy az alma vízigényes gyümölcsfaj; évi vízigénye 600–800 mm, amelyből 350–550 mm vizet a tenyészidőszakban igényel. (Tóth 1997, Papp 2004). Hollandiában, Németországban Új-Zélandon és New York állam enyhe, kissé nedves területein végzett mérések szerint az alma vízfogyasztása egységnyi levélfelületre vonatkoztatva nyári napokon kb. 1–1,7 l/m^2. Ezzel szemben Franciaország déli, száraz területein a júliusi vízfogyasztás elérheti a 2,5 l/m^2-t is. Az almaültetvényekben a vízfogyasztás mértékét több tényező befolyásolja, melyek közül legjelentősebbek: napsugárzás és légnedvesség, levélfelület, a sztómanyílást befolyásoló tényezők, valamint a művelési rendszer és koronaforma (Lakso 2003). A szerző szerint a vízellátás azért is nagyon fontos az almatermesztésben, mert a problémák többsége a nem megfelelő vízellátásra vezethető vissza. Kutatások eredményei alapján a különböző időszakokban a vízhiányból adódó stresszhatások jelentősége az alábbiak szerint foglalható össze.

Általános megfigyelés, hogy az intenzív növekedés és a sejtosztódás időszakában az almanövények nagyon érzékenyek a szárazságra. Ebből következik, hogy a tavaszi és kora nyári vízhiány drámai hatást gyakorol a vegetatív növekedésre, a gyümölcskötődésre és a gyümölcsök végső méretére is. Ennek az a magyarázata, hogy a tenyészidőszak első felében végbemenő hajtásnövekedés és gyümölcsfejlődés jórészt a sejtosztódáson alapul. A nyár közepén nagy valószínűséggel bekövetkező vízhiány kisebb hatást gyakorol a vegetatív növekedésre és a terméshozásra, mivel a korona kialakulás és a gyümölcskötődés már addigra befejeződött. A postharvest vízstressznek korábban nem nagyon tulajdonítottak jelentőséget, mondván, hogy ennek már nincs hatása a fiziológiai és növekedési folyamatokra. Ez viszont nem igaz azokra a termőhelyekre, ahol a vegetációs időszak hosszú. A tenyészidőszak végén bekövetkező folyamatok (pl. rügydifferenciálódás, gyökérnövekedés és tápanyagfelvétel, a télre való megfelelő felkészülés) miatt ezen időszakban is fontos az optimális vízellátás.

A korai vízhiány okozta gyümölcsméret-csökkenés gyakran a gyümölcsök hússzilárdságának növekedését eredményezi, de különbségek lehetnek az oldható szárazanyag-tartalomban is. Vízhiány esetén a keményítő-lebomlás általában későbbre tolódik, az etiléntermelés pedig korábban kezdődik. Az üvegesedés a rendszertelen vízellátással és az érési zavarokkal függ össze.

Magyarország termesztőtájainak többségén az alma nyári vízigényét csak öntözéssel tudjuk kielégíteni. Soltész et al. (2011) szerint az ültetvények vízgazdálkodása szempontjából a vegetációs időben rendelkezésre álló víznek van elsősorban jelentősége. A vízfelhasználás fő időszaka a hajtásnövekedés első intenzív szakaszának befejeződésével kezdődik. Ilyenkor döntően az időjárás határozza meg a fák vízfelhasználását, s a napi felhasználás ebben az időszakban a legnagyobb. Ez hazánkban június elejétől augusztus végéig tart.

A gyümölcsfejlődés utolsó szakaszában (2–4 héttel a szüret előtt) igen intenzív a gyümölcsök növekedése. A szedési érettség előtt 7–10 nappal a tömeggyarapodás az 5–10%-ot is elérheti, ezért a gyümölcsök méretére és minőségére a vízellátottság jelentős hatást gyakorol. A jól időzített öntözés jelentősen növelheti a gyümölcsök méretét. A piros fedőszínű fajták színeződését jelentősen javíthatja a korona feletti színező öntözés. Szeptember közepétől a lombhullásig folyamatosan csökken az almafák vízfelhasználása.

A fajták vízigényét, vízhasznosító képességét a genetikai adottságok alapvetően meghatározzák. Nagy általánosságban leszögezhető, hogy akkor vízigényesebb egy fajta, ha: (1) hosszabb a tenyészidőszaka, s kései az érése, (2) nagyobb a termőképessége és a terméskötődési hajlama; (3) nagyobb méretű a gyümölcse; (3) hajtásképződése elhúzódóbb, elágazódási hajlama erősebb.

Soltész et. al. (2011) szerint a vízhiányra érzékenyebb fajták közé tartozik a 'Golden Delicious', a 'Jonagold', a 'Granny Smith'. Mérsékelten érzékeny a 'Jonathan' és az 'Idared'. A vízhiányt – rendszerint jelentős gyümölcsméret-csökkenéssel – hosszabb ideig elviseli a 'Gala', a 'Fuji', a 'Braeburn' és a Red Delicious fajtakör. A vízhiányra érzékeny fajták jellegzetes morfológiai változással, a levelek nagymértékű kanalasodásával jelzik víz iránti fokozottabb igényüket. Nemeskéri (2011) a levél morfológiai, szerkezeti felépítésének, a levél SPAD-(relatív klorofill-) és antioxidáns-tartalmának változása alapján a Gala és Remo fajtát az aszályra kevésbé érzékeny, míg az Idared és a Jonagold fajtát az aszályra érzékeny csoportba sorolta.

c) Fényviszonyok

Tóth (1997) szerint az alma nem tartozik a legfényigényesebb növények közé, de a termés mennyiségében és minőségében is kimutatható az optimális fényellátottság előnyös hatása. A hazai 1900–2100 órás megvilágítás az alma szempontjából megfelelőnek tekinthető. Az árnyékos koronában nemcsak a gyümölcs színeződése lesz rossz, hanem a vegyesrügyek differenciálódása is akadályozott.

Grappadelli (2003) szerint a sikeres almatermesztés egyik legfőbb feltétele a jó fényviszonyok biztosítása az ültetvényben és a koronában. Méghozzá homogén fényeloszlással. Ez elérhető É-D soriránnyal, jól megválasztott koronaformával. Ezen kívül megfelelő téli és nyári metszéssel lehet optimalizálni a fényellátást. A jó fényviszonyok a koronában nagyobb gyümölcsméretet és jobb étkezési minőséget eredményeznek.

Nyáron a túlzott fényellátottság és a magas hőmérséklet együttes következményeként napperzselés vagy napégés léphet fel a gyümölcsökön. Schrader et al. (2001) cit. Piskolczi et al. (2004) nyomán a napégési sérülések két fő típusa különíthető el. Nekrózisos napperzselés esetén az epidermisz és a közvetlen alatta levő sejtek hősokk jellegű károsodása miatt a gyümölcsfelület napnak kitett részén pontszerű nekrózis mutatkozik. A barna napégés esetén nagyobb foltokban a héj először kifehéredik, majd elbarnul, megreped, s a gyümölcshús is elszíneződik. Ez annak a következménye, hogy az alma héjának hőmérséklete 13–14 °C-kal magasabb lehet, mint a levegő hőmérséklete. Másfelől a napnak kitett és az árnyékos gyümölcsfelület hőmérsékletében akár 20 °C-os hőmérséklet-eltérés is előfordulhat. A jelenség általában akkor következik be, ha az alma héjának a hőmérséklete meghaladja az 50 °C-ot, de az erős megvilágítás is szerepet játszik a károsodásban. A 'Gala' kevésbé, a 'Braeburn' és a 'Granny Smith' viszont nagyon érzékeny a napégésre. [(Thorpe 1974, Bergh et al. 1980) cit. Palmer et al. (2003)].Tanszéki megfigyeléseink szerint a fenti fajtákon kívül még a Jonagold, Ozark Gold, Téli aranyparmen, Freedom, Opal, Produkta, Selena és Topgold (Luna) fajtákon jelentkezik súlyosabb napégési károsodás. A napégés elleni védekezési lehetőségek közül Grappadelli (2003) megemlíti például a jégvédő háló (lehetőleg világos, mert a sötét csökkentheti a terméseredményt) és a kaolinos permetezés lehetőségét és jelentőségét.

3. TALAJADOTTSÁGOK

Az almának a talajjal szembeni toleranciája is kielégítő, s ezt figyelembe véve talajigényének határértékei a következő paraméterekkel jellemezhetők: pH tűrés: 5,7–7,6, Arany féle kötöttségi szám: 25–50, humusztartalom: 1–2% (minimum 0,5%). Hazai tapasztalatok szerint nemcsak a túl homokos, alacsony szervesanyag-tartalmú területek alkalmatlanok jövedelmező almatermesztésre, hanem a nehezen felmelegedő agyagos, valamint az igen magas humusztartalmú ún. „fekete földek", illetve lösztalajok is (Tóth 1997).

Papp (2004) szerint a kiváló vízgazdálkodású, gyengén savanyú és közömbös kémhatású, kedvező humusz- és tápanyagtartalmú vályogos kötöttségű talajok a legkedvezőbbek az almatermesztésre. A talajtípusok közül a 6,0–6,5 pH-jú erdei talajok mellett a közömbös kémhatású homokos vályog, a vályog kötöttségű mezőségi, öntés- és lösztalajok egyaránt kedvezőek almaültetvény létesítésére. Mésztartalom tekintetében az 5% alatti talaj ideális, de 7,5 pH és 15% $CaCO_3$ fölött gyakori a levelek klorózisa.

Barden és Neilsen (2003) szerint az alma számára a 6,5 és 7,0 pH közötti kémhatás az ideális, s 5,5 pH alatt – a mangán és aluminium fokozottabb felvétele miatt – rendszeres a mangánmérgezés miatt bekövetkező foltos törzsleválás. Erre különösen a Red Delicious fajtakör és annak utódai érzékenyek, de jelentős károk jelentkezhetnek a 'Golden Delicious' és 'McIntosh' fákon is. A túlzott aluminiumfelvétel a gyökérnövekedést és az elágazódást gátolja. 7,5–8,5 pH esetén és e fölött, a magas sótartalom miatt, a talaj teljesen alkalmatlanná válik, s a legfontosabb tápelemek felvételének akadályoztatása miatt a fák növekedése is leáll.

A talaj jó levegőzöttség nagyon fontos elvárás, mert az alma hajszálgyökereinek magas az oxigénigénye. Timon (2002) szerint a gyümölcsültetvények létesítésére ideális talajban 34% a vizet megtartó és 16% a levegővel töltött pórustér, s a szilárd anyagi részek aránya 50%.

A talaj termőrétege minimálisan érje el az 50–70 cm-t, de a legkedvezőbb a 100–150 cm mélységű termőtalaj. A korábban már említett fagyzugok veszélye mellett a mélyedésekbe azért sem célszerű fákat ültetni, mert ott a belvízkárok is gyakoriak. Az aszályveszély miatt a déli lejtőket is célszerű kerülni.

Timon (2002) szerint a humusz szerepe nagyon jelentős a gyümölcstermesztésben. A humusz képződésében nagy szerepük van a talajt borító növények gyökereinek, mert gazdagítják a talaj szervesanyag-tartalmát, lazítják a talajt. Elkorhadásuk után járatokat képeznek a talajban, megkönnyítve a víz, a tápanyag és a levegő lejutását. A szerves anyag azonban egyben a talajlakó mikroorganizmusok tápláléka is. Ezek a szervezetek tárják fel, teszik felvehetővé a tápanyagokat az almafák gyökerei számára. A talaj biológiai aktivitásának fenntartása, fokozása az okszerű termelés egyik alapvető kérdése. A talajvíz mélysége 0,5 m fölött kedvezőtlen, mert gyökérfulladást okoz. 2–3 m-es talajvíz szint a legtöbb gyümölcsfaj számára optimális.

Mindent összevetve Soltész (1997) a kedvezőtlen éghajlati adottságokkal szembeni tűrőképesség alapján értékelte a gyümölcstermő növényeket. Az ökológiai tűrőképesség alapján az almának az 1-től 5-ig tartó skálán belül 3-as besorolást adott. Ezen belül az alkalmazkodás a talajhoz 2-es, az alkalmazkodás az éghajlathoz 4-es, a fagytűrés mélynyugalomban 2-es, a fagytűrés kényszernyugalomban 2-es, valamint a tavaszi fagykárok valószínűsége 2-es relatív értéket kapott. Fontosnak tartja a termőhely gondosabb megválasztását és a fajtakörzetek kialakítását, de ehhez a fajtákat minél több termőhelyen szükséges tesztelni.

Az egyes fajták ökológiai igényében is vannak eltérések. Az almafajták ökológiai tűrőképessége alapján három csoport képezhető (Tóth 2000). A kozmopolita fajták (pl. 'Jonathan', 'Idared') bármely hazai termesztőtájra javasolhatók. A szélsőséges ökológiai adottságokat rosszul viselő fajták bizonyos körzetekben nem teljesítenek jól, más termesztőhelyre viszont megfelelhetnek. A tenyészidőszak alatti lehűlésekre érzékeny fajták tipikus képviselője pl. a

Red Delicious alakkör. A triploid fajták (pl. 'Jonagold' és klónjai) és a korán virágzó diploid fajták fokozottan érzékenyek a késő tavaszi fagyokra. A hosszú tenyészidőszakot igénylő fajták (pl. 'Granny Smith') termesztése sem minden termesztőhelyünkön kockázatos. Ott kell óvatosnak lenni, ahol október közepe táján terméshullást előidéző komoly fagyokra lehet számítani. A speciális termőhelyi igényű, például hűvös és csapadékos időjárást igénylő fajták (pl. 'McIntosh', 'Cox narancs renet') vagy hosszú tenyészidejű fajták (pl. 'Pink Lady') hazánkban sehol sem javasolhatók árutermesztésre.

A fajták között a talajigény tekintetében is vannak eltérések. A talaj víztartó képességére és természetes táperejére kevésbé igényes fajták (pl. 'Jonathan', 'Idared') aránya a jelenlegi fajtaválasztékon belül kisebb, a fajták nagy része (pl. Golden Delicious alakkör, 'Elstar') igényes a talajtápanyag- és vízellátás iránt.

XIV. AZ ALMA TERMESZTÉSE

1. MŰVELÉSI RENDSZEREK

A művelési rendszer GYURÓ (1990) klasszikusnak tekinthető megfogalmazása szerint nem más, mint a gyümölcsös telepítési rendszere, valamint a gyümölcsfák termőfelület- és termésszabályozásának módja. Kissé részletesebb definíciója szerint magába foglalja az alkalmazott alanyokat és a fajtákat, a térállást és a koronaformát, valamint a korona metszésmódjait.

a) Művelési rendszerek a XIX. századtól a II. világháborúig

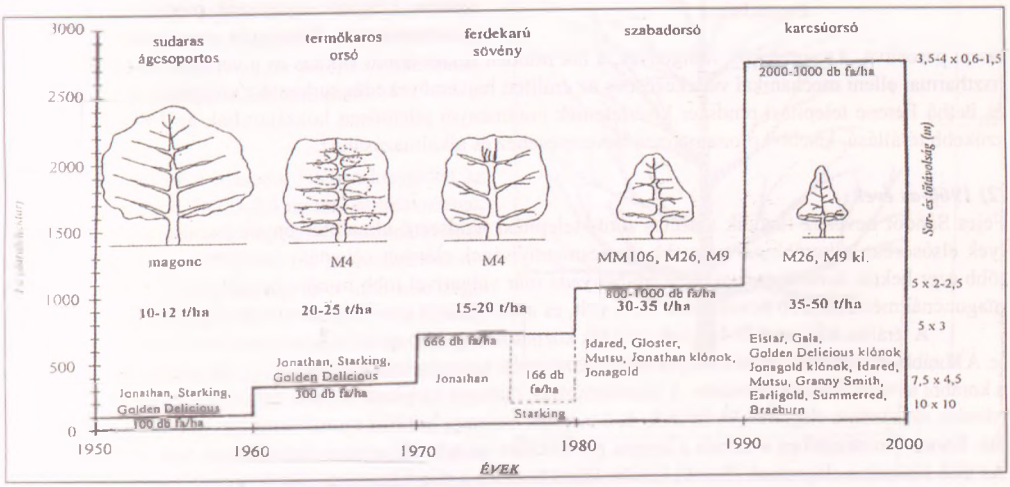
A XIX. sz. végétől a fejlődésnek induló almatermesztésünk művelési rendszer elemei igen nagy változásokon mentek át, tükrözve az adott korok társadalmi, gazdasági állapotait, valamint a terméssel szembeni mennyiségi és minőségi elvárásokat. Az amerikai almafajták a XIX. sz. végétől, ill. a XX. sz. első negyedétől kezdve váltak dominánssá hazánkban. Ebben a 'Starking' és a 'Golden Delicious' mellett a legnagyobb szerepet a Jonathan fajta játszotta, amely Mohácsy szavaival „úgy terjedt, mint tűz a nádasban". E fajták mellett hosszú ideig a korábbi időkben termesztett régi fajták is szerepet játszottak. Ilyenek pl. a 'Húsvéti rozmaring', a 'Batul', a Renet csoport különböző fajtái, a 'Londoni pepin', a 'Parker Pepin', a 'Téli aranyparmen' stb.

Az I. világháborúig almafák zömmel ártéri vegyes szórványokban, ill. kisebb kertekben fordultak elő (PETHŐ 1969). Az 1900-as évek elején – kezdetleges ápolási és védekezési technológiák alkalmazásával együtt – a termesztés ott alakult ki, ahol az alma gondosabb ápolás nélkül is megtermett (Erdély, Kárpátalja, a Tisza árterei, azaz hűvösebb, csapadékosabb, vízben gazdagabb területek).

Az I. világháború után jelentkező almahiány az 1920-as, 1930-as évektől jelentős mértékű telepítési kedvet motivált. A termesztésre ökológiailag kedvezőbb országrészek (Szatmár, Zala) mellett a kevésbé alkalmas alföldi területeken is megindultak a gyümölcstelepítések. Ezt az ápolási munkák igényesebbé válása és hatékonyságának fokozódása tette lehetővé. A jelentős fordulópontnak számító II. világháborúig a magoncalanyú, sok fajtát felvonultató, nagy térállású ültetvénytípusok domináltak.

b) Művelési rendszerek a II. világháború után

Nagy változást jelentettek a II. világháború után a nagyüzemi árutermelő gazdálkodási formákban (állami gazdaságok és termelőszövetkezetek) létesített államilag támogatott telepítések. Az 92. ábrán 50 év távlatában összefoglalóan mutatjuk be az almaültetvények művelési rendszereinek változását (GONDA 2000). Az ábrán



92. ábra. Az almaültetvények művelési rendszerének változása az elmúlt 50 év során

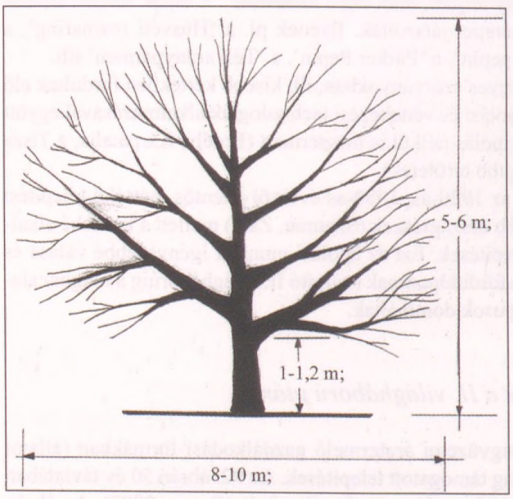
látható, hogy a II. világháború után minden évtizedben jelentősen változott a művelési rendszer. Az 1970-es évek végéig a művelési rendszer elemei közül a térállás változása, azaz annak szükülése volt jellemző a fajták változatlansága és az alanyhasználat csekély mértékű változása mellett.

A további évtizedekben a térállás további csökkenésével párhuzamosan az alany- és a fajtahasználat is színesebb lett, a metszési és más ápolási műveletekhez hasonlóan. Az elmúlt 60 évben a hektáronkénti 100 db fától eljutottunk a 2500–3000 db/ha állománysűrűséghez. A fák mérete csökkent, így a produktív, azaz jól megvilágított termőfelület által az intenzitás növekedett. Az intenzitás növekedését nemcsak a faméretek csökkenése, hanem az intenzív, sokszínű ápolási műveletek is jellemzik.

(1) 1950-es évek

A II. világháború után az 1940-es évek végén, 1950-es években telepített almaültetvények jelentősen változtak a korábbiakhoz képest. Az átlagosan 10×10 m-es térállásra ültetett, magoncalanyú, főleg 'Jonathan', 'Starking' és 'Golden Delicious' ültetvényekben már jóval kisebb szerepet játszottak a régi almafajták.

A rendszerint gyengébb talajminőségű, mezőgazdasági kultúrák hasznosítására kevésbé vagy egyáltalán nem alkalmas területeken létesített ültetvényekben középmagas törzsű, magoncalanyú, ágcsoportos vagy szórt állású sudaras fák voltak (93. ábra). Hosszú ideig (6–8 évig) tartott a korona kialakítása és a fák termőre fordulása. Hektáronként átlagosan 10–15 tonna termést takarítottak be. Az ültetvények szerényebb teljesítményei ellenére ennek az időszaknak az eredményei és a 'Jonathan' termései alapozták meg a sokáig Európa-hírű almatermesztésünket. A 'Jonathan' rendszerint liszharmattal súlyosan fertőződött, ami a legnagyobb növényvédelmi gondokat okozta. Az egyetlen termés- és növekedésszabályozási eszköznek a metszést tekintették. A mérsékeltebb növekedést gerjesztő talajviszonyok és technológiai lehetőségek mellett a metszés volt az optimális hajtás- és gyümölcsnövekedést elősegítő egyetlen eljárás. Ennek az időszaknak meghatározó kutató-fejlesztő szakemberei voltak Szakátsy Gyula, Gyuró Ferenc, Pethő Ferenc és Nagy Sándor, akik a továbblépés, az intenzívebb rendszerek alapjainak lerakásában nyújtottak maradandót.



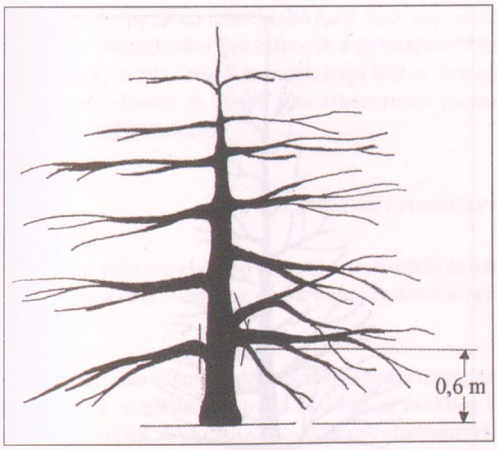
93. ábra. Középmagas törzsű, szórt állású, sudaras koronaforma

A Jonathan fajta optimális metszése Nagy Sándor Szabolcs-Szatmár megyei főkertész tevékenysége által terjedt. Ezt a metszésmódot Gyuró (1957) részletes kísérletek alapján foglalta rendszerbe. Lényege a vesszők módszeres, évenkénti visszametszése középerős vagy erős koronaritkítással párosítva. Az aprólékos, időigényes, a fák minden részét érintő ritkítás és a vesszők visszametszése, a liszharmat elleni mechanikai védekezést és az említett hajtásnövekedés serkentést szolgálta. Szakátsy Gyula és Pethő Ferenc telepítési rendszer kísérleteinek eredményei jelentősen hozzájárultak az 1970-es évektől a szűkebb térállású, kisebb koronaméretek bevezetéséhez és alkalmazásához.

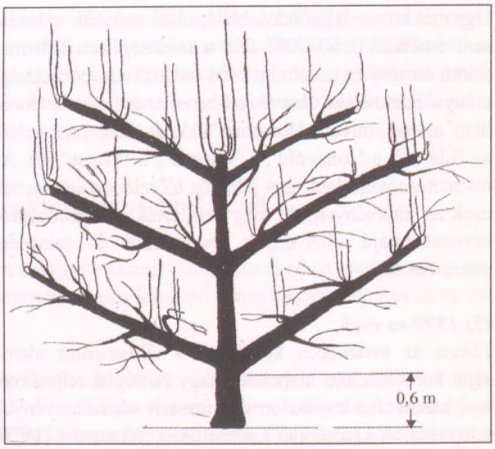
(2) 1960-as évek

Fejes Sándor nevéhez fűződik a széles soros telepítési rendszerű almaültetvények hazai elterjesztése, amelyek elsősorban a korábbinál nagyobb termésmennyiségek elérését célozták. Az 1960-as években telepített több ezer hektár almaültetvény nagyobb hányada már valamivel jobb minőségű talajokra került. Az alany a magoncnál mérsékeltebb növekedésű M. 4 volt, és a termőkaros orsó koronaformát alkalmazták (94. ábra).

A térállás átlagosan 7×4 m volt, és a fák központi tengelyén eredő oldalelágazásokat vízszintesre kötözték le. A korábbi évtizedhez képest erőteljes intenzitásnövelést a terméseredmény és a minőségi áruhányad növelése, és a korábbi termőrefordulás jelentette. A lekötözés, mint metszést kiegészítő eljárás dominált a metszéssel szemben. Minden oldalirányú elágazást lekötöztek, és a metszés átmeneti háttérbe szorulásával egy idő után elsűrűsödtek a fák. Ennek következtében a termés a korona perifériájára szorult, így a belső koronarészek inproduktívak voltak. Az alsó vízszintes elágazások (karok) később közel kerültek a talajfelszínhez, akadályozva a talajmunkákat, valamint árnyékolt helyzetüknél fogva fokozatosan sorvadni kezdtek. Ezek kényszerű eltávolítása miatt aránytalanul



94. ábra. Termőkaros orsó



95. ábra. Ferdekarú sövény

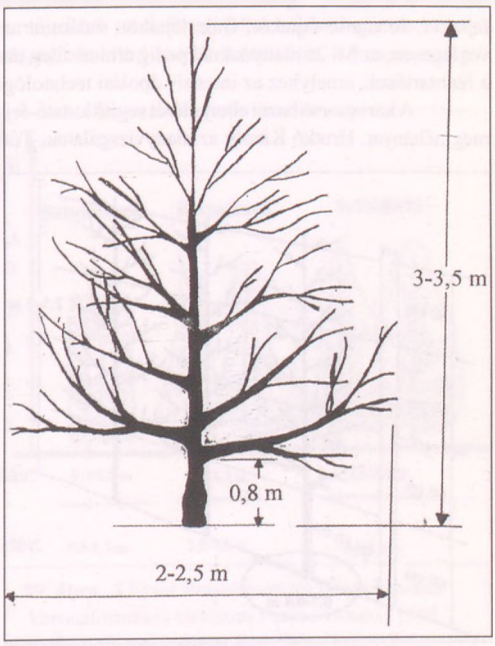
növekedett a törzsmagasság, és a termőzóna a korona felső részeire húzódott. A fentiek kiküszöbölése érdekében a további telepítésekben az alsó elágazásokat nem vízszintesre, hanem 30–45°-os szögbe kötözték, és visszatértek az erőteljes metszésre, azaz a koronaritkításra. A fenti gondok ellenére a termőkaros orsó koronaformájú ültetvények a korábbiaknál nagyobb terméseket produkálva igen sikeres művelési rendszernek bizonyultak hazánkban.

(3) 1970-es évek

A 70-es évek második felében állami támogatással több ezer hektáron 5×3 m térállásra telepítették el az ún. ferdekarú sövény koronaformájú ültetvényeket (95. ábra). Az alany az előző évtizedéhez hasonlóan az M. 4-es volt, a térállás pedig 5×3 m-re csökkent. Így a fák tenyészterülete a termőkaros orsóhoz képest közel 50%-kal lett kisebb. A 'Jonathan' mellett 50–70%-ban telepítettek Starking fajtát, és kisebb arányban a Red Delicious fajtakörbe tartozó spurokat ('Starkrimson Delicious', 'Wellspur Delicious', 'Redspur Delicious'). A spur ültetvények viszonylag kezelhetők voltak, de a standard fajtáknál hamar kiderült, hogy az alkalmazott alanyon a térállás túl szűknek bizonyult, amelyet az is súlyosbított, hogy ekkor már egyre jobb talajokat választottak. A fény- és melegigényes 'Starking' fákat a térben tartás érdekében kényszerűen erősen metszették, amelynek következményeként vegetatív túlsúly mutatkozott, és vízhajtáserdők borították el a fákat. Az ültetvények jelentős részét ezért előbb felére, majd harmadára ritkították, elveszítve a nagyobb állománysűrűség előnyét. Ez a művelési rendszer üzemi almatermesztésünk egyértelmű kudarcának tekinthető.

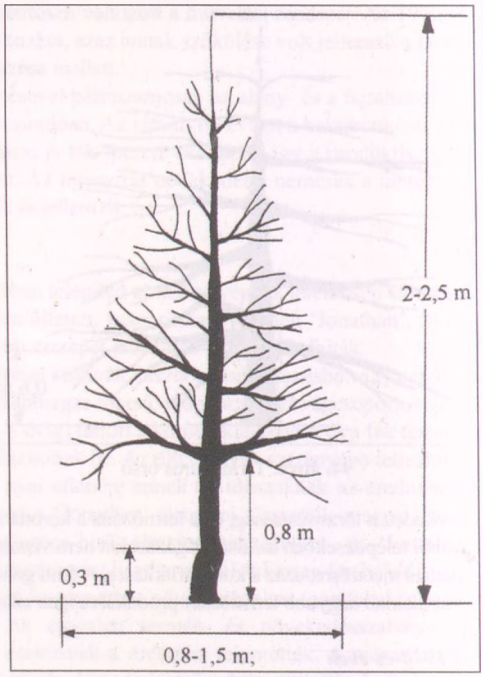
(4) 1980-as évek

Ennek az évtizednek a második felében kezdődött az M. 26, M. 9 alanyú, 5×2,0–2,5 m sor- és tőtávolságú, 800–1000 db fa/ha sűrűségű szabadorsó koronaformájú ültetvények létesítése (96. ábra). Ezt az intenzitásnövelést a nagyobb terméseredmény és a jobb minőségű áruhányad növelése motiválta. A szabadorsó központi tengelyén a legalsó 3–4 vázkaron kívül a növekedési erélytől és a térállástól függően egy vagy két tartósan megmaradó karcsoportot vagy szórt állásban vázkarokat találunk. A mérsékeltebb növekedésű alanyhasználat és a korai, nagyobb termések indokolták a támrendszer alkalmazását. A termőrefordulás után tartósan 30–40 t/ha átlagtermést is el lehetett érni.



96. ábra. Szabadorsó

Ugyanakkor a leggondosabb ápolási munkák ellenére sem emelkedett 60–70% fölé a minőségi áru (70 mm fölötti átmérő és minimum 50%-os fedőszín borítottság) aránya. Ezekben az ültetvényekben már csökkent a 'Jonathan' aránya, mivel a 'Jonathan' klónjai mellett megjelent az 'Idared', a 'Jonagold', a 'Gloster', a 'Mutsu' stb. Az intenzitásnövelésben igen jelentős előrelépést jelentettek ezek az ültetvények, de még nem érték el a karcsúorsó koronaformájú ültetvények mennyiségi és minőségi paramétereit.



97. ábra. Karcsú orsó

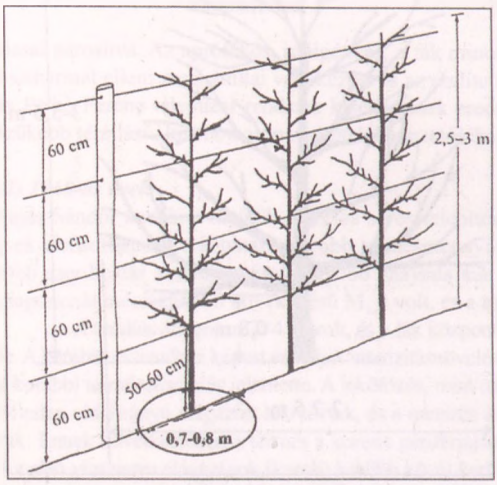
(5) 1990-es évek

Ebben az évtizedben kezdődött a vírusmentes alany/fajta kombinációra alapozott, nagy biológiai teljesítményű karcsúorsó koronaformájú intenzív almaültetvények telepítése. A karcsúorsó koronaforma WERTHEIM (1970) munkássága eredményeként vált az előző két évtizedben meghatározóvá a nyugat-európai almaültetvényekben. Elterjedését elsősorban az igen drága kézi munkaerő csökkentésének igénye motiválta. A karcsúorsó központi tengelyén, a kívánt törzsmagasság fölött 3–4 átmenetileg vagy véglegesen megmaradó vázkaron fejlődő fiatal (1–3 éves) termőalapokon fejlődnek a termések (97. ábra).

A talaj minőségétől függően 3,8–4,0 m sor- és 0,8–1,5 m tőtávolságra telepített vírusmentes, magasan szemzett M. 9-es vagy M. 26-os alanyú fák egyedszáma hektáronként elérte a 2100–2600 darabot. A fákat kezdetben holland, illetve nyugat-európai mintára 2,0–2,2 méter magasra engedték. A famagasság napjainkra sok helyen 2,8–3,0 méterre növekedett. Ezeket az ültetvénytípusokat tartottuk hosszú ideig a legnagyobb intenzitású művelési rendszereknek.

Számos új fajtát próbáltunk ki a hazai termesztésben, majd két évtized után a következő alábbi fajtacsoportokra, illetve fajtákra korlátozódott az üzemi fajtahasználat: Golden Delicious fajtakör, Red Delicious fajtakör, Jonagold fajtakör, Gala fajtakör, valamint az 'Idared', 'Pinova', 'Topaz' stb. Az M. 9 alanyú fáknál véglegesen, az M. 26 alanyúaknál pedig átmenetileg támrendszerre van szükség. Öntözés nélkül elképzelhetetlen a fenntartásuk, amelyhez az intenzív ápolási technológia alkalmazása szükséges.

A karcsúorsó hazai elterjedését segítő kutató-fejlesztő szakemberek közül a teljesség igénye nélkül említünk meg néhányat. Hrotkó Károly az alanyvizsgálatok, Tóth Magdolna és Szabó Tibor a fajtakutatás, fajtainnováció, Gonda István a koronafenntartási fitotechnika területén járultak hozzá az előrelépéshez. Nem utolsósorban szólunk Méhes Vilmosról, és a sok úttörő, az újat még kockázatok árán is felvállaló vállalkozóról, akik tapasztalataikkal gazdagították, és folyamatosan segítik az alma hazai művelési rendszereinek fejlődését.



98. ábra. Szuperorsó

(6) 2000-es évek

A további intenzitásnövelést, azaz a hektáronkénti produktív termőfelület növelést a szuperorsó koronaforma bevezetése tette lehetővé. Ez gyakorlatilag a karcsúorsó egyszerűbb, de hatékonyabb változata. Kizárólag M. 9 alanyon, 3,5–3,7 m sor- és 0,7–0,8 m tőtávolsággal 2,5–3,0 m famagassággal elérhető 3300–4000 db hektáronkénti állománysűrűség. Azért nevezzük szupernek, mert bár karcsúorsó, de attól eltérően nincsenek a tengelyen sem átmenetileg, sem véglegesen kialakított oldalelágazások. Minden elágazás gyakorlatilag azonos rendű (98. ábra). Leg-

jobban a Knipp fából lehet kialakítani. Igen mérsékelt, szinte metszés nélküli állapot szükséges az első három évben. A fitotechnikai beavatkozás a gyümölcsritkításon kívül csak a vízszintest célzó le és felkötözésekre, ívelésekre szorítkozik. Kis csonk hagyásával történik az elágazások leváltása. Rendkívül egyszerűen kezelhető koronaforma. A 30–50 t/ha átlagtermést produkáló karcsúorsóhoz képest a szuperorsó terméshozama 10–15%-kal növelhető.

c) A művelési rendszerek változásának tendenciái

(1) Alany

A kezdeti erős növekedésű alanyokat évtizedről évtizedre az egyre mérsékeltebb növekedést eredményező alanyok váltották le. Napjaink rövid- és középtávon is perspektivikusnak tekinthető almaalanya az M. 9 és az M. 26.

(2) Fajta

Az extenzív termesztés időszakában alkalmazott gazdag fajtahasználat egy idő után (1960-as, 1970-es évek) 2–3 fajtára redukálódott, majd az 1980-as években kipróbált sok fajta szintén 5–6-ra csökkent az árutermelő ültetvényekben. A globalizációs hatások eredményeként általánosan jellemző az ún. világfajták kiterjedt használata. A klubfajták, illetve a regionális igényeket kielégítő tájfajták területi elterjedtsége nem számottevő. Az üzemi termesztésben szinte kizárólagosan a friss étkezési fajták termesztése folyik, az ipari célokra az ebből kieső áruhányad jut. A nagy biológiai teljesítmény és az ellenállóképesség javulása mellett a gyümölcsök tárolhatósága, szállíthatósága, küllemi tulajdonságai íz-, és zamatanyagai váltak meghatározóvá. A relatíve gyors változási tendenciákat elsősorban a fajtakörökön belüli klónok változása, illetve cseréje jelenti.

(3) Térállás

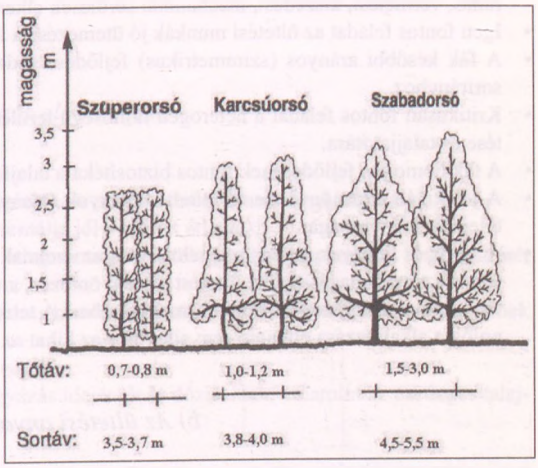
Egyértelműen szűkülő tendenciát mutat az intenzitásnövelés követelményeinek (évről-évre kiegyenlítetten magas, jó minőségű terméshozás) kielégítése miatt. Ezzel arányos a tőtávolság és így a fák szélességi kiterjedésének csökkenése, ugyanakkor a magasság bizonyos ökológiai és ökonómiai ésszerű határokig történő növekedése. A térállás változását jelentősen befolyásolja a gépesítés lehetősége, de motiválja azt a még nagyobb termésteljesítmény és jobb minőség előállítása iránti ökonómiai kényszer is.

(4) Koronaforma

Az almafák koronájának formáját és szerkezetét az egyszerűsödő strukturális felépítés jellemzi. Az egyedileg kör alapvetületű, de a szűk térállás miatt sövényszerűen kialakuló és művelhető sorok fáinak jellemzője a domináns központi tengely és az azon spirálisan kialakuló, azonos rendű, vastagságú és közel azonos hosszúságú, 1–3 éves produktív termőfelület, azaz gallyazat.

(5) Metszésmód

Az alkalmazott koronaforma egyszerűbb struktúrájához igazodva az évenkénti metszés menynyiségi és bizonyos mértékű minőségi egyszerűsödésével is számolhatunk. Az alkalmazott téli, tél végi koronaalakító és fenntartó metszés kiegészítéseként a hajtások, illetve gallyak helyzetmegváltoztatását célzó, vízszinteshez közelítő leívelések és felkötözések, valamint a szükség szerinti mértékű hajtásválogatások és zöldmetszések jellemzőek.



99. ábra. A hazai almatermesztés perspektivikus koronaformái és térállásai Forrás: GONDA, 1995

Megjegyzés: A fák magassága az ábrán láthatóktól, illetve az 1995-ben javasoltaktól eltérően az 22. táblázat szerint változott.

d) A hazai almatermesztés perspektivikus művelési rendszerei

A közeljövőben és középtávon is perspektivikusnak tekinthető koronatípusok formájának és szerkezeti felépítésének összehasonlítására szolgál a 99. ábra (GONDA 1995). Az 22. táblá-

22.táblázat

Étkezési célú integrált és ökológiai termesztésű almaültetvények javasolt hazai térállásai és koronaformái

Termesztési mód	Alany	Sortávolság (m)	Tőtávolság (m)	Korona-forma	Fa db/ha	Famagasság (m)
integrált	M. 9	3,5–3,7	0,7–0,8	szuperorsó	3300–4000	2,5–3,0
integrált	M. 9 M. 26 (MM. 106 csak spuroknál)	3,8–4,0	1,0–1,2	karcsúorsó	2100–2600	2,8–3,0
ökológiai (bio)	M. 26 MM. 106 MM. 111	4,5–5,5	1,5–3,0	szabadorsó	600–1500	3,0–3,5

Forrás: GONDA-FÜLEP (2011)

zatban mutatjuk be a hazánkban célszerűen alkalmazható alanyokhoz- és koronaformákhoz tartozó térállásokat és javasolt famagasságokat. Természetesen a hazai viszonyok között használt fajták növekedési erélyétől függően (egyik véglet pl. a 'Mutsu' és a 'Jonagold', a másik pedig az 'Idared', és a 'Braeburn') akár 10–20%-ban szükségszerűen módosulhatnak ezek az értékek.

Az eddigiek alapján látható, hogy az elmúlt több mint fél évszázadban gyakorlatilag minden évtized előrelépést, azaz intenzitásnövekedést hozott. SOLTÉSZ (1997) szerint az intenzitásnövekedés a produktív, azaz napfény által megvilágított termőfelület növekedése mind a fán belül, mind területegységre vonatkoztatva. Erre egyik lehetőség a művelési rendszer elemeinek változtatása

2. A TELEPÍTÉS ELŐKÉSZÍTÉSE ÉS KIVITELEZÉSE

a) Az előkészítés általános vonatkozásai

- Az almaültetvények eltelepítésének sikeressége az ültetvények teljes élettartamára meghatározó jelentőségű. A termőhelyi minőség, valamint a helyesen megválasztott művelési rendszerelemek mellett fontos tehát a telepítés előkészítése és annak kivitelezése. Nagyon sok múlik azon, hogy az ültetési anyagnak a faiskolából a területre érkezéséig eltelt időszakban az oltványokat szakszerűen kezeljük-e (szállítás, kiszáradás, vermelési, kiszedési, mechanikai sérülések elkerülése).
- Igen fontos feladat az ültetési munkák jó ütemezése a fajtacserék elkerülése érdekében.
- A fák későbbi arányos (szimmetrikus) fejlődése érdekében minél jobban közelíteni kell az észak-déli soriránhoz.
- Kritikusan fontos feladat a heterogén minőségű területek vagy területrészek differenciált tápanyagfeltöltése és talajjavítása.
- A fák homogén fejlődésének fontos biztosítéka a talajfelszín fölötti egységes szemzésmagasság.
- A jól kiválasztott területre telepített oltványok (alany, fajta) biológiai értékeit jelentősen leronthatják a telepítés hiányosságai.
- A sorok és fahelyek pontos megjelölése és az azoknak megfelelő ültetés, a gödörmélység, a gyökérmélység, a szemzésmagasság, az ültetést követő öntözés, a vagyon- és a vadkárvédelem meghatározóan fontos tényezők az ültetvény későbbi üzemeltetésében. A telepítési hibák helyrehozása sokszor a racionális technológia alkalmazása ellenére sem sikerül, s ez kihat az ültetvény teljes élettartamára.

b) Az ültetési anyag biztosítása

A tervezett telepítést megelőzően egy-két (Knipp fa esetében három) évvel célszerű a faiskolának megbízást adni és szerződésben rögzíteni a következőket: az alany típusa, a fajták és a szemzési magasság meghatározása, a tervezett oltványok, amelyek lehetnek Knipp fák, koronás oltványok (ezeknél fontos a koronába metszés magasságának meghatározása), vagy a suhángok típusának és számának rögzítése.

c) Területbejárás

Az ültetvény létesítését megelőző területbejáráshoz célszerű több szakterület (alany, fajta, termesztéstechnológia, talaj, tápanyag-utánpótlás, öntözés stb.) specialistáit, azaz szakértők segítségét igénybe venni. Ezen túlmenően a közeli mezőgazdasági termelők, esetleg a hosszú ideje ott élők információi is hozzájárulhatnak a gyümölcsös létesítés sikeréhez. A tervezett művelési rendszer elemek, az alany és a fajta ismeretében szükséges a termőhelyet a területbejárás során alaposan megvizsgálni az alábbiak szerint.

- A terület domborzati viszonyainak meghatározása (sík, lejtős, heterogén, környezetéhez képest kiemelkedő vagy mélyebb fekvésű, lejtők iránya stb.).
- Az elővetemény vagy előző ültetvénykultúra kondíciójának, állományának, fejlettségének, homogenitásának vagy heterogenitásának indikátorként való felhasználása a talajegyenetlenségek vagy foltok meghatározása érdekében.
- A terület előző kultúráinak termésteljesítménye és a talaj laboratóriumi adatokkal kiegészített minősítésével segíthetjük elő a leendő ültetvény térállásának tervezettől eltérő esetleges korrekcióját.
- A területet övező esetleges fasorok (pl. nyárfák) magassági, illetve fejlettségi változásának, heterogenitásának látványa (az alacsonyabb, fejletlenebb fák talajhibákra és/vagy vízhiányra, mélyebb talajvízszintre utalhatnak).
- A területen vagy annak közelében lévő ásott kutak vízszintjének meghatározása a talaj vízszint megállapítása vagy annak mozgása megítéléséhez.
- A területet érintő jégesők, aszályok, őszi, téli vagy tavaszi fagykárosodásokról való információk begyűjtése.
- Az uralkodó szélirány, szélerősség, illetve annak gyakoriságára vonatkozó ismeretek beszerzése.
- A terület mérete, fekvése és az égtáji irányok figyelembevételével a sorirányok meghatározása.
- Kiépített utak és elektromos hálózat közelsége, azaz az áramellátás lehetősége, hűtőházak, felvásárló telepek vagy más értékesítési bázisok közelségének meghatározása.
- Az elővetemény típusának, alkalmazási idejének és betakarítási időpontjának meghatározása.
- A területbejáráson szerzett ismeretek birtokában dönthetünk:
- a terület teljes vagy csak részleges betelepítéséről, esetleg kizárásáról,
- a sorok végleges irányáról,
- az alany- fajtakombinációk korábban tervezett helybenhagyásáról vagy korrekciójáról,
- a sor- és tőtávolság tervezetthez viszonyított helybenhagyásáról vagy korrekciójáról,
- a lehetőleg csak kismértékű terep és/vagy vízrendezés alkalmazásáról,
- az esetleges infrastrukturális adottságokhoz (elektromos vagy gázvezetékek stb.) való igazodáshoz,
- végeredményben a terület tulajdonságait maximálisan figyelembe vevő, ahhoz igazodó, optimális hasznosításáról dönthetünk.

d) A telepítés előkészítése

(1) Laboratóriumi vizsgálatok

- talajszelvény vizsgálatok (a termőréteg vastagságának, az altalaj minőségének meghatározása),
- a szükséges mintaszámok meghatározása (reprezentálja jól a terület átlagát),
- a 0–60 cm talajrétegből három, 20 cm-enkénti átlagminta megvétele (a tápanyagtartalom rétegeződését mutatja),
- laboratóriumi vizsgálatok elvégzése (talajszerkezet, kémhatás, makro- és mikroelemek mennyiségének meghatározása),
- esetleges talajuntságra vonatkozó vizsgálatok elvégzése,
- az eredmények alapján az alap vagy feltöltő trágyázás idejének és dózisainak, valamint az esetleges talajuntság kezelési módjának meghatározása.

(2) Elővetemény

Az esetleges elővetemény fajtájának vagy fajtaösszetételének meghatározása. Az elővetemény hozzájárul a talaj szerkezetének javításához és/vagy a tápanyag tőke növeléséhez. Fontos, hogy a tervezett telepítés előtt 2–3 hónappal előbb dolgozzuk be a talajba.

(3) Talajelőkészítés
A szerves- és műtrágyák, és az esetleges talajjavító és/vagy talajfertőtlenítő anyagok felszínre juttatása során ügyeljünk azok egyenletes kiszórására. Heterogén minőségű területeken szektoronként, illetve területrészenként eltérő dózisú és összetételű tápanyagellátásra lehet szükség. A termőréteg vastagságának figyelembevételével legalább 60 cm-es mélységben szükséges a kijuttatott trágyákat, a talajjavító és fertőtlenítő anyagokat beforgatni a talajba. Sekély termőrétegű talajok esetén ügyelni kell arra, hogy az alsó terméketlen részeket ne bolygassuk meg, azaz ne érintse azokat a forgatás. A forgatás után 2–3 hónapig ülepíteni szükséges a talajt, majd el kell azt egyengetni, illetve simítani.

(4) Kitűzés
A terület lehetőleg leghosszabb oldala mentén (pl. út mellett) célszerű az alapegyenesre merőlegesen állított sorokat kijelölni. Legkorszerűbb lehetősége ennek a lézeres sorkitűző alkalmazása. A kitűzött sorokban ki kell jelölni a fahelyeket. Földrajzi szélességi körünkön a legkedvezőbb megvilágítottságot az észak-déli irányú sorok biztosítják.

(5) Támrendszer, öntözőrendszer és kerítés kiépítése
Előnyös, ha a telepítést megelőzően megépítjük a támrendszert, mivel ez meggyorsítja az ültetést. Az öntözőrendszer korai megépítése ugyancsak fontos, hogy azt a telepítést követően azonnal használatba vehessük. A már meglévő ültetvényben történő későbbi kiépítés során ugyanis megsérülhetnek a fák (az öntözőberendezések mozgatása, kiépítése stb.). A kerítés megépítésével nemcsak a vagyonbiztonságot javíthatjuk, hanem a vadkárok is elkerülhetők.

e) Telepítés

(1) Gödörásás
Az előzőleg mélyforgatott, így lazább szerkezetű talajban 40–50 cm átmérőjű, 30–40 cm mélységű ültetőgödrök kiásása kézi erővel vagy gödörfúró géppel végezhető el. Ezeknek olyan szélességűnek és mélységűnek kell lenniük, hogy az oltvány gyökérzete deformálódás, illetve visszahajlás, csavarodás nélkül, a szemzési hely pedig a talajfelszíntől számítva a kívánt magasságban legyen.

(2) Oltvány előkészítés
Az ültetés során a vermelőből vagy a hűtőházból csak annyi oltványt kell kiszállítani, hogy az ültetés során 1–2 óránál több ideig ne legyenek kitéve a nap és a szél szárító hatásának. Ennek megfelelően kell tehát a munkát ütemezni. A fajtakeveredés elkerülése érdekében fontos, hogy egyszerre csak egy fajtát vigyünk ki a területre. Addig, amíg azt el nem telepítjük, más fajtából ne hozzunk ki ültetésre oltványokat.

(3) Gyökérmetszés
Az oltványok gyökérzetét mindig mérsékelten metsszük meg. A körköröstől eltérő irányú, erősen túlnövő részeket rövidítsük a metszéssel. A visszametszés elsősorban a vastagabb gyökérágakra, soha ne a hajszálgyökerek zónájára irányuljon. Az ép részekig kell visszavágni a sérült, megtört gyökérelágazódásokat. A sebek a sebinger eredményeként erőteljesebb hajszálgyökér képződést váltanak ki.

(4) Pépezés
A gyökérmetszést követően sűrű agyagpépbe (amelybe talajfertőtlenítő anyagokat keverhetünk) mártsuk be a gyökereket a gyökérnyakig. A fertőtlenítési funkción túlmenően a pépezés segít a gyökérkiszáradás elkerülésében, és biztosíthatja az első öntözésig vagy természetes csapadékig az oltványok vízellátását.

(5) Ültetés
A kiásott gödrökbe úgy helyezzük be az oltvány gyökérzetét, hogy a szemzési hely a talajszint fölött a kívánt magasságban legyen. Az uralkodó széliránnyal szembe állítsuk az oltáshelyet, annak stabilizálása érdekében. Az oltványt függőleges helyzetben rázogatva, óvatosan szórjuk a gyökérzetre a földet, amelyet legalább két alkalommal tapossuk is be. Őszi telepítést követően – a gyökerek elfagyásának elkerülése érdekében – célszerű a törzset felkupacolni. Tavaszi telepítés esetén öntözőberendezés hiányában a törzs körüli részt kitányérozva biztosítsuk az öntöző víz vagy csapadék gyökérzet fölötti összegyűjtését, az elfolyás megakadályozását.

3. TERMESZTÉSTECHNOLÓGIA

a) A termesztéstechnológia fogalma és felosztása

GYURÓ (1990) klasszikusnak tekinthető megfogalmazása szerint: „a technológia a termelés elmélete és gyakorlata". Ez a megfogalmazás azt hangsúlyozza, hogy a gyümölcstermesztés technológiájáról csak akkor beszélhetünk, ha az tudományosan, illetve elméletileg megalapozott, tervszerű és rendszerszemléletű gyakorlati megvalósítást feltételez.

Konkrétabb megfogalmazás szerint a termesztéstechnológia a kiegyenlítetten magas, jó minőségű termés előállítása érdekében végzett cselekvéssorozat a gazdaságosság biztosítása mellett. További leegyszerűsített definíciója szerint a technológia az ültetvény hasznosításának, fenntartásának, azaz üzemeltetésének módja. A magas színvonalú üzemeltetés érdekében biológiai, fizikai, kémiai, fiziológiai, technikai és nem utolsósorban ökonómiai ismeretek felhasználása és alkalmazása szükséges.

A technológia megvalósításához a termesztőnek tudnia kell, hogy mely beavatkozást, mely időszakban (fenofázisban), milyen mértékben és módon, milyen céllal s milyen elvárható eredménnyel kell végrehajtania. A fentiek érdekében részletes ismeretekkel kell rendelkeznie a talaj irányában történő beavatkozások – a talaj levegő-, víztartalmának és szilárd összetevőinek harmonizálása érdekében a talajművelés, az öntözés és tápanyag-utánpótlás stb. – megfelelő időzítéséről. Rendelkeznie kell a mikrokörnyezet, azaz a mikroklíma (levegő, páratartalom, szélviszonyok stb.) befolyásolásának eszközeivel és lehetőségeivel. A növény vonatkozásában pedig ismernie kell a növekedést és terméshozást befolyásoló közvetlen és közvetett technológiai elemeket (fitotechnikai műveletek, növényvédelem stb.) és azok hatásait a kiegyenlítetten magas és jó minőségű termésmennyiségek elérése érdekében.

Az almatermesztés technológiájának hatékonysága szorosan összefügg a termesztés ökonómiai, biológiai és műszaki tényezőivel, illetve azok ismeretével, alkalmazásával. Az almatermesztés technológiája akkor lehet gazdaságos, ha az elméletet olyan mértékben veszi figyelembe, amilyen mértékben azt a gazdaságosság megengedi. Az almatermesztés technológiáját komplexen, rendszerszerűen kell tehát megvalósítani. A technológiai munkafolyamatokat az elmúlt két évtizedben tett változtatásokkal, bővítésekkel GYURÓ (1990) nyomán GONDA és FÜLEP (2011) foglalta össze (23. táblázat).

b) A termesztéstechnológia elvi és gyakorlati vonatkozásai

Az almatermesztés technológiájában az elmúlt másfél–két évtizedben ipari (egyszerűsödő) jellegű változások tapasztalhatók. Ez megmutatkozik a koronaformák szerkezetének egyszerűsödésében, azaz az aktív koronarészek életkorának csökkenésében, a koronametszési, illetve fenntartási fogások egyszerűsödésében.

- Ugyanakkor ezzel párhuzamosan a technológiai beavatkozások lehetősége, illetve száma megtöbbszöröződött, amelyek a termés nagyobb mennyiségének és jobb minőségének biztosításához szükségszerűnek is tekinthetők. Növekszik tehát a tárháza a lehetséges beavatkozásoknak a kisebb faméretek miatt, ugyanakkor az ökonómiai kényszer következtében (nagyobb termésmennyiség és jobb minőség) azok alkalmazása is gyakoribbá válik.
- Ma már szóba sem jöhet a két évtizeddel ezelőtti üzemi almatermesztési technológiában még számontartott, illetve alternatívát jelentő „öntözés nélküli, ún. száraz művelésű" változat. Öntözés nélkül ma már elképzelhetetlen az almaültetvények rentábilis fenntartása.
- Az igényes piaci értékesítést megcélzó üzemi almatermesztésünkben a kettős hasznosítású technológia is idejét múlta, a gazdaságosság érdekében a 100%-ot közelítő extra minőségű, friss fogyasztásra alkalmas étkezési áru előállítása lehet csak a célunk. Ennek megfelelően kizárólag kézi szüreteléső almatermesztésről beszélhetünk.
- A kizárólag a sűrítőüzemeket kiszolgáló ipari célültetvények korábbi kezdeményezéseit és próbálkozásait is célszerű felülvizsgálni. Az egycsatornás értékesítési lehetőségek miatt – hosszútávú szerződések nélkül – ez kiszolgáltatottá teszi a termesztőket, s egy-egy sikeresnek mondható év ellenére sem biztosítja folyamatosan a rentabilitást. A léalma számos tényezőtől függő, hektikusan alakuló évenkénti áralakulásai egyértelműen a 100%-ban étkezési minőséget célzó, integrált, azaz környezetkímélő szemléletű almatermesztés előnyeit igazolták.
- A technológiában jellemző a precíziós tényezők meghatározó jellegűvé válása. Ezt erősítik az egyre szélesebb körben alkalmazott, az évjárat sajátosságaihoz, a termőfázishoz, az ültetvények általános és évjárati

23. táblázat

Az almatermesztés technológiai elemeinek rendszere

Termőfelület- és termésszabályozás	Talajerő-gazdálkodás	Növényvédelem	Termésbetakarítás	A termésbiztonság fenntartása, javítása
Fitotechnikai műveletek *Metszés (a nyugalmi állapotban, illetve a tél második felében)* *Metszés (a vegetációs időszakban)* – rügyfakadás utáni – rügykidörzsölés – sziromhullás utáni – hajtásválogatás (máj.-jún.) – pincírozás (máj.-jún.) – nyári metszés (júl. vége-szept. közepe) *A metszés módja* – alakító • visszametszés • ritkító metszés • hajtásválogatás • hajtáscsavarás • hajtásmegtörés – karbantartó • visszametszés (térfogat-korlátozás, ifjítás) • koronaritkítás (mérsékelt, közepes, erős) • vessző (gally) letépés • gallyroppantás *Metszést kiegészítő eljárások* – hajtás lekötözés – rügy feletti bemetszés – törzs/ág bemetszés, gyűrűzés – sebkezelés – vegyszeres növekedésszabályozás (az egész fára vagy csak szektoriálisan) – gépi gyökérmetszés – nyesedékmunkák *Virág- és gyümölcsritkítás* – kézi (virág és/vagy gyümölcs) – gépi (mechanikus, virág) – vegyszeres (virág és/vagy gyümölcs)	**Talajművelés** – biológiai – vegyszeres – mechanikai **Tápanyag utánpótlás** – műtrágyázás – szerves trágyázás – permet-trágyázás – tápoldatozás **Öntözés** – vízpótló – fagyvédő – frissítő – színező – tápoldatozó	**Hagyományos** – kémiai **Integrált** – mechanikai – biológiai – biotechnikai – kémiai **Ökológiai** – mechanikai – biológiai – biotechnikai	**Gyümölcsérés-szabályozás** **Gyümölcsszedés** – kézi **Osztályozás** **Csomagolás** **Hűtőtárolás** **Szállítás**	*Irányított méhmegporzás* *Jégvédelmi rendszerek* – jégvédő hálók – jégvédelmi ágyúk *Fagy elleni védelem* – fagyvédő öntözés – párásítás – légkeverés – ültetvényfűtés – füstölés

Forrás: Gyuró 1990 *nyomán,* Gonda és Fülep (2011) *szerint módosítva*

kondíciójához, az alanyok és fajták specifikus tulajdonságaihoz, a fenofázisokhoz s azok igényeihez igazított technológiai beavatkozások.

- A viszonylagos stabilitáshoz sorolható a termésmennyiség növelésének és a minőség javításának folyamatos ökonómiai kényszere, s ennek érdekében csökken a kézi munkaerő felhasználás, miközben nő a gépesítés hatékonysága.
- A szubjektív tényezők csökkenésével párhuzamosan nőnek az objektív megítélést szolgáló műszaki, technikai lehetőségek.
- A környezettudatosság folyamatos gyakorlati érvényesítésével ésszerű határok alá csökken a kemikáliák felhasználása, és egyidejűleg az azt ellensúlyozó, kondíciót javító technológiai elemek arányának növekedésére számíthatunk.
- A precíziós almatermesztési technológia az emberi tudás és a technika magas szintű harmóniájával valósítható meg.
- A 23. táblázat alapján látható, hogy a technológiai elemek a korábbi évtizedekhez viszonyítva kiegészülnek a termésbiztonságot javító újabb elemekkel. Ez egyfajta alkalmazkodást, illetve védelmet szolgál a globális klímaváltozás ismert negatív hatásaival szemben.

A termesztéstechnológia az elmondottak szerint rendszerelvű, megvalósítása pedig egyre inkább iparszerűvé válik. A gazdaságosság elsőrendű fontosságúvá vált és válik, így a termesztéstechnológiában az ökonómiai tényezők figyelembevételének erősödése jellemző. Ezek alig, vagy egyáltalán nem engedik meg a kompromisszumokat a technológia elemeinek végrehajtásakor. Az iparszerű termelés sikerének fokmérője az emberi tudatosság, a szakértelem, valamint a következetesség megléte.

c) A termesztéstechnológia elemek változásának tendenciái

(1) Metszés

Korábban, az extenzív termesztés időszakában, a nagyméretű fák téli metszése jelentette az egyetlen növekedés- és termésszabályozási lehetőséget. A nagy, áttekinthetetlen koronaméretek miatt a metszés szubjektív és ösztönös elemei domináltak. Ezt tükrözte az alacsony és szakaszos terméshozás, a mérsékeltebb növekedés, azaz vegetációs teljesítmény. A fák méretének csökkenésével, az áttekinthetőbb koronaszerkezet kialakulásával lehetővé és gyorsabbá váltak a növekedés- és termésszabályozást célzó közvetlen beavatkozások. A korábbi, koronaritkításra és erőteljes visszametszésekre is épülő metszésmódok a mérsékeltebb ritkítás irányába mozdultak el. Ez megmutatkozik a kiegyenlítetten magas, jobb minőségű termésekben, amelyet a növekedési és rügyképződési folyamatok harmóniája alapoz meg.

Reneszánszát élik az 1960-as évek végén megszakadt metszésgépesítési próbálkozások (síkfalmetszés, tetejezés), amelyeket az ültetvények, illetve fasorok sövényszerűvé válása segít elő. Közép- és hosszútávon egyaránt a kézi munkaerő további csökkenése prognosztizálható, és ezzel párhuzamosan a metszés klasszikus időszaka (nyugalmi állapot) inkább a vegetációs időszakra tevődik át.

(2) Virág és gyümölcsritkítás

A szintetikus növényi hormonok (NAA, NAAn, BA stb.) felhasználása az integrált termesztésben egyre korlátozottabb, így már középtávú alkalmazásuknak is kicsi a valószínűsége. Előtérbe kerülnek a „mechanikus" hatásmechanizmusú szárító, vízelvonó kemikáliák (ATS), amelyek környezetszennyezése elhanyagolható. Terjednek a mechanikus virágritkítási eljárások (Darwin 300), amelyek a kézi kiegészítő ritkítás munkaigényét hivatottak csökkenteni. A gyümölcsritkítás az elmúlt másfél évtizedben az egyik kritikusan fontos technológiai elemmé vált, amelynek fontossága csak nőhet a jövőben.

(3) Talajművelés

A 100%-ban gépesített talajművelési eljárások közül előtérbe kerültek és a jövőben még inkább dominálnak a biológiai módszerek (gyepesítés, takarás, illetve mulcsozás). A mechanikai talajművelési eljárásokat gyakorlatilag csak a fasorok (facsíkok) kis szélességű sávjaiban alkalmazzák. A herbicidek használatát már a közeljövőben is jelentősen csökkentik a biológiai és az említett mechanikai módszerek.

(4) Tápanyag-utánpótlás

Az 1970-es évektől a kivonásra támaszkodó tápanyag-utánpótlási gyakorlat további fejlődésére, illetve racionalizálására lehet számítani. Ez a diagnosztikai módszerek precizitására és annak a vegetációs időszakban

történő eddiginél gyakoribb alkalmazására épül. Külföldi és hazai vizsgálatok eredményei alapján – a vegetációs időszakon belül minél korábbi tápanyag-tartalom diagnosztika alkalmazásával – már a vizsgálat évében beavatkozhatunk az egyensúly megteremtése érekében. A környezetkímélést szolgálják a tápoldatos öntözési technológiák, a permettrágyák ésszerű időzítése és az N_{min} módszerek. Ezekkel a módszerekkel elérhető, hogy a kritikus fenofázisokhoz igazítva csak annyi és csak olyan műtrágyákat alkalmazzunk, amelyek feltétlenül szükségesek.

(5) Öntözés

Hazánkban az elmúlt évtizedekben a csepegtető öntözés terjedt el ültetvényeinkben annak ellenére, hogy vízben gazdag ország vagyunk. Lényegesen kisebb a mikroszórófejes öntözésre berendezkedett területek száma, mint amennyire lehetőségünk lenne. Lényegében vágyálom az esőztető öntözőberendezések alkalmazásának kiterjedése, amely a termésbiztonság igen fontos garanciája lenne. Ezen túlmenően a minőség biztosításában (színeződésjavítás, napégés csökkentés stb.) is fontos szerepet játszhatna. Az előző évtizedben még általánosan uralkodó és a gyakorlat által alkalmazott nézet, miszerint „június hónapnál nem szükséges előbb öntöznünk", mára jelentősen megváltozott. Külföldi példák alapján egyre kiterjedtebb a kritikus időszakokban (pl. virágzás) való öntözés gyakorlata. A korábbinál sekélyebben elhelyezkedő gyökérzet öntözési igénye is más, azaz az intenzív ültetvények egyenletesebb vízellátást igényelnek.

(6) Növényvédelem

Az integrált növényvédelmi elvek, illetve gyakorlat alkalmazásának indokoltsága mára már megkérdőjelezhetetlenné vált. Az ökológiai szemlélet erősödésével bizonyos kemikáliák alkalmazásának csökkenése prognosztizálható. A növényvédelemnek fel kell készülni a klímaváltozás szélsőséges hatásai által befolyásolt, megváltozott kór- és károkozó nyomások hatékony kezelésére.

(7) Betakarítás

A technikai lehetőségek bővülésével a betakarítás iparszerűvé válása az egyik legmarkánsabb fejlődés a technológiában. A fáról közvetlenül a tároló göngyölegekbe történő szedés (kevesebb érintés és mozgatás stb.) minőségmegóvást tesz lehetővé. Hasonlóan nagy jelentőségűek a XXII. század fejlettségi színvonalát előrevetítő gépesítési lehetőségek az áruvákészítés során.

(8) Termésbiztonság

A magas és jó minőségű termésmennyiség ökonómiai kényszere miatt indokolt a növekvő gyakoriságú negatív klímahatások elleni védekezési eljárások alkalmazása. A hatékony precíziós termesztéstechnológia érvényesítése érdekében a globális klímaváltozás kihívásai tehát szükségessé tesznek technikai védelmi intézkedéseket. Ilyenek a jégelhárító rendszerek kiépítése (jégvédő hálók, jégvédelmi ágyúk), a negatív hőmérsékleti hatásokkal szemben alkalmazott módszerek (Frost Buster, ültetvények fűtése, szélkerekek stb.), amelyekkel jelentős mértékű károsodásokat védhetünk ki. Ezek változatos fejlődésére, számuk növekedésére már a közeli jövőben is számítanunk kell, amelyek alkalmazását a termelés rentabilitása és a támogatási rendszerek javulása is segíti.

Összefoglalóan a technológia további fejlődésével kapcsolatosan megfogalmazható, hogy a kézi munkaerő csökkentését lehetővé tevő technikai fejlődés és a szellemi hozzáadott értékek növekedése prognosztizálható. Hangsúlyozni szeretnénk, hogy a szubjektív tényező, az emberi tudás prioritása, elsődlegessége a technikai lehetőségek növekedésével is domináns marad, amelynek a napi operatív termelésirányítási folyamatokban is meg kell mutatkoznia.

4. FAJTATÁRSÍTÁS, MÉHES MEGPORZÁS

Az almafajták egy része rendelkezik bizonyos öntermékenyülési hajlammal (pl. 'Golden Delicious', 'Jonathan', 'Idared'), de a gazdaságos termesztéshez szükséges terméseredmény szempontjából az almafajtákat gyakorlatilag önmeddőnek kell tekinteni. Az ültetvénylétesítés előtt a megfelelő pollenadó kiválasztása nagy körültekintést igényel, mert az elrontott fajtatársítást csak terméskiesések és extraköltségek árán lehet helyrehozni. A pollenadó kiválasztásához ismernünk kell a fajták virágzási idejét, a potenciális pollenadó fertilitását, a pollenadó és megporzandó fajta genetikai kompatibilitását és a társítandó fajták várható rovarmegporzási intenzitását.

Az első feltétel tehát a társítandó fajták együttvirágzása. SOLTÉSZ (1992) virágzási idejük alapján a hazánkban termeszthető fajták négy csoportba (korai, középkorai, középkései és kései) való sorolását javasolta. Legkorábban a nyári érésű fajták (pl. 'Summerred') virágoznak, de ez nem jelenti azt, hogy összefüggés lenne a fajták virágzási és érési csoportba való tartozása között. A később érő fajták virágzási ideje sokkal változatosabb, hiszen az egészen későn szüretelhető fajták között is találunk korán virágzó fajtákat (pl. 'Idared') és a legkésőbbi csoportba tartozó fajtákat is ('Charden'). A fajták virágzási jellemzőinek és pollenadóként való alkalmasságának megítélésénél fontos szerepet játszanak a hosszú vesszők oldalrügyeiből képződött virágok. Azok a fajták, amelyek a hosszú vesszők oldalán is fejlesztenek virágot, hosszabb virágzástartamuk miatt általában pollenadónak alkalmasabbak (pl. 'Elstar', 'Delicious', 'Granny Smith', 'Jonathan', 'Nyári zamatos', 'Prima'). Ugyanakkor a hosszú vesszők fruktifikációs hajlama az évjáratoktól és a virágzási erélytől is függ (TÓTH 1997, SOLTÉSZ 2002). A 24. táblázatban bemutatjuk a legjelentősebb üzemi és perspektivikus rezisztens almafajták legjellemzőbb virágzási időcsoportjait. Adott fajtához csak a vele azonos vagy a szomszédos virágzási időcsoportba tartozó fajták jöhetnek számításba pollenadónak.

A diploid fajtáknak – néhány kivételtől ('McIntosh', 'Melba', 'Summerred', 'Staymared', 'Téli fehér kálvil') eltekintve (SOLTÉSZ 2002) –, általában jó a pollenfertilitása, ezért e szempontból pollenadó fajtának alkalmasak. A triploid fajtákra (pl. 'Mutsu', 'Jonagold', 'Charden') nagyfokú pollensterilitás jellemző, ezért

24. táblázat

*Almafajták legjellemzőbb virágzási időcsoportjai** (Tóth 2001, Soltész 2002, Bodor 2009, PAPP–TÓTH új adat)

Nem rezisztens fajták társításához		Varasodásrezisztens fajták társításához		
Fajta	**Virágzási időcsoport**	**Fajta**	**Virágzási időcsoport**	**Eddig azonosított V gén**
Akane	C	Artemisz	B-C	*Vf+Vh2-Vh8 (Rvi6+Rvi2-Rvi8)*
Batul	B	Baujade	D	*Vf (Rvi6)*
Braeburn	B	Cordelia	A-B	*Vf+Vg (Rvi6+Rvi1)*
Ceglédi piros	B	Florina	C	*Vf+Vg (Rvi6+Rvi1)*
*Charden***	D	Freedom	C	*Vf (Rvi6)+Vr (Rvi17)* v. QTL
Elstar	C-D	Hesztia	C-D	*Vf+Vh2-Vh8+Vg (Rvi6+Rvi2-Rvi8+Rvi1)*
Fuji	C	Liberty	A	*Vf (Rvi6)*
Gala és klónjai	C	Prima	A	*Vf+Vg (Rvi6+Rvi1)*
Golden Delicious	C-D	Priscilla	B-D	*Vf (Rvi6)*
Granny Smith	C	Produkta	B	*Va (Rvi10)*
Húsvéti rozmaring	C	Reanda	C	*Vf (Rvi6)*
Idared	B	Rebella	C-D	*Vf (Rvi6)*
Jonager	B	Reglindis	A	*Vf (Rvi6)*
Jonagold alakkör	C	Reka	B	*Vr (Rvi17)*
Jonathan klónok	C	Releika	C	*Vf (Rvi6)*
Kovelit	C	Relinda	C	*Vf (Rvi6)*
Mollies Delicious	B-C	Remo	BC	*Vf (Rvi6)*
Mutsu	C	Renora	C	*Vf (Rvi6)*
Nyári fontos	A	Resi	C-D	*Vf (Rvi6)*
Ozark Gold	C-D	Resista	C-D	*Vf (Rvi6)*
Pinova	C	Retina	A	*Vf (Rvi6)*
Red Delicious s klónjai	C	Rewena	C-D	*Vf (Rvi6)*
Red Rome	D	Rosmerta	B	*Vf (Rvi6)*
Snygold	B	Rubinola	B-C	*Vf (Rvi6)*
Staymared	C	Topaz	A-B	*Vf(Rvi6)*
Summerred	A			
Vista Bella	B			

* Virágzási időcsoportok: korai (A), középkorai (B), középkései (C), kései (D).

** Triploid fajták dőlt betűvel

pollenadónak nem alkalmasak. Jelen almakötet XV/4. fejezetének 27. táblázatában is dőlt betűvel szedve találhatók a triploid fajták.

A harmadik feltétel az *S*-genotípus által szabályozott kompatibilitás a társítandó fajták között. Adott alakkörön belül a mutánsok és klónok egymással nem társíthatók (pl. Jonathan klónok, Golden Delicious klónok és változatok), s gyakori az inkompatibilitás (összeférhetetlenség) az egymással közeli rokonságban álló fajták között is (pl. a 'Jonagold'-nak nem jó szülőfajtája, pollenadója a 'Golden Delicious'). Általánosságban leszögezhető, hogy az azonos *S*-allélokkal rendelkező fajták között inter-inkompatibilitás létezik. Jelen kötet XV/4. fejezetében, a genetikai inkompatibilitási csoportokat bemutató 27. táblázatban az egy-egy táblázati cellán belüli fajták inkompatibilitás miatt egymás számára nem jó pollenadók. A táblázat azonos soraiban, ill. azonos oszlopaiban a különböző cellákban található fajták között szemikompatibilitás van (egyik *S*-allél azonos). Ilyen esetben nem kizárt a kölcsönös megporzás, de a biztonság kedvéért érdemes valamilyen kiegészítő pollenadóról is gondoskodni.

Közismert, hogy az alma a rovarporozta gyümölcsfajok közé tartozik. A virágok megporzásában legnagyobb szerepe az eutróf rovaroknak, vagyis a méhalkatúaknak van. Az almafák leggyakoribb méhalkatú virláglátogatói a mézelő méhen kívül a poszméhek nőstényei, valamint a *Halictus*, *Lasioglossum* és az *Osmia* fajok (Benedek 2002).

A méhlátogatottság intenzitásával kapcsolatos korábbi hazai és külföldi kutatások azt tanúsítják, hogy – más rovarmegporzású gyümölcsfajokhoz hasonlóan – az almavirágok is tipikusan entomofil virágszerkezetűek. Free (1993) szerint a méhek képesek megkülönböztetni a fajtákat, a számukra kedvezőbbet jobban látogatják, sőt állandósulhat is rajtuk látogatottságuk. Már önmagában a virágnagyság is befolyásoló tényező, hiszen külföldi vizsgálatok alapján megállapítást nyert, hogy a kisebb virágok intenzívebb gyűjtőmunkára és egyben hatékonyabb pollenátvitelre késztetik a méheket. A sziromlevél színének hatását vizsgálva Smith és Kendall cit. Nyéki (1980) megállapította, hogy a bíborvörös színű díszalma virágairól kisebb gyakorisággal repülnek át a méhek a fehér virágszirmú fajtára, vagyis a sötétebb és feltűnőbb szirmú fajtákat jobban kedvelik a méhek. Gasior (1986), továbbá Benedek et al. (1989) valamint Benedek és Nyéki (1996) azt tapasztalták, hogy az egyes fajták vonzó hatása elsősorban a nektár mennyiségétől és annak cukortartalmától függ. A fajták eltérő méhvonzó képességéből eredő kedvezőtlen hatást a méhsűrűség növelésével, a pollenadó fák megporzó fajták soraiba való ültetésével lehet mérsékelni.

Tóth (2001) szerint a fajtatársítási terv elkészítésekor a fenti biológiai tényezőket és a technológiai szempontokat kell összehangolni. A technológiai szempontok közül mindenekelőtt az érési időt kell számításba venni, mert a szüreti és növényvédelmi munka szervezése, ill. összehangolása szempontjából rendkívül előnytelen a nagyon eltérő érési idejű almafajták ültetvényen belüli társítása. Környezetvédelmi megfontolások miatt előnyösebb és egyben költségkímélő az integrált termesztésre alkalmas, hasonló növényvédelmi és agrotechnikai igényű (pl. tápanyag- és vízigény) fajták azonos táblába ültetése. A szüret és a fajtánként eltérő növekedés- és termésszabályozási műveletek optimális szervezéséhez egy adott fajtából előnyös legalább két sorból álló fajtatömböket telepíteni, illetve a részleges öntermékenyülésre képes és a termőképességet növelő egyéb tulajdonságokkal (pl. jó kötődési hajlam, nagy gyümölcsméret, jó fruktifikációs hajlam) rendelkező fajtákból a megadott receptéknél kb. 50%-kal szélesebb fajtatömböket is tervezhetünk.

Az almafajták az alábbi fajtatársítási változatokban vagy ezek kombinációjában telepíthetők: (a) legalább két diploid árufajta; (b) triploid fajtá(k) és legalább két diploid árufajta; (c) fajtatiszta ültetvény *Malus sp.* pollenadókkal (Tóth 2001). Az (a) változat szerint a fenti virágzási, fertilitási és kompatibilitási szempontoknak megfelelő kombinációk társíthatók adott ültetvénybe. A diploid fajták közül akkor elegendő csupán két fajtát ültetni, ha azok azonos virágzási időcsoportba tartoznak, és kölcsönösen termékenyítik egymást. E feltételek valamelyikének hiánya esetén kettőnél több fajta táblán belüli társítására van szükség, vagy a két árufajtát *Malus sp.* pollenadókkal kell kiegészíteni. A pollenadó aránya a termékenyülési szempontból legkritikusabb fajták esetén legalább 16–20% legyen (5–6 sor + 1 sor).

A (b) változatban a triploid árufajták mellé pollenjük nagyarányú sterilitása miatt kell legalább két diploid árufajtát telepíteni. A diploid árufajták részben vagy teljesen ugyancsak helyettesíthetők *Malus sp.* pollenadókkal. A triploid fajták hatékony megporzási időszaka hosszabb, mint a diploid fajtáké. Ezt célszerű kihasználni két olyan pollenadó választásával, amelyek teljesen lefedik a triploid fajta virágzási idejét. Ez esetben a triploidokhoz is megfelel a 16–20% (5–6 sor + 1 sor) fajtaelhelyezési megoldás.

A (c) változat alapján fajtatiszta ültetvények is létesíthetők. A *Malus* megporzási rendszer kidolgozása hazánkban is elkezdődött (Soltész et al. 1979, Nyéki et al. 1982), s az esetleges metaxénia hatások is tisztázódtak (Tóth et al. 1985), de pollenadó fajták állami elismerésre történő bejelentésére nem került sor. A külföldi nemesítők munkájának eredményeként bevált díszalmafajták (pl. 'Everest', 'Golden Gem', 'Hillieri') állnak a

termesztők rendelkezésére. A díszalmák labilisabb virágzása miatt egy táblába 2–3 díszalmafajtát kell ültetni. Ültetvényen belüli arányuk 5–10%-os legyen, s célszerű azokat minél jobb elosztásban a fő fajta fái közé „beszúrni".

Varasodásrezisztens fajták telepítésekor a fenti fajtatársítási szempontok mellett arra is tekintettel kell lenni, hogy ne segítsük elő a kórokozó új rasszának kialakulását. Azért, hogy a nemesítéssel elért rezisztencia tartósan megmaradjon, a nemesítésen kívül más lehetőségeket is be kell vonni. Erre szolgál a genetikailag vegyes ültetvények létrehozása. Kerülni kell a rezisztencia szempontjából teljesen azonos genetikai hátterű fajták egyazon táblába való telepítését. Ezért a gyümölcsösbe 2–3 különböző olyan fajtát kell ültetni, amelyeknél különbözik a rezisztenciát meghatározó gén. A 24. táblázatban a varasodásrezisztens fajták jellemzésében ezért közöljük – a régi és új nomenklatúra szerint – a fajták e tulajdonságát. Például a drezdai nemesítők a *Vf (Rvi6)* és *Vr (Rvi17)* gént hordozó fajták vegyes ültetését ajánlják. Jó megoldás továbbá a *Vf+Vg (Rvi6+Rvi1)* és a *Vf+Vh8 (Rvi6+Rvi8)* vagy a *Vf (Rvi6)* és a poligénes fajták társítása, ha más tényezők (virágzási idő, kompatibilitás) alapján is alkalmasak egymás pollenadóinak. A vegyes ültetvényekben az új biotípusok megjelenési esélyének mérséklésével a kórokozók (és kártevők) alacsonyabb szinten tarthatók.

A méhmegporzás szervezése nagyon fontos láncszeme a korszerű almatermesztési technológiának. Benedek (2002) szerint a megfelelő terméseredmény eléréséhez irányított méhmegporzásra van szükség. Mindenekelőtt fontos a méhcsaládok számának meghatározása. Alma esetében a koronaformától, az évjárattól és a virágsűrűségtől függően 1–6 család kihelyezésére van szükség. A méhcsaládokat 5 km-nél távolabbról kell beszerezni, nehogy a kaptárak eredeti helyére való visszarepülés és eltévedés miatt elvesszenek méhek. A méhcsaládokat az ültetvény területén vagy annak közvetlen közelében kell elhelyezni. Kardinális kérdés a méhek kihelyezési időpontja. A túl korai kihelyezés esetén máshová szoknak a méhek. Legjobb a virágzás kezdetén kivinni az ültetvénybe a méhcsaládokat. A méhcsaládokat legjobb közvetlenül az ültetvény szélén vagy területén, egymástól 200–300 méterre, 10–20 kaptárból álló csoportokban elhelyezni.

XV. AZ ALMA GENETIKÁJA ÉS NEMESÍTÉSE

1. A *MALOIDEAE* ALCSALÁD GENOMEVOLÚCIÓJA, AZ ALMAGENOM JELLEMZÉSE

1874. január 12-én az akkor a Habsburg Birodalomhoz tartozó, 1814-ben újraegyesített tiroli régió országgyűlése egy mezőgazdasági iskola létesítéséről rendelkezett. Az iskola épületeként a San Michele all'Adige településen található Ágoston-rendi kolostort jelölték ki. Az iskola első igazgatójának Edmund Mach borászmestert választották, róla nevezték el az intézetet 2008-tól működtető alapítványt is. Az intézet céljai között a mezőgazdasági oktatáson kívül a kutatás is egyre hangsúlyosabb törekvés lett: az ökológiától az élelmiszerminőségen át a genomikai programokig terjed a skála.

Az almagenom szekvenálása 2007-ben vette kezdetét a San Michele-i agrárkutató központ irányításával. A munkában három kontinens (Európa, Észak-Amerika és Óceánia) tizennyolc kutatóintézete vett részt. A nyomtatásban 2010 októberében kiadott, de a folyóirat honlapján már augusztus 29-étől olvasható közlemény szerzői között 85 kutató nevét olvashatjuk. A program fő támogatója Trento autonóm tartomány volt, de a Washington Állami Egyetem, az Amerikai Mezőgazdasági Minisztérium (USDA) és az Új-Zélandi Tudományos Kutatás és Technológia Alap is hozzájárult a költségekhez.

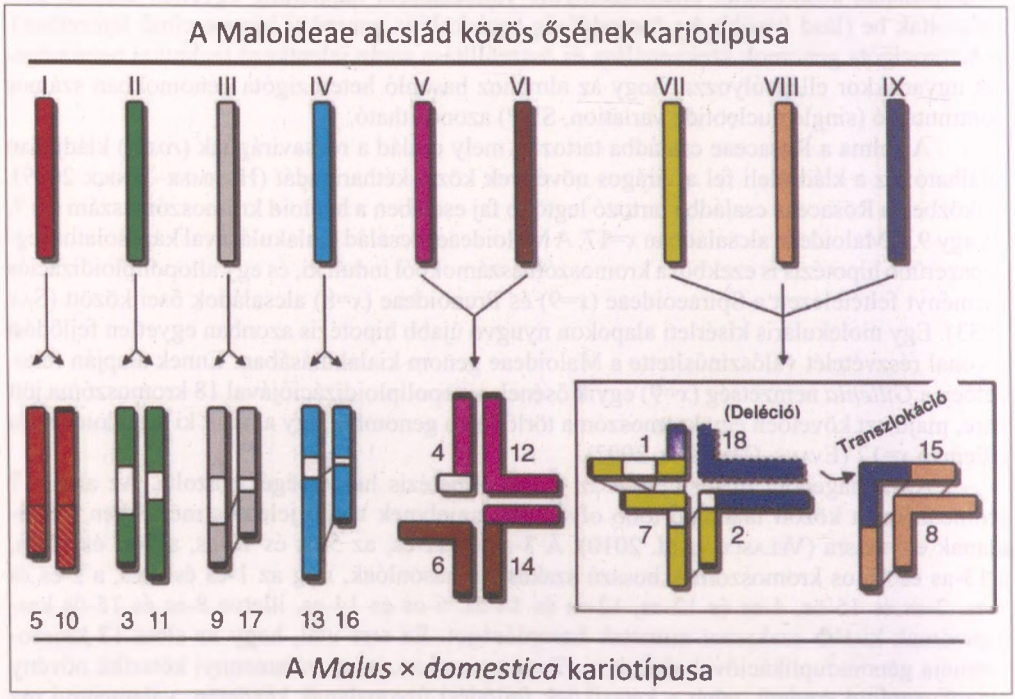
A genomszekvencia meghatározásához a Golden Delicious fajtát használták. A szekvenálás során a legjelentősebb nehézség abból származott, hogy az almagenomot nagymértékű heterozigótaság jellemzi. A heterozigótaság a gyümölcsfaj önmeddő termékenyülési fenotípusának köszönhető: öntermékenyülő változatokról napjainkig egyetlen esetben sem számoltak be (lásd később Az önmeddőség molekuláris genetikai háttere című fejezetben). A heterozigóta genomok szekvenálása és összeállítása során jelentkező technikai nehézségeket ugyanakkor ellensúlyozza, hogy az almához hasonló heterozigóta genomokban számos pontmutáció (single nucleotide variation, SNP) azonosítható.

Az alma a Rosaceae családba tartozik, mely család a rózsavirágúak (*rosid*) kládjában található: ez a klád öleli fel a virágos növények közel kétharmadát (Hummer–Janick 2009). Miközben a Rosaceae családba tartozó legtöbb faj esetében a haploid kromoszómaszám (x) 7, 8 vagy 9, a Maloideae alcsaládban x=17. A Maloideae alcsalád kialakulásával kapcsolatos legnépszerűbb hipotézis is ezekből a kromoszómaszámokból indult ki, és egy allopoliploidizációs eseményt feltételezett a Spiraeoideae (x=9) és Prunoideae (x=8) alcsaládok ősei között (Sax 1933). Egy molekuláris kísérleti alapokon nyugvó újabb hipotézis azonban egyetlen fejlődési útvonal részvételét valószínűsítette a Maloideae genom kialakulásában. Ennek alapján feltehetően a *Gillenia* nemzetség (x=9) egyik ősének autopoliploidizációjával 18 kromoszóma jött létre, majd azt követően egy kromoszóma törlődött a genomból, így alakult ki a Maloideae-ra jellemző x=17 (Evans–Campbell 2002).

Az almagenom megismerése az utóbbi hipotézis helyességét igazolta. Az alma 17 kromoszómája között található több olyan pár, amelynek tagjai jelentős mértékben hasonlítanak egymásra (Velasco et al. 2010). A 3-as és 11-es, az 5-ös és 10-es, a 9-es és 17-es, a 13-as és 16-os kromoszómák hosszú szakaszon hasonlóak, míg az 1-es és 7-es, a 2-es és 7-es, 2-es és 15-ös, 4-es és 12-es, 12-es és 14-es, 6-os és 14-es, illetve 8-as és 15-ös kromoszómák kisebb szakaszai mutattak hasonlóságot. Ez arra utal, hogy az alma 17 kromoszómája genomduplikációval alakult ki. Tudott azonban, hogy valamennyi kétszikű növény paleohexaploid eredetű, tehát a kétszikűek fejlődési útvonalának kezdetén, valamennyi ma élő kétszikű növény őse szintén átesett teljes genomduplikáción. A Maloideae kialakulásához köthető genomduplikáció nyilvánvalóan későbbi esemény volt. Annak kimutatására, hogy a két homológ kromoszómarészlet a régi vagy az újabb genomduplikáció során keletkezett-e, bioinformatikai elemzések adnak lehetőséget.

A fehérjekódoló gének transzlálódó régióiban megvizsgálták a szinonim nukleotidcserék gyakoriságát. A szinonim nukleotidcsere azt jelenti, hogy mutáció következtében egy nukleotid helyére másik nukleotid kerül, de ez a genetikai kód degeneráltsága (bizonyos aminosavakat több különböző nukleotidtriplet kódol) miatt nem változtatja meg a gén által kódolt fehérje aminosav-sorrendjét. Az ilyen mutációkra nem hat a természetes szelekció, hiszen nagy valószínűséggel nincs funkcionális következményük. Mindez azt is jelenti, hogy egy közös ős szekvenciából származó két szekvencia között annál több szinonim mutáció lesz kimutatható, minél régebben keletkeztek. Így igazolták, hogy az almagenom minden kromoszómáján találhatók olyan hosszabb-rövidebb szakaszok, amelyek régi genomduplikációs eseményekre vezethetők vissza. Egy 4–7 Mb szakasz hat példányban fordult elő az almagenomban, ami a kétszikűek paleohexaploid eredetének újabb bizonyítékát adja.

Az újabb genomduplikációs esemény feltételezhetően 30–45 millió évvel ezelőtt következett be (Velasco et al. 2010). Feltehetően a Maloideae alcsalád őse ezt megelőzően x=9 kromoszómával rendelkezett. A 3-as és 11-es, az 5-ös és 10-es, 9-es és 17-es, valamint a 13-as és 16-os kromoszómák az ősi genom négy kromoszómájának (I–IV) duplikációjával keletkeztek (100. ábra), melyet követően azonban számos kromoszómán belüli átrendeződés is bekövetkezett. Az almagenom 4-es, 6-os, 12-es és 14-es kromoszómája az ősi genom V és VI kromoszómájának duplikációjával keletkezett, melyet egy transzlokációs és egy deléciós lépés követett. Az 1-es, 2-es, 7-es, 8-as és 15-ös kromoszómák az ősi genom VII, VIII és IX kromoszómájából keletkeztek hasonló folyamatok útján. A 15-ös kromoszóma úgy alakult ki, hogy az ősi genom teljes IX kromoszómája a VIII kromoszóma centroméra régiójába inszertálódott. A 18-as kromoszóma deléciója tehát úgy értendő, hogy különálló kromoszómaként már nem található meg



100. ábra. A Maloideae x=17 kromoszómás kariotípusának kialakulása az x=9 kromoszómás közös ősből. A teljes genomduplikációt követően számos kromoszóma-átrendeződés következett be. Az azonos színű kromoszómák a homológ (közös evolúciós eredetű) kromoszómákat jelölik. A fehér színű részletek nem mutatnak homológiát egyetlen más szakasszal sem. Az 5-ös és 10-es kromoszóma csíkozott részei kisebb mértékű hasonlóságot mutatnak. A fekete szín a kromoszómák teloméra régióját mutatja (Velasco et al. 2010)

a genomban, hanem egy másik kromoszómával fuzionálva alkot új kromoszómát. Az ilyen kromoszómaszám-csökkenést előidéző jelenség (diszpolidia) gyakori a gabonafélék esetében is. A VIII kromoszóma másik példánya önállóan alkotja a jelenlegi 8-as kromoszómát. Az almagenom 17 kromoszómájának kialakulásában tehát egy tetraploidizációs eseményt követő kromoszóma-átrendeződések játszottak szerepet: egy kromoszómafúzió (15-ös kromoszóma), három transzlokáció (1-es, 2-es és 14-es kromoszómák), hat deléció (4-es, 6-os, 8-as, 10-es, 11-es és 13-as kromoszómák teloméra régiója), egy kromoszómán belüli deléció (7-es kromoszóma), illetve az ősi IX kromoszóma centromérájának törlődése.

A Rosaceae családba tartozó *Gillenia* nemzetséget x=9 kromoszómaszám jellemzi. Az amilóz szintéziséért felelős *Wx* gének molekuláris alapú filogenetikai vizsgálata alátámasztja a ma élő Maloideae fajok és a ma élő *Gillenia* fajok rokonságát. A *Prunus*, *Spiraea* és más Rosaceae nemzetségek *Wx* génjei a Maloideae és *Gillenia* fajoktól eltérő kládot alkotnak, ami az almaterméűek és a *Gillenia* monofiletikus (közös) eredetére utal. Az alma és körte genom kolinearitása (Yamamoto et al. 2004) arra utal, hogy a poliploidizációt követő genom átrendeződés a két nemzetség kialakulását megelőzően történt meg. A poliploidizációt gyors kromoszóma-átrendeződés követi minden olyan fajban, amelyik nem rendelkezik a búza *Ph1* génjéhez hasonló génnel, mely a homológ kromoszómák párosodását irányítja (Griffiths et al. 2006).

Az almagenom becsült mérete 742,3 megabázis (Mb) (Velasco et al. 2010). Összehasonlításul a legkisebb ismert genomméretű *Arabidopsis* 125 Mb (x=5), az erdei szamóca (*Fragaria vesca*) 240 Mb (x=7), a kakaó 430 (x=10), a papaya 372 Mb (x=9), a rizs 466 Mb (x=12), a szőlő 487 Mb (x=19), a nyárfa (*Populus trichocarpa*) pedig 550 Mb (x=19) genomméretűnek mutatkozott (az értékek különböző módszerek alapján becsült méretek). Mindezek alapján az addig szekvenált növényi genomok közül az almát jellemzi a legnagyobb genomméret. Az almagenom lefedettsége 16,9-szeres, vagyis közel 17-szer több szekvenciát határoztak meg, mint a teljes genom mérete. Ez két ok miatt rendkívül jelentős. Egyrészt a szekvenálási hibák azonosítása miatt fontos az ismétlés, másrészt a DNS-szakaszokat véletlenszerűen szekvenálják, így ha csak kétszeres lefedettséggel dolgoznának, az azzal járna, hogy bizonyos szakaszokról egy, kettő vagy akár több alkalommal is történik szekvencia-meghatározás, míg más szakaszok (ahol adott esetben fontos gének találhatók) egyáltalán nem kerülnek szekvenálásra.

A szekvenálás során kétféle módszert alkalmaztak. Az egyik a hagyományos Sanger-féle szekvenálás, a másik a piroszekvenálás (454 Life Sciences). Ez utóbbi a legrégebbi második generációs szekvenálási eljárásnak tekinthető, mely meglehetősen költséges, de viszonylag hosszú szekvenciák meghatározására alkalmas (ezek mérete azonban nem éri el a Sanger-féle eljárással meghatározott egyedi szekvenciák méretét).

Az almagenom feltételezhető génszáma az egyik legmagasabb értéket mutatja az eddig megismert genomok között (25. táblázat). Ezeken belül az almára specifikus gének száma feltehetően 11444 darab. Az almagenom génsűrűsége hasonló az uborkagenoméhoz, de elmarad az *Arabidopsis* és rizs génsűrűségétől. A kiemelkedő génszám részben a hemizigóta (a diploid genomban egyetlen példányban jelenlévő) DNS-régióknak tudható be, amik a heterozigóta genomokban előfordulhatnak. A repetitív (ismétlődő motívumokat tartalmazó) szekvenciák aránya az almagenomban igen jelentős, a genom 67%-át is meghaladja. Az ismétlődő szekvenciák túlnyomó többsége (38%) a retrotranszpozonok közé tartozik, melyek az összes mozgó genetikai elem közel 89%-át adják. A transzpozonok aránya azonban jelentősen kisebb (0,9%) a többi ismert genomhoz képest. Feltűnő, hogy a CACTA szupercsaládba tartozó transzpozonok aránya is elmarad a többi növényi genomtól.

Az almagenomban jelentős mennyiségű transzkripciós faktort (TF) tártak fel bioinformatikai elemzésekkel. A legtöbb transzkripciós faktor a MYB családba tartozik. Az egyes TF csoportok egymáshoz viszonyított aránya hasonló volt, mint a szőlő, nyárfa, rizs stb. esetében. A C2H2, CCAAT és NAC transzkripciós faktorok relatív mennyisége azonban nagyobb volt az almagenomban, mint a többi ismert genomban.

25. táblázat

Az almagenom és más genomok jellemzőinek összehasonlítása (VELASCO et al. 2010)

	Gének száma	Génsűrűség (gének száma/10 kb)	Mozgó elemek (genom %-a)	Transzkripciós faktorok száma	Rezisztenciagének száma (NBS-LRR gének %-a, TIR-NBS-LRR gének %-a)	Bioszintézisben résztvevő gének száma*
Alma	57386	0,78	42,4	4021	992 (58, 27)	1246
Uborka	26682	0,73	14,8	n. a.	61 (n. a.)	n. a.
Szója	46430	0,42	50,3	5671	392 (61, 32)	958
Nyárfa	45654	0,94	35,0	2758	402 (59, 20)	1034
Arabidopsis	27228	2,2	18,5	2437	178 (32, 52)	719
Szőlő	33514	0,66	21,5	2080	341 (57, 11)	1121
Rizs	40577	0,97	39,5	2798	535 (89, 0)	910
Brachypodium	25532	0,94	28,1	2187	238 (89, 0)	390
Sorghum	34496	0,47	62,0	2312	245 (75, 0)	555
Kukorica	32540	0,15	84,2	5246	129 (74, 0)	457

* Az illóanyagok, aromaanyagok, pigmentek, antioxidánsok és szorbitol bioszintézisében résztvevő gének.

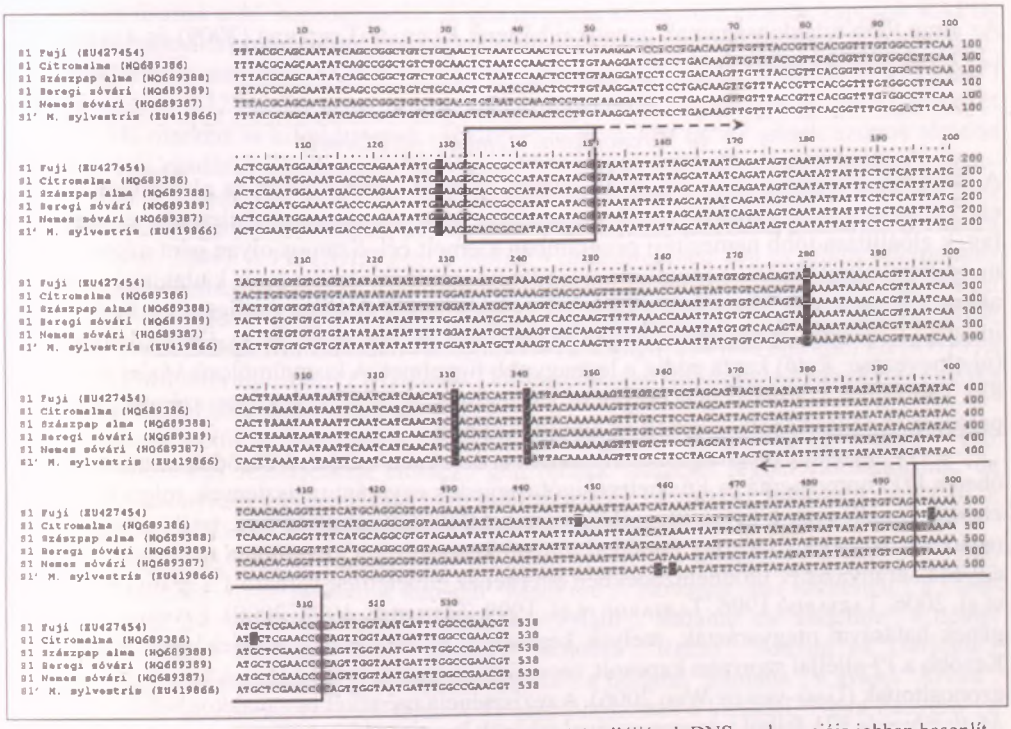
Az ismert növényi rezisztenciagének nagy többsége olyan fehérjét kódol, melyekben megtalálható egy nukleotid-kötőhely és egy leucinban gazdag régió (NBS-LRR) (XIAO 2006). Az NBS motívum a jelátviteli folyamatokban szerepet játszó, konzervált motívum része, az LRR motívum feltehetően a felismerés specifitásának kialakításában vesz részt. Az almagenomban 992 *NBS-LRR* gént azonosítottak, ami a szóját és kukoricát követően a legnagyobb érték az ismert genomszekvenciák között. Az NBS-LRR fehérje N-terminális végén kétféle domént hordozhat: coiled-coil (CC) vagy Toll/Interleukin-1 Receptor (TIR) domént. A *CC-NBS-LRR* típusú rezisztenciagének valamennyi eddig vizsgált zárvatermő növényben megtalálhatók voltak, míg a *TIR-NBS-LRR* gének kizárólag a kétszikűekben (MEYERS et al. 2005). Az almagenomban a *CC-NBS-LRR* gének képviselik a nagyobb csoportot (az összes gén 58%-a), hasonlóan a többi *Eurosid* I kládba tartozó kétszikűhöz (nyárfa, szőlő és szója) és valamennyi egyszikűhöz. Az *Eurosid* II-be tartozó *Arabidopsisban* ennél kisebb e gének részaránya. A TIR-NBS-LRR csoport az *Arabidopsisban* a legnagyobb tagszámú csoport (52%), a többi *Eurosidban* ennél kisebb (20–30% közötti, az almánál 27%) arányban vannak jelen, az egyszikűekben pedig nem találhatók meg. A rezisztenciagének genombeli előfordulása nem homogén: a 2, 8, 11 és 15 kromoszómákon közel kétszer annyi rezisztenciagén található, mint a többi kromoszómán.

Más genomokhoz hasonlóan az almagenom esetében is jelentős mértékű különbség figyelhető meg bizonyos gének kópiaszámában. Elsősorban az antocianin-bioszintézis, flavonoid-bioszintézis, izoflavonoid-bioszintézis és a terpénszármazékok bioszintézisében résztvevő gének esetében láthatók jelentős különbségek. A *flavanon-3-hidroxiláznak* 7, a *flavonoid-3'-hidroxiláznak* 178 paralóg másolatát azonosították az almagenomban. Az *izoflavon-reduktáznak* 15, az *izoflavon-szintáznak* 124; a *szkvalén-szintáznak* 2, a *szkvalén-monooxigenáznak* 27 kópiája van az almagenomban. Ezek a különbségek azonban más (uborka, szója, *Arabidopsis*, szőlő, rizs stb.) genomokban is kimutathatók, ami arra utal, hogy a paralóg másolatok a magasabbrendű növények közös ősében keletkeztek.

Az alma termése olyan biológiai sajátság, mely az almaterméűek alcsaládját minden más növénytől megkülönbözteti (POTTER et al. 2007). Mindez arra utal, hogy az almatermés kialakulását előidéző változásoknak valamikor a Maloideae alcsalád kialakulásakor, az alcsalád közös ősében kellett bekövetkezniük. Tudható, hogy az almaterméűek egy teljes genomduplikációs eseményt követően alakultak ki. Feltehetően ez a poliploidizáció okozta

azokat a fejlődésbeli és anyagcsere-változásokat, amelyek az almatermés kialakulását idézték elő. Az alma álterm ésének húsos fala a vacok megvastagodásából alakul ki, a vacok a virágtengely csészelevelek alatti része. A fejlődő virágok szövetcsoportjainak sorsát a *MADS-box* gének határozzák meg. A *MADS-box* gének transzkripciós faktorokat kódolnak, melyeknek fontos szerepe van a hím- és női gametofiton kialakulásában, az embrió- és termésfejlődésben, a virágtájak kialakításában. A közelmúltban igazolták, hogy egy alma *MADS-box* gén az almatermés kialakulása során változó mértékű expressziót mutat (Janssen et al. 2008). Az almagenom ezenkívül tartalmaz számos *II-es típusú MADS-box* gént is. Ezek közül néhány az ún. *StMADS11* alcsoportba tartozik. Az *Arabidopsis* ugyanezen alcsoportba tartozó egyik génjének túltermeltetése a sziromlevelek megnagyobbodását idézte elő (Masiero et al. 2004). Az almagenomban azonban az *Arabidopsisban* található két, ebbe a csoportba tartozó gén helyett 15 ilyen gént mutattak ki (Velasco et al. 2010).

A gyümölcs összetételének kialakításában jelentős szerepe van a szénhidrát-anyagcserének. A Rosaceae család növényeiben a fotoszintézis során képződő szénhidrát molekulák szorbitol formában szállítódnak a floémben. A többi ismert genomhoz képest az almagenom sokkal több, a szorbitol-anyagcseréhez kötődő gént tartalmaz. A szorbitol bioszintézisének meghatározó lépését az aldóz-6-P-reduktáz enzim katalizálja, a szorbitol-dehidrogenáz a szorbitolt fruktózzá alakítja a gyümölcsben, a transzportban pedig a szorbitol-transzporterek játszanak fontos szerepet. E fehérjéket kódoló géneknek együttesen 71 kópiáját mutatták ki az almagenomban, ami meghaladja e gének más ismert genomokra jellemző kópiaszámát (9–43). Az almagyümölcs kialakulásában fontos tényező lehetett, hogy a fent említett, *StMADS11* alcsoportba tartozó transzkripciós faktorokat kódoló és a szénhidrát-anyagcserét szabályozó génekből génduplikációval számos paralóg másolat készült (Velasco et al. 2010). Ezek funkcionális tesztelése azonban még nem történt meg.



101. ábra. A 'Nemes sóvári' kárpát-medencei almafajta S_1*-RN-áz* alléljának DNS-szekvenciája jobban hasonlít a *Malus sylvestris*, mint más *M.* × *domestica* fajták S_1*-RN-áz* alléljára. (Halász et al. 2011)

A termesztett alma őshazájának Közép-Ázsiát tartják. Összesen közel 25–47 almafaj ismert, melyek egy része ázsiai (*M.* × *asiatica*, *M. baccata*, *M. orientalis*, *M. sieversii* stb.), más része európai (*M. sylvestris*) elterjedésű. Ezek közül jó néhány részvételét valószínűsítették a termesztett alma (*M.* × *domestica*) kialakulásában. A közép-ázsiai Tien Shan környékén élő *M. sieversii* az egyetlen olyan vad faj, melynek különböző egyedei a termesztett alma morfológiai jellemzőihez hasonló jellegeket mutatnak. VELASCO et al. (2010) 23 lókusz vizsgálata alapján készített filogenetikai elemzése kimutatta, hogy a nemesítési programokban széleskörűen használt, népszerű almafajták sokkal közelebbi rokonságban állnak a *M. sieversii* vadfaj egyedeivel, mint bármely más almafaj (*M. sylvestris*, *M.* × *asiatica*, *M. orientalis* stb.) egyedeivel. Ennek alapján a termesztett alma genetikailag a *M. sieversii* fajból származik, és a faj kialakulásához jelentősebb mértékben az egyéb vad fajok nem járultak hozzá. Ezen a tényen az sem változtat, hogy bizonyos tájfajták kialakulásában az adott területen élő vad fajok is részt vehettek. HALÁSZ et al. (2011) molekuláris alapú bizonyítékokkal igazolták a Nemes sóvári fajta pedigréjében a *M. sylvestris* jelenlétét (101. ábra).

A heterozigóta alma genomszekvenciájának megismerése a gyakorlat számára is értékes lehet, segítheti például e gazdaságilag fontos gyümölcsfa nemesítését. A betegségekkel szembeni ellenállóképességet az aroma és íz kialakulását meghatározó, illetve a fejlődéssel kapcsolatos gének jó részét azonosították, valamint meghatározták, mely kromoszómákon helyezkednek el ezek a gének. Ezen kívül SNP-ket (egynukleotidos variáció) mutattak ki 4,4 SNP/kb gyakorisággal, melyek markerezésre is alkalmasak. Bizonyos nemesítési programokban és összehasonlító genetikai vizsgálatokban meg is kezdődött ezek felhasználása.

2. A FŐBB TULAJDONSÁGOK GENETIKAI HÁTTERE ÉS ÖRÖKLŐDÉSE

Az alma főbb tulajdonságainak genetikai hátterét KORBAN–TARTARINI (2009) és ALSTON et al. (2000) alapján tekintjük át.

a) Varasodással szembeni rezisztencia

A *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. gomba jelentős károkat okoz az almatermesztésben, ezért a rezisztenciát kialakító gének azonosítása, kapcsolt markerek fejlesztése és rezisztens fajták előállítása több nemesítési programban kiemelt cél. Számos olyan gént azonosítottak, melyek egymagukban is képesek a varasodással szembeni rezisztencia kialakítására, ugyanakkor a rezisztencia hátterében több gén együttes hatása is állhat (poligénes jelleg). Napjainkig 17 varasodás-rezisztenciát okozó fő gént írtak le (BUS et al. 2011). Ezek közül a *Vf* gén (új elnevezése: *Rvi6*) kapta eddig a legnagyobb figyelmet. A kisgyümölcsű *Malus floribunda* 821 vad fajból származó gén beépítése termesztett fajtákba világszerte számos nemesítési program fő céljai között szerepelt az elmúlt években.

A *Vf* gén által meghatározott rezisztencia domináns módon öröklődik, az utódpopulációban a *VfVf* homozigóta és *Vfvf* heterozigóta egyedek egyaránt rezisztensek, míg a *vfvf* homozigóták fogékonyak a betegségre. Számos vizsgálat utalt azonban arra, hogy a heterozigóta rezisztens egyedek fogékony fajtákkal történő keresztezését követően a rezisztens:fogékony egyedek aránya az F_1 utódnemzedékben eltérhet az elméletileg várható 1:1 aránytól (GESSLER et al. 2006, TARTARINI 1996, TARTARINI et al. 1999, TÓTH et al. 1998, 2000). Ezt olyan független gének hatásával magyarázták, melyek képesek a *Vf* rezisztencia kifejeződését módosítani. Később a *Vf*-alléllal szorosan kapcsolt, recesszív homozigóta formában letális hatású géneket azonosítottak (GAO–VAN DE WEG 2006). A rezisztencia mértékét ugyanakkor befolyásolhatja a *M. floribunda* 821 fajból introgresszióval átkerült kromoszómarégió mérete is, ha elfogadjuk, hogy a *Vf* gén közelében módosító hatású gének vagy QTL-ek találhatók. Ugyanakkor mind-

ezidáig nem sikerült a rezisztenciát fokozó hatású géneket azonosítani a lókusz környezetében (Bus et al. 2009).

Az első kapcsoltsági csoportban elhelyezkedő *Vf* lókuszban négy paralóg génkópiát azonosítottak (Xu–Korban 2002), melyek közül kettő (*Vfa1* és *Vfa2*) funkcióképesnek bizonyult. E gének fogékony almába történő beépítése rezisztenciát idézett elő (Malnoy et al. 2008). A *Vfa1* szerepét később megkérdőjelezték, mert Joshi et al. (2011) nem tapasztaltak rezisztenciát a gént jelentős mértékben túlexpresszáló transzgénikus vonalakban. A *Vfa3* gén inaktív, a *Vfa4* gén nem játszik szerepet a rezisztencia kialakításában (Gessler–Pertot 2012). A gén egy receptorfehérjét kódol, egy extracellulárisan elhelyezkedő, leucinban gazdag domént és egy transzmembrán régiót (Vinatzer et al. 2001).

Az allélok nyomon követésére számos molekuláris markerezési eljárást dolgoztak ki. Elsőként a *Vf* génhez szorosan kapcsolt RAPD (random amplifikált polimorfikus DNS) markereket azonosítottak (Hemmat et al. 1998, Koller et al. 1994, Tartarini 1996, Yang–Krüger 1994). Később 15 kapcsolt AFLP (amplifikált fragmentumhossz polimorfizmus) markert találtak (Xu–Korban 2000). Ezekből fejlesztettek SCAR (ismert szekvenciájú, amplifikált régió) és CAPS (PCR amplifikált fragmentumok enzimes hasításával kapott polimorf DNS) markereket, melyek közül napjainkban leggyakrabban a Tartarini et al. (1999) által kidolgozott, AL07-SCAR primert használják. A *Vf* által biztosított rezisztencia áttörésére képes, virulens törzsek megjelenése szükségessé tette új rezisztenciaforrások azonosítását és molekuláris jellemzését.

A hiperszenzitív reakciót előidéző *Va* gén (új elnevezése: *Rvi10*) az 'Antonovka' PI 172633 szelekcióból, a *Vb* (vagy *Rvi12*) a Hansen's baccata #2-ből származik, mindkét gént a *Vf*-hez hasonlóan az első kapcsoltsági csoportra térképezték, de más-más pozícióba (Hemmat et al. 2002). A második kapcsoltsági csoportra térképeződtek a *Vbj* (*Rvi11*), *Vh2* (*Rvi2*), *Vh4* (*Rvi4*), *Vh8* (*Rvi8*) és *Vr2* (*Rvi15*) gének. A *Vbj* gén által biztosított varasodással szembeni rezisztencia forrása a *M. baccata jackii*. A gén nyomon követésére először kapcsolt RAPD-markereket használtak, melyekből később kodomináns (használatával a homo- és heterozigóták is megkülönböztethetők) SCAR markert fejlesztettek (Gygax et al. 2004). A *Vr* (*Rvi17*) és *Vx* géneket az R12740-7A orosz magoncban azonosították (Hemmat et al. 2002). Mindkét génre SCAR markert is kifejlesztettek. Tekintve, hogy a *Vh4* és *Vx* gének azonos régióba térképeződtek, ráadásul mindkét gén hiperszenzitív reakciót idéz elő, és ugyanabból a genotípusból írták le mindkettőt, Bus et al. (2005) javaslata alapján a két elnevezés alatt egy gént kell érteni. A *Vr2* gént a GMAL 2473 varasodással szemben rezisztens szelekció hordozza (Patocchi et al. 2004). A *Vm* (*Rvi5*) gént a *Malus* × *atrosanguinea* 804 és *Malus micromalus* 245–38 egyedekben azonosították, a gént a 12-es kapcsoltsági csoportra térképezték (Patocchi et al. 2005). A *Vg* (*Rvi1*) gént a 'Golden Delicious', a *Vh3* (*Rvi3*) a 'Geneva' hibridje, a *Vfh* (*Rvi7*) a *M.* × *floribunda* 821 hibridje, *Vdolgo* (*Rvi9*) a 'Dolgo' J34 jelű hibridje, *Vd* (*Rvi13*) a 'Durello di Forlì' hibridje, a *Vdr1* (*Rvi14*) a 'Dülmener Rosen' hibridje, a *Vmis* (*Rvi16*) a MIS jelű szelektált klón hordozza (Bus et al. 2011).

A rassz-specifikus rezisztencia kialakításában legalább három fő gén vesz részt: egy nem rassz-specifikus rezisztenciát előidéző gén (ennek létezését régóta valószínűsítik, de molekuláris bizonyítékot mindezidáig nem találtak rá) és két másik, melyek a 2-es (*Vh2*), illetve 4-es (*Vh4=Vx*) rasszokkal szembeni rezisztenciáért felelősek.

A világszerte ismert, varasodással szemben rezisztens almafajták közül a legtöbb a *Vf* gént hordozza. Ilyen például a kanadai 'MacFree', 'Novaspy' és 'Richelieu'; a cseh-országi 'Selena' és 'Vanda'; a francia 'Baujade', 'Priam', 'Judaine' és 'Judeline'; a német 'Rewena', 'Rebella', 'Retina', 'Resi', 'Releika', 'Renora', 'Remo', 'Ahrista' és 'Gerlinde'; az USA-ban előállított 'Liberty', 'Prima', 'Priscilla'; a holland 'Santana'; a svájci 'Ariwa'; az orosz 'Imrus' és számos további fajta. A *Vr* gént hordozzák a kanadai 'Nova Easygro', a német 'Reka' és 'Regia'. A *Va* gén található meg az orosz Antonovka kamienna és Antonovka Pamtorotuka fajtákban. Az USA-ban nemesített 'Freedom' a *Vf* génen kívül egyéb, mindez-

idáig nem kellően tisztázott (*Vr* vagy QTL-alapú) rezisztenciaforrással is rendelkezik (Bus et al. 2012). A német 'Reglindis' rezisztenciáját hosszú időn át a *Va* génnek tulajdonították, de kiderült, hogy a kereskedelmi forgalomba került fajta nem azonos az eredeti, Antonovka fajtától származó F_2 magonccal. A 'Reglindis' rezisztenciája a legújabb adatok alapján a *Vf* génnek tulajdonítható (Bus et al. 2012). A különböző rezisztenciagének kombinálása (piramidálás) segíthet a tartósabb rezisztencia elérésében.

Különböző hibridpopulációk használatával számos QTL-t (mennyiségi tulajdonságot meghatározó lókuszt) azonosítottak, melyek szerepet játszhatnak a rezisztencia kialakításában. A QTL-ek egy része izolátum-specifikus, míg más QTL-ek szerepe több izolátummal szembeni rezisztencia kialakításában is feltételezhető. Gessler et al. (2006) különböző hibridpopulációk vizsgálatával megállapították, hogy összesen legalább 11 kromoszómán található a varasodással szemben rezisztenciát biztosító gén vagy QTL.

b) Lisztharmattal szembeni rezisztencia

A lisztharmat (*Podosphaera leucotricha* (Ell. & Ev.) E.S. Salmon) a leveleket és a fiatal hajtásokat támadja meg, gátolja a fotoszintézist és a transzspirációt, valamint levélhullást okozhat. A kártétel mértéke az időjárási körülményektől függ, de minden árutermő ültetvényben kémiai védekezésre van szükség a kártétel elkerülése érdekében. A Delicious fajtakör tagjai és a 'McIntosh' kevésbé fogékony, mint a 'Granny Smith'. A monogénes rezisztencia jelenlétét számos vad fajból, illetve ismeretlen eredetű interspecifikus hibridből leírták. Több lisztharmat-rezisztenciát okozó fő gén ismert. Ezek közé tartozik a *M. robustában* azonosított *Pl-1*, a 'White Angel' *Pl-w* génje (Gallot et al. 1985), a D12 jelű szelekciós vonalban kimutatott *Pl-d* (Visser–Verhaegh 1976), a *M. sargenti* 843 *Pl-8* génje (Korban–Dayton 1983) és a MIS (Mildew Immune Seedling) magoncból származó *Pl-m* gén (Dayton 1977). A nemesítők elsősorban a *M. robusta* és *M. zumi* fajokat használták rezisztenciaforrásként annak ellenére, hogy a *Pl-w* és *Pl-d* által kialakított rezisztencia mértéke meghaladja a *Pl-1* és *Pl-2* gének által biztosított rezisztencia mértékét (Alston 1983).

A lisztharmat-rezisztencia értékelése nehézkes, mert számos tényező befolyásolja a megnyilvánuló rezisztencia mértékét: környezeti tényezők hatása, a növény kora (magonc vagy kifejlett növény), a kórokozó különböző virulenciájú rasszai, illetve az egyes gének által biztosított rezisztencia áttörése is zavarhatja az értékelést. A molekuláris kutatások homlokterében az elmúlt években a rezisztencia hátterének molekuláris tisztázása és a rezisztenciagének kimutatására szolgáló markerek kidolgozása állt. Az alábbiakban bemutatjuk a legfontosabb génekkel kapcsolatos eredményeket.

A rezisztencia molekuláris alapú nyomon követésére a leggyakrabban SCAR markereket fejlesztettek RAPD vagy AFLP markerekből. A *M. robusta Pl-1* nekrotikus válaszreakció kialakításáért felelős. A rezisztenciagént a 12-es kapcsoltsági csoportra térképezték (Dunemann et al. 2007). A 12-es kapcsoltsági csoport ezen régiója számos varasodással szembeni és lisztharmat-rezisztenciáért felelős gént tartalmaz. Korábbi feltételezések szerint a *M. zumi* is rendelkezik egyetlen gén (*Pl-2*) által meghatározott rezisztenciával (Knight–Alston 1968). Később azonban kiderült, hogy a rezisztencia kialakításában kettő vagy több génnek lehet szerepe. A *Pl-w* a 'White Angel' nevű díszalmából származik, mely a *M. sargenti* és *M. sieboldii* fajok rokona. A rezisztenciagén a 8-as kapcsoltsági csoportra térképeződött (Evans–James 2003). A *Pl-d* gén egy dél-tiroli vadalma magoncából (D12) származik, melyre specifikus SCAR markert szerkesztettek. A gén a *Pl-1* génhez hasonlóan a 12-es kapcsoltsági csoport rezisztenciagéneket tartalmazó régiójába térképeződött (James et al. 2004). A *Pl-m* gént a 'Starking' MIS jelű magoncában azonosították, és a 11-es kapcsoltsági csoport hasonló pozíciójába térképeződött, mint a *Pl-2*. A két gén azonban ennek ellenére különbözőnek látszik (Gardiner et al. 2003). Több esetben azonosítottak poligénes meghatározottságú liszt-

harmat-rezisztenciát. Bizonyos QTL-ek olyan kapcsoltsági csoportokra térképeződtek, ahol más rezisztenciagének (pl. *Pl-1* vagy *Pl-d*) is találhatók. A *M. robusta* és *M. zumi* rezisztenciáját kialakító génektől azonban feltehetően különböznek, mert az ismert gének vizsgálatához használt RAPD és SCAR markerekkel nem voltak kimutathatók.

c) Tűzelhalással szembeni rezisztencia

Az almatermésűek különösen súlyos károkat okozó betegsége a tűzelhalás, melyet az *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. baktériumfaj okoz. Rezisztenciaforrásként szóba jöhetnek bizonyos fajok (*M. robusta 5* és *M. fusca* H-12), de a termesztett régi fajták ('Splendour', 'Delicious', 'Fiesta' és 'Winesap') és az újabb nemesítési programokból származó fajták ('Prima', 'Enterprise', 'Liberty' stb.) között is találunk ellenálló genotípusokat (Janick et al. 1996). Monogénes meghatározottságú rezisztencia nem ismert, valamennyi esetben sokgénes tulajdonságként határozták meg a tűzelhalással szembeni ellenállóképességet. Egy-egy jelentős QTL térképeződött a 3-as és 7-es kapcsoltsági csoportokra, melyek közül a 7-es csoport QTL-je stabilan azonosítható volt a 'Fiesta' két különböző utódnemzedékében, és hatása különböző rasszokkal szemben is megnyilvánult (Khan et al. 2007). Az *M. robusta* 5 3-as kapcsoltsági csoportján is sikerült azonosítani egy QTL-t, mely ugyanabban a régióban helyezkedik el, mint a 'Fiesta' megfelelő csoportján található QTL. E QTL mellett azonban más, eddig nem azonosított QTL-ek részvétele is bizonyos, hiszen az 'Idared' × *M. robusta* 5 utódnemzedékében a rezisztencia mértéke folyamatos eloszlást mutatott a két szülőnövényre jellemző rezisztencia mértéke között (Korban–Tartarini 2009). Érdekes, hogy az érzékeny genotípusokban a fenilpropanoid anyagcsereúton szerepet játszó számos gén indukciója később következett be (Venisse et al. 2002). A fenolos vegyületek köztudottan antibakteriális hatással rendelkeznek (Winkel-Shirley 2001).

d) Kártevőkkel szembeni rezisztencia

Az alma fontosabb kártevői közül három levéltetűfajjal szemben írtak le monogénes rezisztenciát, amelyek termesztett almafajtákból, illetve más almafajokból származhatnak. A szürke almalevéltetű (*Dysaphis plantaginea* Pass.) rezisztenciát egyetlen domináns gén (Sm_h) okozza, melyet a *M. robusta* szabad megporzású magoncában találtak. A varasodással szemben ellenálló 'Florina' a szürke almalevéltetűvel szemben is rezisztens (illetve toleráns). A tulajdonság öröklődése két független gén hatását valószínűsítette, amelyek a *Vf* által kiváltott varasodásrezisztenciától függetlennek bizonyultak (Minarro–Dapena 2004). A közönséges almapirosító levéltetűnek (*Dysaphis devecta* Walk.) három különböző biotípusa ismert. A 'Cox Orange Pippin' által hordozott *Sd1* gén az 1-es és 2-es biotípussal szemben, a 'Northern Spy' által hordozott *Sd2* az 1-es biotípussal szemben, míg a *M. robustában* azonosított *Sd3* valamennyi biotípussal szemben védelmet jelent (Alston–Briggs 1970). Az *Sd1* gént a 7-es kapcsoltsági csoportra térképezték (Roche et al. 1997). A vértetű (*Eriosoma lanigerum* Hausm.) elsősorban az alanyok kártevője. A rezisztens MM (Malling-Merton) jelű alanyokat a 'Northern Spy' rezisztenciaforrás felhasználásával állították elő. Három gént azonosítottak különböző forrásokból (pl. *Er1* a 'Northern Spy'-ból), de a vértetű mindhárom gén által kiváltott rezisztenciát áttörheti (Bus et al. 2008). Az *Er1* gént a 8-as kapcsoltsági csoportra térképezték, így az a korábbi megállapítás, hogy a vértetűvel szembeni rezisztencia és az inkompatibilitást okozó *S*-lókusz között kapcsoltság van (Knight et al. 1962), nem igazolódott. Az *Er1* és *Er3* azonos régióba térképeződött, de bizonyos biotípusok csak az egyik által kiváltott rezisztenciát képesek áttörni, így feltehetően két különböző, de kapcsolt génről lehet szó, vagy különböző funkciójú allélokról (Bus et al. 2008). Az *Er2* gént a 17-es kapcsoltsági csoportra térképezték, de másik karra, mint az *S*-lókuszt.

e) Növekedési tulajdonságok és virágzási idő

Az almafa habitusa és növekedési jellemzői poligénes tulajdonságok. Az oszlopos habitus kialakításában egy, a 10-es kapcsoltsági csoportra térképeződő fő gén hatásán kívül más gének is meghatározó szerepet játszanak (CONNER et al. 1998). A legfontosabb QTL-csoportok az oldalelágazások számát, az internódiumok hosszúságát és számát befolyásolják. A 7-es kapcsoltsági csoporton található másik fontos QTL-halmaz a hosszirányú növekedést és a keresztmetszeti növekedést befolyásolja. A QTL-ek hatását azonban környezeti tényezők (pl. az évjárat) is módosíthatják.

A törpenövekedésért felelős *Dwarfing 1* (*Dw1*) gént a 'M. 9' alany 5-ös kapcsoltsági csoportjára térképezték (RUSHOLME–PILCHER et al. 2008), de más lókuszok befolyását is leírták a törpítő hatás megnyilvánulásában. A szár keresztmetszetének meghatározásában kilenc QTL szerepét valószínűsítik, melyek közül három ugyanarra a kromoszómára, de különböző régiókba térképeződik. A hosszirányú növekedés kialakításában hat QTL hatását igazolták, melyek közül négy a keresztmetszeti növekedést meghatározó QTL-ekkel közös régióba térképeződött. Ennek alapján feltehető, hogy az almafa növekedését meghatározó gének is csoportokba (ún. klaszterekbe) rendeződve találhatók meg a genomban (LIEBHARD et al. 2003). A közelmúltban megkezdődött olyan ökofiziológiai tulajdonságok genetikai meghatározottságának vizsgálata, mint a sztómák átjárhatósága, nettó CO_2-asszimiláció, transzspiráció mértéke (REGNARD et al. 2009). E tulajdonságok öröklődésének megismerése különösen fontos az extrém időjárási körülményekhez (pl. szárazság) jobban alkalmazkodó, hatékonyabb szervesanyag-produkcióval rendelkező genotípusok nemesítésekor.

A virágzási idő meghatározásában három QTL szerepe volt azonosítható, melyek közül egy a 17. kapcsoltsági csoportra térképeződött. Érdekes, hogy MALIEPAARD et al. (1998) az *S*-lókuszt szintén a 17. kapcsoltsági csoportra térképezték, de a kapcsoltsági csoport másik végébe (LIEBHARD et al. 2003).

f) Gyümölcsminőséget meghatározó paraméterek

A fent részletezett tulajdonságokon kívül több ható QTL-t azonosítottak számos gazdasági szempontból fontos tulajdonság esetében, mint például az érésidő, gyümölcstömeg (legalább nyolc QTL), oldható cukortartalom és hússzilárdság (öt QTL), valamint a savtartalom (két QTL). A gyümölcshús szilárdságának kialakításában szerepet játszó genomi régiókat a 'Fuji' × 'Delearly' utódpopuláció tagjainak vizsgálatával kilenc kapcsoltsági csoporton azonosították (LONGHI et al. 2012), melyek a fenotípus kialakításához közel 50%-os mértékben járultak hozzá. Az egyik legjelentősebb QTL a 10-es kromoszómán helyezkedett el, ugyanabban a pozícióban, ahol egy poligalakturonáz gén (*Md-PG1*) is található. Más gének (egyes transzkripciós faktorok, pektin-liáz) szintén a QTL-ekkel azonos pozíciókra térképeződtek. Az almagenom-szekvencia felhasználásával több gén azonosítható volt, melyek biológiai szerepét a hússzilárdság kialakításában génexpressziós vizsgálatokkal is alátámasztották.

A gyümölcsök titrálható savtartalmának öröklődését a közelmúltban 31 különböző hibridcsalád összesen 408 egyedén elvégzett szegregációs analízissel jellemezték (IWANAMI et al. 2012). Eredményeik alapján a savtartalom öröklődését egy fő gén és több kisebb hatású gén határozza meg. A fő gén domináns alléljának (A) hatása homo-, illetve heterozigóta formában közel azonos, funkciója a savtartalom mérséklése. A fő génen kívül azonban a többi gén szerepe is jelentős a savtartalom kialakításában. A fő gén fiziológiai hatása lehet például az almasav felhalmozódásának csökkentése vagy az almasav lebontásának katalizálása, mindez azonban még kísérletes megerősítésre vár. A megfelelő savtartalommal rendelkező utódok aránya sokkal nagyobb volt az AA × AA és Aa × AA szülői kombinációk esetében, mint az Aa × Aa kombinációnál. Ezért egy nemesítési programban fontos lehet a szülők allél-

kombinációját megismerni ahhoz, hogy maximalizálni lehessen a megfelelő savtartalommal rendelkező utódok arányát az utódpopulációkban (IWANAMI et al. 2012).

A polifenolos komponensek a növényi metabolizmus másodlagos termékei, melyek megvédik a növényt a különböző stresszhatásoktól. E vegyületeknek számos funkciót tulajdonítanak a növényvilágban: pigmentálás; az UV-fény, a mikroorganizmusok és egyéb növényi kártevők, gombák, csigák, rovarok elleni védelem (repellens hatás), enzimaktivitások regulációja. A gyümölcsök kedvező egészségi hatásainak jelentős részét a bennük felhalmozódó antioxidáns hatású (elsősorban polifenolos) vegyületeknek tulajdonítják: számos civilizációs betegség kialakulását/kórfolyamatát jelentős mértékben gátolják.

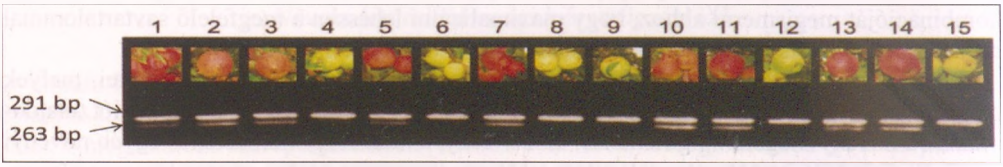
A közelmúltban meghatározták a legfőbb antioxidáns hatású vegyületek koncentrációját hat különböző almafajta gyümölcsében. A vizsgált fajták friss gyümölcsének 100 grammja átlagosan 13,2 mg kvercetin-glükozidot, 12,8 mg C-vitamint, 9,35 mg procianidin B-t , 9,02 mg klorogénsavat, 8,65 mg epikatechint és 5,59 mg floretin-glükozidot tartalmaztak (LEE et al. 2003).

Az alma C-vitamin-tartalma poligénes tulajdonság, meghatározásában három fő és számos kisebb hatású QTL szerepét valószínűsítették (DAVEY et al. 2006). Száz gramm alma (héj és gyümölcshús együtt) antioxidáns kapacitása 1500 mg C-vitamin antioxidáns kapacitásával egyező értéket mutatott (LIU 2003). Az alma C-vitamin-tartalma azonban mindössze 5,7 mg/100g friss gyümölcs. Ennek alapján az almában található C-vitamin-mennyiség az alma teljes antioxidáns kapacitásának alig 0,4%-át adja. Az antioxidáns kapacitás túlnyomó része tehát nem a C-vitaminnak, hanem más fitokemikáliáknak, például a polifenolok sokaságának köszönhető. A daganatos sejtek osztódását az almában található vegyületek hatékonyan gátolták, ugyanakkor a héjától megfosztott alma sejtosztódást gátló hatékonysága messze elmaradt a teljes gyümölcs hatékonyságától (EBERHARDT et al. 2000).

Az antocianinok a növények fontos színanyagai közé tartoznak. Az alma antocianin-bioszintézisének megismerése érdekében a gyümölcshéjból készített cDNS könyvtárak használatával azonosították a *flavanon-3-hidroxiláz* (*F3H*), a *dihidroflavonol-4-reduktáz* (*DFR*), az *antocianidin-szintáz* (*ANS*), és az *UDP glükóz:flavonoid 3-O-glükoziltranszferáz* (*UFGT*) géneket (KIM et al. 2003). A cDNS-ekhez tartozó aminosav-szekvenciák nagy hasonlóságot mutattak más növényekből származó szekvenciákkal. Minden ide tartozó gén multigén család tagja, vagyis a genomban több kópiában léteznek. Az antocianin-bioszintézis génjeinek mRNS-ét elsősorban a gyümölcshéjban mutatták ki, a gének expressziója fény hatására indukálódott. A piros héjú fajták héjában bőséges mennyiségű transzkriptumot mutattak ki, míg a piros fedőszínnel nem rendelkező fajták esetén jóval kevesebbet, ami arra utal, hogy a kérdéses gének döntő szerepet játszanak az alma héjszínének kialakításában.

Az alma érése során a héjban lévő UDPGal:flavonoid-3-O-glükoziltranszferáz (UFGalT) aktivitása szintén párhuzamot mutatott az antocianin-felhalmozódással (JU et al. 1995). A gyümölcsökben éretlentől érett állapotig állandó és viszonylag nagy CHS aktivitás és flavonoidtartalom volt kimutatható. Napfény hatásának kitett alma vizsgálata során az adatok azt mutatják, hogy a CHS nem játszik szabályozó szerepet az antocianinok bioszintézisében. A gyümölcs érése során az UFGalT aktivitás összefüggésben állt az antocianinszintézissel, de ebben a folyamatban nem ez az egyedüli szabályozó elem, miután ez az enzim 90 nappal a virágzás után is aktív volt, amikor antocianin még nem volt kimutatható. JU et. al. (1995) feltételezték, hogy az UFGalT kvercetin-glikozidok és antocianinok képződését is katalizálja, és az antocianinok keletkezése valószínűleg inkább a cianidin jelenlétén múlik, mint az UFGalT aktivitásán. Az antocianin-bioszintézis szabályozásának meghatározó lépései azok, amelyek során dihidrokvercetinből cianidin keletkezik (a DFR és ANS enzimek segítségével).

Régóta ismert, hogy az almagyümölcs piros színét (antocianinok relatív többsége) egyetlen gén (*Rf*) alakítja ki, a piros szín kialakulása domináns a zöld (klorofillok jelenléte) vagy sárga (karotinoidok) szín felett (CHENG et al. 1996). A piros szín megjelenésének mole-



102. ábra. Az *MdMYB1*-allél nyomon követése dCAPS markerrel. Az 5'-CCT GAA CAC GTG GGA ACC GGC CCG TTG GTA AC-3' és 5'-GTG AAG GTT GTC TTT ATT AGT GAC GTG-3' primerekkel végzett PCR-t követően a fragmentumokat *Bst*EII restrikciós endonukleázzal emésztették. A piros héjú szelekciós vonal és a 'Golden Delicious' keresztezésével nyert utódnemzedéken elvégzett analízis tanúsága szerint a piros héjú gyümölcsöt termő valamennyi hibrid hordozza a kisebb, 263 bp fragmentumot (TAKOS et al. 2006)

kuláris hátterére azonban még évekig nem derült fény. Feltételezhető volt azonban, hogy az antocianin-bioszintézis összehangolt szabályozása egy általános transzkripciós faktoron keresztül történik. Egy R2R3 MYB transzkripciós faktort kódoló gént izoláltak almából ('Cripps Pink'), melyet *MdMYB1*-nek neveztek el (TAKOS et al. 2006). Érésben lévő almagyümölcsben az *MdMYB1* transzkripciója összefüggést mutatott az antocianin-bioszintézissel a piros fedőszínt tartalmazó héjszövetben. Amikor a sötétben fejlődő gyümölcsöket napfénynek tették ki, néhány nap alatt megemelkedett az *MdMYB1* transzkripciós szintje a héj antocianintartalmával együtt. A piros héjú almafajtákban az *MdMYB1* gén transzkripciója jóval jelentősebb volt a nem piros héjú fajtákkal összehasonlítva. Az *MdMYB1* gén promóterében számos polimorfizmust azonosítottak. Egy enzimes hasításon és polimeráz láncreakción alapuló molekuláris markert (dCAPS: derived Cleaved Amplified Polymorphic Sequence) terveztek, mely a héjszín öröklődésének megfelelő hasadást mutatott a piros és nem piros gyümölcsű szülők utódnemzedékében (102. ábra). Következésképpen az alma héjszín kialakulásának genetikai alapja az *MdMYB1* expresszió. ESPLEY et. al. (2009) kimutatták, hogy a *MYB10* gén promóterének mutációja következtében az egész növényben megemelkedett az antocianinszint, és egy különleges, vörös lombszínű és gyümölcshúsú fenotípus jött létre.

Míg az antocianin-bioszintézis molekuláris alapjait számos gyümölcs esetén vizsgálták, keveset tudunk arról, hogy a flavonoid struktúrgének hogyan szabályozzák a kondenzált tannninok (CT: condensed tannin) és egyéb flavanolok termelődését. Mivel ezek a proantocianidineknek is nevezett vegyületek is fontos rezisztenciafaktorok, az almalevél katechin és epikatechin-bioszintézisének vizsgálatára is jelentős figyelem irányult (PFEIFFER et al. 2006). *LAR* és *ANR* cDNS-eket izoláltak és funkcionálisan jellemezték azokat. TAKOS et. al. (2006) három – a CT szintézisben résztvevő – gént vizsgáltak; két *LAR*-t és egy *ANR*-t, a 'Cripps Red' piros gyümölcsű fajta héjszövetéből izolált cDNS felhasználásával. A vizsgált gyümölcshéj-szövetek mind zöld, mind piros fedőszín esetén bőséges mennyiségben tartalmazták az *ANR* gén transzkriptumát az érés korai szakaszában, ami összhangban állt a CT-ok felhalmozódásával. A *LAR1* gén transzkriptumait kimutatták zöld héjban az érés korai szakaszában, míg a *LAR2* transzkriptuma csak fiatal gyümölcsökben volt jelen. A gyümölcs érése során a CT-szintézisében résztvevő gének transzkriptumai sokkal kisebb mértékben voltak jelen az antocianinok felhalmozódásának idején, mint más flavonoid-bioszintézis gének transzkriptumai. Az eredmények arra utalnak, hogy az alma héjszövetében zajló CT-bioszintézis az antocianinoktól eltérő szabályozás alatt állt.

A 'Prima' × 'Fiesta' F_1 utódnemzedékén elvégzett szegregációs analízissel több száz olyan QTL-t azonosítottak, melyek az alma polifenolos vegyületeinek mennyiségét határozzák meg (KHAN et al. 2012b). A 16-os kapcsoltsági csoporton talált QTL több metabolit mennyiségére jelentős befolyást gyakorolt. Az almagenom felhasználásával igazolható volt, hogy ebben a QTL régióban található a *leukoantocianidin-reduktáz* (*LAR1*) gén és hét transzkripciós faktor. A leukoantocianidin-reduktáz enzim a katechin és epikatechin kialakulását katalizálja, melyek a procianidinek (katechin és epikatechin egységekből felépülő oligomer mole-

kulák) monomer vegyületei. A monomerek és a procianidin polimerek mennyiségére jelentős mértékű befolyást mutatott ez a QTL régió. A régióban azonban transzkripciós faktorok is találhatók, és tekintve, hogy más olyan polifenolos vegyületek (klorogénsav, fenolészterek, kempferol-glikozidok) mennyiségét is jelentősen befolyásolta ez a QTL, melyek bioszintézise független a LAR enzim aktivitásától, feltehetően, valamelyik transzkripciós faktor szerepe lehet meghatározó.

Az alma allergén hatású fehérjéinek mennyiségét és összetételét is több genomi régió szabályozza (Korban–Tartarini 2009), az egyik gén csendesítésével az alma allergén hatása eredményesen mérsékelhető volt (Gilissen et al. 2005).

3. NEMESÍTÉST TÁMOGATÓ MOLEKULÁRIS TECHNIKÁK ALKALMAZÁSA

A genetikai markerek használata Gregor Mendeltől ered, aki a XIX. század derekán végzett kísérleteiben fenotípusos (morfológiai) markereket, bélyegeket használt az egyes tulajdonságok öröklődésének nyomonkövetésére. Később a fenotípusban megnyilvánuló különbségek, úgynevezett markerek korlátozott száma vezetett a biokémiai (fehérjék, szénhidrátok, lipidek, másodlagos anyagcsere-termékek stb.) markerezés kialakításához. Ezt követően, a XX. század második felében a dezoxiribonukleinsav (DNS) molekula szerkezetének megismerése közvetlenül vezetett el korábban elképzelhetetlennek tűnő vizsgálati módszerek kidolgozásához. Mind a hibridizációs (pl. restrikciós fragmentumhossz-polimorfizmus, RFLP), mind a PCR-alapú markerezési technikák a DNS-molekula biokémiai sajátosságain alapulnak. Ez a forradalmi fejlődés vezetett oda, hogy a DNS-alapú molekuláris markerezés napjainkra rendkívül népszerűvé vált, és széles körben elterjedt. A marker kifejezés látható fenotípust vagy tulajdonságot kódoló génekhez kötődik, vagy a genom nem kódoló részéhez (amely közvetlenül nem járul hozzá a fenotípushoz). A molekuláris marker egy olyan DNS-szakasz, amely a teljes genom szintjén különbség kimutatására alkalmas. A DNS-alapú molekuláris markerek használata számos előnyt jelent a kutatások során: gyors, precíz adatokkal szolgálnak, nagymértékű megkülönböztető képesség jellemzi őket, a környezeti hatások nem befolyásolják az eredményt, valamint kapcsolt vagy funkcionális markerként bizonyos tulajdonságok korai szelekcióját teszik lehetővé.

Az elmúlt években egyre nagyobb az igény a kiváló minőségű és megfelelő mennyiségű élelmiszeripari termékek előállítása iránt, hiszen a Föld népessége folyamatosan növekszik. A fokozott elvárásoknak csak a korszerű, integrált, illetve biotermesztés arányának növelésével és fejlesztésével lehet eleget tenni. Ehhez azonban elengedhetetlen a termesztett, illetve tenyésztett fajok, fajták származásának, genetikai hátterének mélyebb megismerése, melynek eléréséhez a molekuláris markerezési technikák kiválóan alkalmasak.

Almafajták genetikai diverzitásának feltárására elsőként fehérjealapú (biokémiai) markereket használtak: a 6-foszfoglükonát-dehidrogenáz (6-PGD), aszpartát-aminotranszferáz (AAT), foszfoglükomutáz (PGM) és peroxidáz (PER) izoenzimek alkalmasak voltak az egyes fajták azonosítására, és egymástól való megkülönböztetésükre (Bournival–Korban 1987, Weeden–Lamb 1985). Továbbá különböző genotípusok és hasadó utódnemzedékeik pollenjének izoenzimvizsgálata megerősítette az almagenom poliploid eredetét (Chevreau et al. 1985). A technika felhasználhatóságának korlátait jól mutatja, hogy a szerzők az alma allopoliploid eredetét alátámasztó eredményeket kaptak, ami a legújabb ismeretek tükrében ma már nem fogadható el (Velasco et al. 2010). Bár az izoenzimek hasznosnak bizonyultak a fajták azonosítására és rokonsági kapcsolatok feltárására, az eredményeket a környezeti hatások és a növény fejlődési fázisa jelentősen befolyásolták, ezért a további kutatások a megbízhatóbb DNS-alapú markerezési technikák bevonásával folytatódtak. A genetikában általában a gének kromoszómán belüli helyét nevezzük lókusznak, a gének szekvenciaváltozatait

alléloknak. A molekuláris markerezés elterjedése azonban némileg kibővítette e klasszikus genetikai fogalmak értelmezését. A markerezés során a lókusz fogalmán a kromoszómának egy meghatározott szakaszát értjük. Ez lehet egy gén, de lehet a nem kódoló régió egy szakasza is. Az adott kromoszómarégió alternatív szekvenciaváltozatait ez esetben is alléloknak nevezzük.

Az első DNS-alapú vizsgálat során fajták, alanyok és magoncok jellemzésére az RFLP-technikát alkalmazták. Az RFLP-markerek kodominánsak és gyakorlatilag korlátlan számú marker kimutatására alkalmasak, ezáltal hatékony módszert nyújtanak a fajok és fajták közötti kapcsolatok felderítésére. A technika hátrányai, hogy munka- és időigényes, valamint a megfelelő érzékenység biztosításához radioizotópok használata szükséges (jóllehet ma már fluoreszcens jelölést is alkalmazhatunk). A fajtaspecifikus, M13 miniszatellit DNS-próba alkalmas volt az egyes almafajták megkülönböztetésére, de a 'Red Delicious' klónjait nem különítette el (Nybom 1990, Nybom–Schaal 1990).

A PCR-alapú (polimeráz láncreakció) módszerek közül eleinte a RAPD-technika (random amplifikált polimorfikus DNS) vált elterjedtté. A RAPD tetszőlegesen megválasztott, tíz nukleotid hosszú primereket (indítószekvenciákat) használ, melyek a genom egyes régióit véletlenszerűen képesek amplifikálni. Az első vizsgálatok egyikében 14 primerrel sikeresen különböztettek meg 11 almafajtát (Koller et al. 1993), majd nyolc fajta azonosítására két primer is elegendő volt, de a 'Red Delicious', 'Gala' és 'Golden Delicious' rügymutánsok megkülönböztetése ezzel a technikával sem sikerült (Mulcahy et al. 1993).

Az SSR, vagy más néven mikroszatellit markerezés szintén PCR alapú technika, mely a növényeknél széles körben alkalmazott eljárás genetikai ujjlenyomat készítésére. Nagyfokú polimorfizmusa, genombeli gyakori előfordulása és kodomináns öröklésmenete révén a módszer alkalmas a genetikai variabilitás vizsgálatára, valamint a fajták genetikai kapcsolatának megállapítására. Alma esetében az első mikroszatellit vizsgálatot (SSR, egyszerű szekvenciaismétlődés) 1997-ben végezték, amelyben a tervezett primerpárok közül 14-et használtak fel, és azt tapasztalták, hogy már három is elegendő volt a kísérletben szereplő 21 almafajta genetikai megkülönböztetéséhez. Ez a fajták nagyfokú heterozigótaságának köszönhető. Feltételezték, hogy a legtöbb termesztett almafajta elkülönítése sikeres lehet mindössze hat, jól megválasztott mikroszatellit primerpár használatával (Guilford et al. 1997). Jelentős polimorfizmus, átlagosan nyolc allél jellemezte azt a 16 mikroszatellit lókuszt, melyeket Gianfranceschi et al. (1998) vizsgáltak a fajták diverzitásának felméréséhez. A Boskoop és Jonagold triploid fajták esetében sikerült három allélt detektálni. Nyolc SSR-markerrel 66 fajtát egyértelműen azonosítani tudtak (Hokanson et al. 1998). Goulao és Oliveira (2001) az SSR és ISSR (az ismétlődő motívumok közötti szekvenciák vizsgálata) módszereket vetették össze 41 általánosan elterjedt almafajta DNS-ujjlenyomatának vizsgálatával. Eredményeiket összehasonlítva a korábbi RAPD- és AFLP- adataikkal megállapították, hogy az SSR-markerekkel kapták a legnagyobb átlagos várható heterozigótaságot, míg az AFLP-módszer adta a legnagyobb információ-mennyiséget. A klaszteranalízis eredménye közel azonos volt a négy módszernél.

Az alma markerezésében igazi áttörést azonban Liebhard et al. (2002) kutatása jelentett, amely során 140 SSR-markert fejlesztettek ki. Később több mint 250 SSR-lókuszt azonosítottak. Úgy találták, hogy a kétnukleotidos szekvencia-ismétlődésekből álló lókuszokat általában nagyobb mértékű polimorfizmus jellemezte, mint a háromnukleotidos ismétlődéseket (Liebhard et al. 2002, Silfverberg-Dilworth et al. 2006). Az egyes fajták klónjainak, rügymutánsainak megkülönböztetése RFLP, RAPD, SSR és AFLP-módszerekkel nem sikerült, de voltak biztató eredmények az S-SAP (retrotranszpozon alapú szekvencia-specifikus amplifikáció) technika használatával (Venturi et al. 2006).

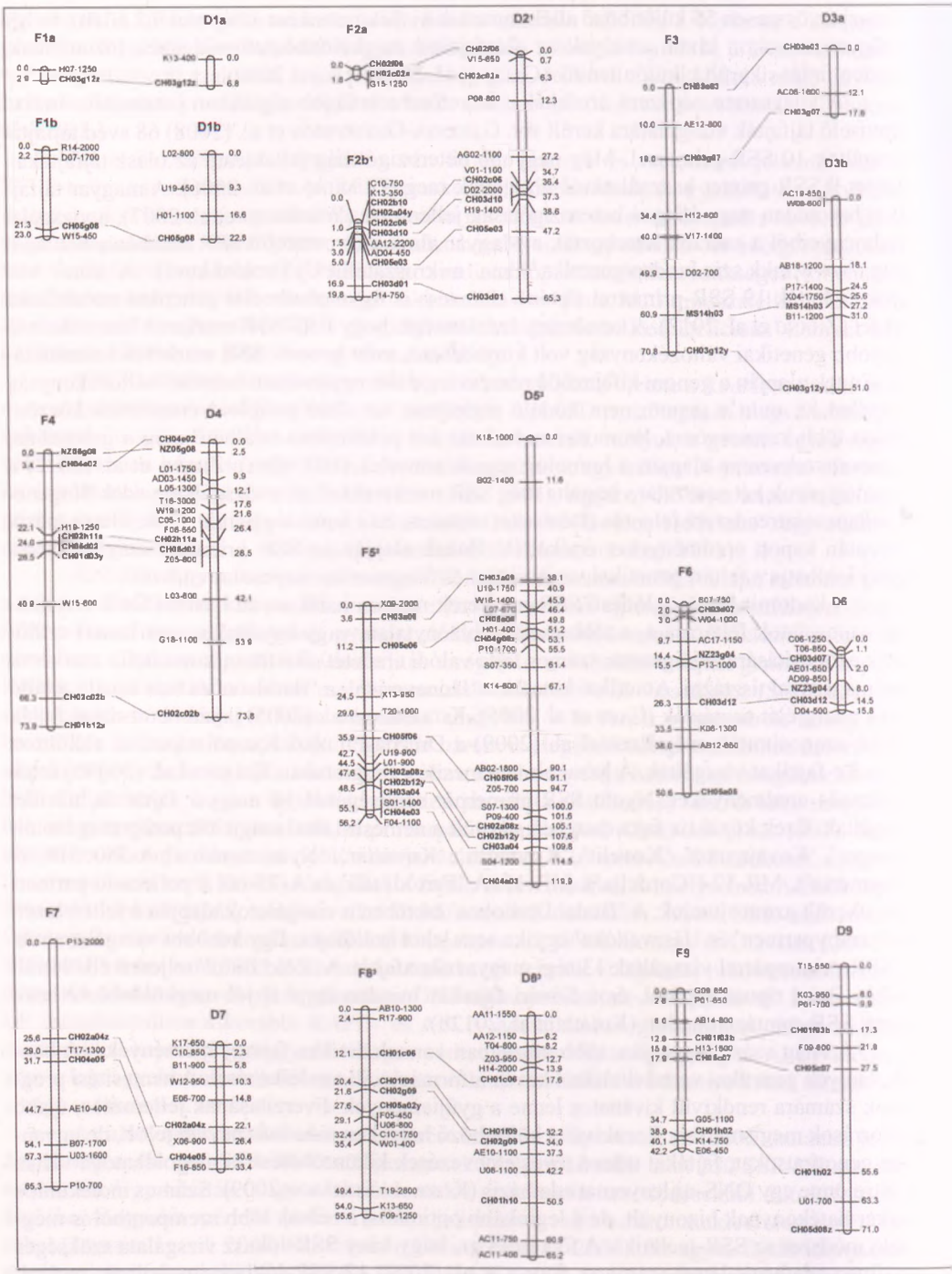
A hazai kutatók közül Galli et al. (2005) tanulmányoztak 66 almafajtát, hat primerpár segítségével. A minták az Újfehértói Gyümölcskutató Intézet ültetvényéből származtak. A hat

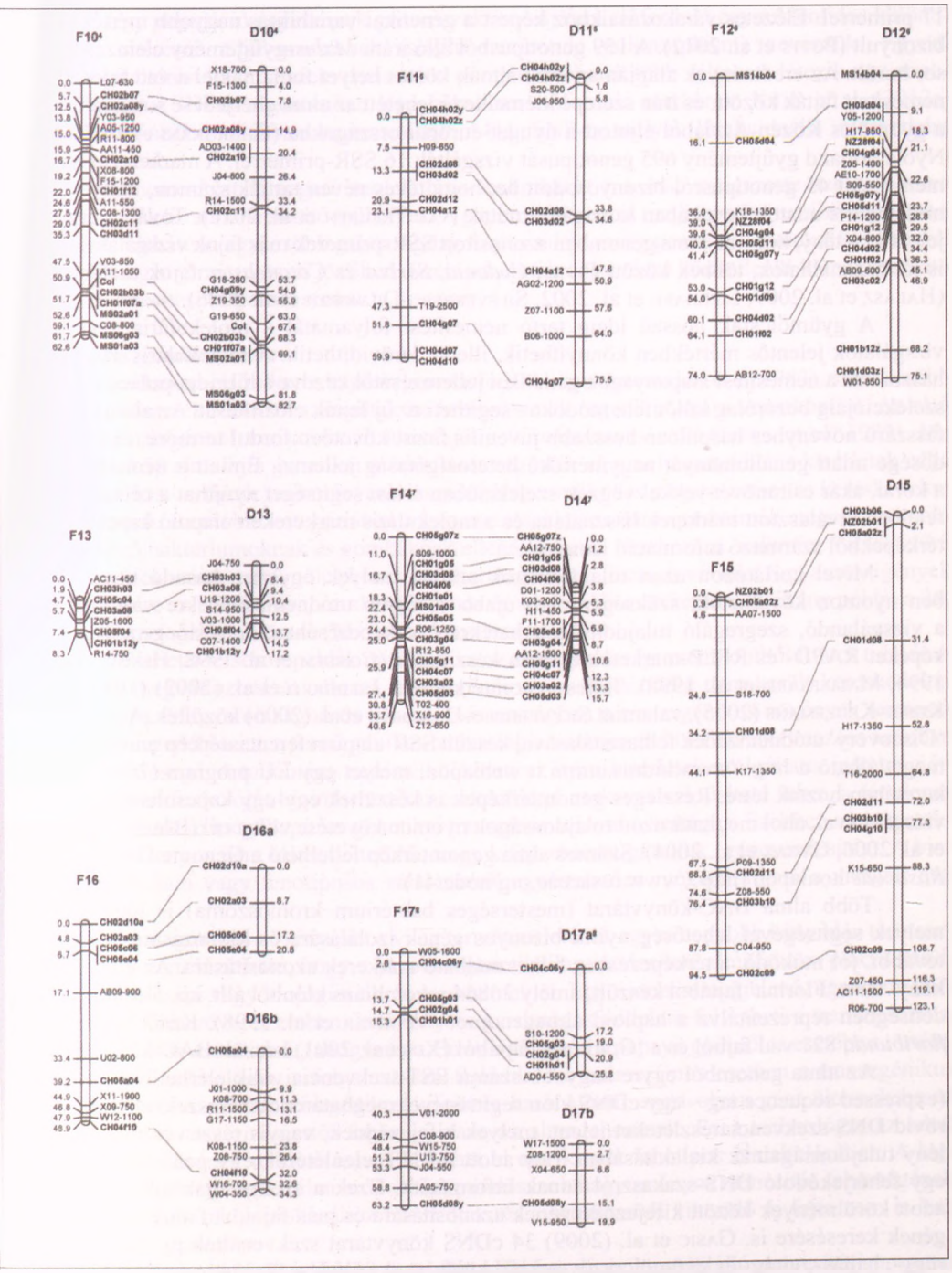
lókuszban összesen 55 különböző allélt mutattak ki (lókuszonként átlagosan 9,2 allélt), és így a rügymutánsokon kívül, amelyek az alapfajtától megkülönböztethetetlennek bizonyultak, minden fajtát sikerült elkülöníteniük (Galli et al. 2005, Halász 2010).

A világszerte népszerű árufajtákat követően a szűkebb régiókban potenciális értéket képviselő tájfajták vizsgálatára került sor. Garkava-Gustavsson et al. (2008) 68 svéd tájfajtát vizsgáltak 10 SSR-primerrel. Még nagyobb heterozigótaság jellemezte az olasz tájfajtákat, melyet 9 SSR primer használatával vizsgáltak meg (Guarino et al. 2006). A magyar tájfajtákat hasonlóan nagy átlagos heterozigótaság jellemezte (Wichmann et al. 2007), a vizsgálat eredményeiből a szerzők létrehozták a Magyar alma mikroszatellit/SSR adatbázis honlapot (http://www.mkk.szie.hu/dep/genetika/Alma mikroszatellit/Uj/Fooldal.html). A kínai vad fajok és fajták 19 SSR-primerrel történő elemzése is figyelemreméltó genetikai variabilitást tárt fel (Zhang et al. 2012). A tanulmány érdekessége, hogy EST-SSR markerek használatával nagyobb genetikai változékonyság volt kimutatható, mint genomi SSR markerek használatával. Ennek alapján a genom kifejeződő részein legalább ugyanolyan mértékű változékonyság alakulhat ki, mint a genom nem kódoló régióiban. Az alma poliploid eredetének köszönhetően több kromoszóma, kromoszómaszakasz két példányban található meg a genomban. A genomszekvencia alapján a homológ régiók ismertek (101. ábra). Zhang et al. (2012) a homológ párok két sorozatát vizsgálta meg SSR markerekkel, és a vizsgált egyedek filogenetikai kapcsolatrendszere jelentős eltéréseket mutatott, ha a homológ párok egyik, illetve másik sorozatán kapott eredményeket értékelték. Ennek alapján az SSR primerek megválasztása befolyásolhatja a feltárt genetikai variabilitást és filogenetikai kapcsolatrendszert.

A kodomináns öröklődésű SSR-markerek nagyon hatékonyan használhatók a rokonsági kapcsolatok feltárására, a több esetben bizonytalan, vagy egyáltalán nem ismert szülőfajták azonosítására. Világszerte számos fajta valódi eredetét sikerült mikroszatellit markerek alkalmazásával tisztázni. Amerikai kutatók a 'Honeycrisp', a 'Haralson' és más kiváló télálló fajták pedigréjét tisztázták (Cabe et al. 2005), Kitahara et al. (2005) japán nemesítésű fajták szülőit azonosították, míg Reim et al. (2009) a Drezda-Pillnitzi Kutatóintézetben előállított Pi- és Re-fajtákat vizsgálták. A hazai almanemesítési programban Király et al. (2009b) értek el jelentős eredményeket. Nyolc SSR-primerpár segítségével 14 magyar fajtát és hibridet vizsgáltak. Ezek közül tíz fajta esetében sikerült a nemesítő által megjelölt pedigrét igazolni: 'Jonager', 'Kovauguszt', 'Kovelit', 'Kovmulti', 'Kovsztár', 'Nyári zamatos', A-380, MR-09 ('Rosmerta'), MR-12 ('Cordelia'), MR-13. A 'Fertődi téli' és A-75-nél a pollenadó partnert nem sikerült azonosítaniuk. A 'Budai Domokos' esetében a vizsgálatok alapján a feltételezett 'Téli aranyparmen' és 'Jászvadóka' egyike sem lehet szülőfajta. Egy későbbi vizsgálat során 12 SSR-primerpárral vizsgáltak 13 régi magyar almafajtát. A 'Zöld Batul' teljesen elkülönült a többi Batul típusú fajtától, és a Sóvári fajtakör minden tagja is jól megkülönböztethető, egyedi SSR-mintázatot adott (Király et al. 2012b).

A világ számos pontján, több országban vannak értékes fajtagyűjtemények, génbankok, melyek genetikai variabilitásáról kevés információ áll rendelkezésre. A nemesítési programok számára rendkívül kívánatos lenne a gyűjtemények diverzitásának jellemzése, újabb génforrások megismerése. Ezenkívül a különböző helyeken más-más névvel jelölt, de ugyanazon genotípusokat, fajtákat takaró téves elnevezések kiküszöbölése is megoldhatóvá válna, ha létrejönne egy DNS-ujjlenyomat adatbázis (Korban–Tartarini 2009). Számos molekuláris marker hatékonynak bizonyult, de a leginkább optimális, e célnak több szempontból is megfelelő módszer az SSR-technika. A fő kérdés az, hogy hány SSR-lókusz vizsgálata szükséges egy ilyen adatbázis létrehozásához. Evans et al. (2009) 17 SSR-lókuszt javasolnak, melyek mindegyike nagymértékű polimorfizmust mutat, és más-más kapcsoltsági csoportban találhatók, vagyis a genomot egyenletesen fedik le. Az amerikai Apple Crop Germplasm Committee által kiválasztott *Malus* génbank 164 genotípusból áll, köztük vad fajok, régi és új fajták, hibridek (Illinois Egyetem) találhatók, melyek vizsgálatát nemrégiben végezték el a javasolt


F1a
0.0 H07-1250
2.9 CH03g12z
D1a
K13-400 0.0
CH03g12z 6.8
F1b
0.0 R14-2000
2.2 D07-1700
21.3 CH05g08
23.0 W15-450
D1b
L02-800 0.0
U19-450 9.3
H01-1100 16.6
CH05g08 22.8
F2a
0.0 CH02f06
1.8 CH01c03a
G15-1250
D2¹
CH02f06 0.0
V15-650 0.7
CH01c03a 6.3
P08-800 12.3
F2b¹
0.0 C10-750
K13-350
CH02b10
CH02a04y
CH02c06
1.0 CH03d10
1.5 AA12-2200
3.0 AD04-450
5.0 CH05e03
16.9 CH03d01
19.8 P14-750
AG02-1100 27.2
V01-1100 34.7
CH02c06 36.4
D02-2000 37.3
CH03d10 38.6
H19-1400
CH05e03 47.2
CH03d01 65.3
F3
0.0 CH03e03
10.0 AE12-800
18.0 CH03g07
34.4 H12-800
40.0 V17-1400
49.9 D02-700
60.9 MS14h03
70.8 CH03g12y
D3a
CH03e03 0.0
AC08-1600 12.1
CH03g07 17.8
D3b
AC19-850 0.0
W08-600
AB18-1200 18.1
P17-1400 24.5
X04-1750 25.6
MS14h03 27.2
B11-1200 31.0
CH03g12y 51.0
F4
0.0 NZ08g08
3.4 CH04e02
22.1 H19-1250
24.6 CH02h11a
CH08d03
28.5 CH01d03y
40.9 W15-600
66.3 CH02c02b
73.9 CH01b12a
D4
CH04e02 0.0
NZ05g08 2.5
L01-1750
AD03-1450 9.9
L05-1300 12.1
T16-3000 17.6
W19-1200 21.6
C05-1000
F06-550 26.4
CH02h11a
CH08d03
Z05-800 28.5
L03-800 42.1
G18-1100 53.9
CH02c02b 73.8
F5¹
0.0 X09-2000
3.6 CH03a09
11.2 CH05e06
24.5 X13-950
29.0 T20-1000
35.9 CH05f06
42.7 U19-900
44.5 L01-900
47.6 CH02a08z
48.5 CH02b12y
CH03a04
55.1 S01-1400
56.2 CH04e03
F04-1100
CH03a09 38.1
U19-1750 40.9
W16-1400 45.9
L07-870 46.4
CH05a08 49.8
H01-400 51.2
CH04g08z 53.1
P10-1700 55.5
S07-350 61.4
K14-800 67.1
AB02-1800 90.1
CH05f06 91.1
Z05-700 94.7
S07-1300 100.0
P09-400 101.6
CH02a08z 105.1
CH02b12y 107.6
CH03a04 109.6
S04-1200 114.5
CH04e03 119.9
D5¹
K18-1000 0.0
B02-1400 11.6
F6
0.0 S07-750
2.0 CH03a07
3.0 W04-1000
9.7 AC17-1150
14.4 NZ23g04
15.5 P13-1000
26.3 CH03d12
33.5 K06-1300
38.0 AB12-850
50.6 CH05e08
D6
C06-1250 0.0
T06-850 1.1
CH03d07
AE01-650 2.0
AD09-850
NZ23g04 8.0
CH03d12 14.5
D04-500 15.8
F7
0.0 P13-2000
25.6 CH02a04z
29.0 T17-1300
31.7 CH04e05
44.7 AE10-400
54.1 B07-1700
57.3 U03-1600
65.3 P10-700
D7
K17-650 0.0
C10-850 2.3
B11-900 5.8
W12-950 10.3
E06-700 14.8
CH02a04z 22.1
X06-900 26.4
CH04e05 30.6
F16-850 33.4
F8¹
0.0 AB10-1300
2.4 R17-900
12.1 CH01c06
20.4 CH01f09
21.6 CH02g09
27.6 CH05a02y
29.1 F05-450
U06-800
32.4 C10-1750
35.4 W01-400
49.4 T19-2800
54.0 K13-650
55.6 F09-1250
D8¹
AA11-1550 0.0
AA12-1150 6.2
T04-800 8.2
Z03-950 12.7
H14-2000 13.9
CH01c06 17.6
CH01f09 32.2
CH02g09 34.0
AE10-1100 37.3
U08-1100 42.2
CH01h10 50.5
AC11-750 60.9
AC11-400 65.2
F9
0.0 G09-850
2.8 P01-650
8.0 AB14-800
12.8 CH01f03b
15.8 H13-1500
17.9 CH05c07
34.7 G05-1100
38.9 CH01h02
40.1 K14-750
42.2 E06-450
D9
T15-550 0.0
K03-950 8.0
P01-700 9.9
CH01f03b 17.3
F09-800 21.8
CH05c07 27.5
CH01h02 55.6
U01-700 63.3
CH05d08z 71.0



103. ábra. A 'Fiesta' (F) × 'Discovery' (D) utódnemzedék felhasználásával készült SSR-alapú referenciatérkép (LIEBHARD et al. 2002). A kapcsoltsági csoportokat F1–F17 és D1–D17 szimbólumokkal jelöltük. A felső index-szel jelzett csoportok a SEGLIAS–GESSLER (1997) által készített genetikai térkép következő kapcsoltsági csoportjaival mutatnak egyezést: [1]I8 és A4, [2]I14 és A6, [3]I3 és A8, [4]I10, [5]I7 és A3, [6]I5 és A11, [7]A5, [8]I1 és A12 kapcsoltsági csoportok

17 primerrel. Előzetes várakozásaikhoz képest a genetikai variabilitás nagyobb mértékűnek bizonyult (POTTS et al. 2012). A 159 genotípusból álló iráni *Malus*-gyűjtemény elemzésére is sor került. Az eredmények alapján az iráni almák köztes helyet foglalnak el a vad fajok és a nemesített fajták között, és Irán szerepe kiemelkedő lehetett az alma elterjedése során, amikor a gyümölcs Közép-Ázsiából eljutott a nyugat-európai országokba (GHARGHANI et al. 2009). Nyolc holland gyűjtemény 695 genotípusát vizsgálták 16 SSR-primerrel. A markerezés eredményeként 45 genotípusról bizonyosodott be, hogy téves néven tartják számon, melyeket a molekuláris adatok birtokában korrigálni tudtak (VAN TREUREN et al. 2012). További értéket jelent az a tény, hogy az alma genomban azonosított SSR-primerek más fajok vizsgálata során is jól használhatók, többek között *Pyrus*, *Cydonia*, *Sorbus* és *Cotoneaster* fajok esetében is (HALÁSZ et al. 2009, LIEBHARD et al. 2002, SILFVERBERG-DILWORTH et al. 2006).

A gyümölcsfák hosszú ideig tartó nemesítési folyamatát a molekuláris genetikai vizsgálatok jelentős mértékben könnyíthetik, illetve lerövidíthetik. A molekuláris markerek használata a nemesítési alapanyagok genetikai jellemzésétől kezdve a hibridpopulációk korai szelekciójáig bezárólag különféle módokon segítheti az új fajták előállítását. Az alma a többi fásszárú növényhez hasonlóan hosszabb juvenilis fázist követően fordul termőre, és önmeddősége miatt génállományát nagymértékű heterozigótaság jellemzi. Emiatt a nemesítőknek a korai, akár csíranövényekkel végzett szelekcióban óriási segítséget nyújthat a célnak megfelelően kiválasztott markerek használata, és a molekuláris markereken alapuló kapcsoltsági térképekből származó információ ismerete.

Mivel korlátozott azon tulajdonságok száma, melyek egyetlen hasadó nemzedékben nyomon követhetők, szükségszerűen újabb és újabb utódnemzedékekre van szükség a vizsgálandó, szegregáló tulajdonságok hatékony térképezéséhez. Az első genetikai térképeket RAPD- és RFLP-markerek alapján készítették (CONNER et al. 1998, HEMMAT et al. 1994, MALIEPAARD et al. 1998). Teljes genomtérképeket LIEBHARD et al. (2002) (103. ábra), KENIS–KEULEMANS (2005), valamint SILFVERBERG-DILWORTH et al. (2006) közöltek. A 'Fiesta' × 'Discovery' utódnemzedék felhasználásával készült SSR-alapú referenciatérkép minden adata megtalálható a http://www.hidras.unimi.it weblapon, melyet egy EU program (2002–2007) keretében hoztak létre. Részleges genomtérképek is készültek egy-egy kapcsoltsági csoport vizsgálatával, ahol meghatározott tulajdonságok nyomon követése volt a cél (BOUDICHEVSKAIA et al. 2006, GYGAX et al. 2004). Számos alma genomtérkép fellelhető a Genome Database for *Rosaceae* honlapon (http://www.rosaceae.org/node/41).

Több alma BAC-könyvtárat (mesterséges baktérium kromoszóma) is létrehoztak, melyek segítségével lehetőség nyílik bizonyos gének izolálására és klónozására, valamint további, jól működő, a térképezéshez felhasználható markerek azonosítására. Az első BAC-könyvtár a 'Florina' fajtából készült, amely 36864 rekombiáns klónból állt, kb. 5-szörös lefedettségben reprezentálva a haploid almagenomot (VINATZER et al. 1998). Később a *Malus floribunda* 821 vad fajból és a 'Goldrush' fajtából (XU et al. 2001) készült BAC-könyvtár.

Az alma genomból egyre nagyobb számú EST-szekvencia válik elérhetővé. Az EST (expressed sequence tag – egy cDNS klón segítségével meghatározott részszekvencia) olyan rövid DNS-szekvenciarészleteket jelent, melyek kifejeződnek, vagyis részt vesznek az élőlény tulajdonságainak kialakításában. Egy adott mRNS jelenlétéről, egy gén működéséről, egy fehérjekódoló DNS-szakaszról adnak információt. Ezek a szekvenciák alkalmasak az adott körülmények között kifejeződő gének azonosítására és más fajokban működő hasonló gének keresésére is. GASIC et al. (2009) 34 cDNS könyvtárat szekvenáltak gyökér-, levél-, rügy-, hajtás-, virág- és gyümölcsszövetekből különböző fejlődési fázisokban eltérő biotikus és abiotikus stresszhatást kiváltó körülmények között, melynek eredményeként 182 241 db EST-szekvenciát nyújtottak be az NCBI (National Center for Biotechnology Information) adatbázisba. Az adatok a 'Goldrush' fajtából származnak. NEWCOMB et al. (2006) a Royal Gala ('Tenroy') fajtából azonosítottak nagy számban EST-szekvenciákat.

Egy populáció egyedeinek genomszekvenciájában előforduló egynukleotidos különbségeit, eltéréseit SNP-markernek (single nucleotide polimorphism) nevezzük. Egyedi nukleotideltérést jelent a szekvencia adott pontján, melynek több változata létezik egy populációban. Az SNP-k a genomban leggyakrabban előforduló markerek. KHAN et al. (2012a) alma EST-szekvenciákban azonosítottak 1411 SNP-t, melyek funkcionális markerként használhatók.

A nemesítést támogató molekuláris technikákat ma már világszerte széles körben alkalmazzák az almanemesítő műhelyek. A genomszekvencia megismerése tovább segíti ezt a munkát, várhatóan egyre több gazdaságilag fontos tulajdonság genetikai, molekuláris hátterét fogjuk megismerni a közeli jövőben. Ezen ismeretek nagy része közvetlenül kamatoztatható lesz a nemesítési folyamat során.

(1) Transzgénikus alma

Alma esetében az első sikeres hajtásregeneráció 1983-ban történt (LIU et al. 1983), majd később számos sikeres kísérletről számoltak be levélszövetek regenerációjára vonatkozóan. Az első GUS riportergénnel transzformált almafajta a 'Greensleeves' volt (JAMES et al. 1989). Ma már közel 50 almafajta genetikai módosítását végezték el, amely esetekben a kísérletek célja két csoportra osztható: tudományos vizsgálatok (génműködés megismerése) és kereskedelmi szempontok. Ez utóbbi kategóriában a termesztéssel kapcsolatos problémák megoldása során különböző baktériumoknak és gombáknak ellenálló fajták létrehozása, valamint a stresztűrő képesség fokozása, a gyümölcs hosszabb eltarthatósága a fő cél, továbbá a fogyasztói igények kielégítésére az íz fokozása, az allergén hatás és a barnulás csökkentése. Néhány példát a 26. táblázatban foglaltunk össze (MALNOY–ALDWINCKLE 2009).

Jóllehet a felsorolt példák mindegyike az alma gazdasági szempontból fontos tulajdonságainak megváltoztatását célozza, transzgénikus almafajta eddig nem került kereskedelmi forgalomba. Magyarországon és néhány más országban a transzgénikus növények termesztése nem engedélyezett, a transzgénikus technológia kutatása és kísérleti alkalmazása azonban nagy jelentőségű. A tudomány nem nélkülözheti az ilyen kísérletek szolgáltatta információt: egy-egy gén funkcióját bioinformatikai eszközökkel csak valószínűsíteni lehet, a tényleges biológiai funkció megállapítása genetikai transzformációval lehetséges. Ezekben a kísérletekben egy bizonyos gént túltermeltetünk, vagy kifejeződését gátoljuk (géncsendesítés). A biokémiai, élettani vagy fenotípusos válaszokból egyértelműen megállapítható a vizsgált gén funkciója.

Transzgénikus növényeket a világ termőterületének egyre nagyobb hányadán termesztenek, így nem kizárható, hogy a jövőben genetikailag módosított almafajta is piacra kerül. Ehhez gazdasági vagy biológiai okok vezethetnek el. Egy újonnan megjelenő, agresszív kórokozóval, kártevővel szembeni hatékony és gazdaságos védelem felvetheti a transzgénikus, ellenálló fajták előállítását, ahogyan az Hawaii szigetén a papaya gyümölcs esetében történt. Ráadásul a technológia is folyamatosan fejlődik, ma már számos esetben a transzgénikus kifejezés helyett inkább ciszgénikus kifejezés használható, mert olyan gént ültetnek be az almába, mely az természettől fogva is része az almagenomnak. Ez a technológia az adott gén kifejeződésének módosításával vezethet el egy kívánt fenotípus kialakulásához. A legújabb eljárás, hogy a genetikai módosítást mindössze a hagyományos nemesítés sebességének jelentős mértékű felgyorsításához használják, és a programból kikerülő új fajta nem is lesz transzgénikus növény.

A Németországban kidolgozott, forradalmian új és egyedülálló nemesítési program során első ízben alkalmazták együttesen a transzgénikus technológiát és a molekuláris markerekre alapozott szelekciót (MAS – marker-assisted selection) (FLACHOWSKY et al. 2011). A Pinova német fajta volt a kiindulási alapanyag. Az ún. „gyors nemesítés" során olyan transzgénikus almákat hoztak létre, melyekben a nyírfából származó *BpMADS4* gén túl-

termeltetésével a transzgént hordozó fák sokkal korábban termőre fordulnak. Valamennyi transzgénikus növény a gyökereztetést követő üvegházi nevelés során legkésőbb 10 hónap elteltével virágot hozott. A nyári hónapokban, a hosszú nappalok során folyamatosan virágoztak, míg a téli hónapokban nem fordult elő virágzás. Meglepő volt, hogy a transzgénikus növények télen nem hullatták le leveleiket, szemben a kontroll, nem transzgénikus növényekkel. A nem transzgénikus alanyon lévő transzgénikus nemes növények növekedési habitusa azonos volt a saját gyökerű transzgénikus növényekével és néhány héten belül megjelentek a hajtásokon az első virágok. Ugyanakkor a transzgénikus alanyon lévő nem transzgénikus nemes növények teljesen hagyományos módon viselkedtek, nem fordultak korán termőre. Megállapították, hogy a *BpMADS4* gén túltermeltetéséből származó virágzást indukáló szignál oltással nem vihető át. A növényeket a tűzelhalással szemben rezisztens *Malus fusca* vad fajjal keresztezték. Az F_1 nemzedék azon tagjait szelektálták, melyek néhány héttel a kiültetést követően virágozni kezdtek (vagyis hordozták a *BpMADS4* transzgént).

A nemesítési programban a *Malus fusca* vad fajt a tűzelhalás elleni rezisztenciája miatt választották keresztezési partnernek. Mivel a tűzelhalás elleni rezisztencia kimutatására még nem sikerült megfelelő molekuláris markert kifejleszteni, így az F_1 nemzedéket fenotípus alapján szelektálták. Hat kiválasztott rezisztens F_1 növényt visszakeresztettek a Regia fajtával, amely a ventúriás varasodás elleni rezisztenciában részt vevő két fő gént (*Vr* és *Vr1* – az új nómenklatúra szerint *Rvi2* és *Rvi4*) valamint a tűzelhalással szembeni rezisztencia FB-F7 QTL-t hordozza, illetve a 98/6-10 jelű klónnal, amely a lisztharmat elleni rezisztencia kialakításáért felelős két fő génnel (*Pl-1* és *Pl-2*) rendelkezik. A kívánt rezisztenciagének jelenlétét az utódokban megfelelő molekuláris markerekkel kimutatták. A szelektált utódokat tovább keresztezték a Golden Delicious fajtával, hogy csökkentsék a *Malus fusca* vad fajból származó nem kívánt tulajdonságok mennyiségét, javítsanak az utódok minőségi paraméterein. Számításaik szerint a 7. visszakeresztezett nemzedéknél (BC_7) a vad faj genomja 0,42%-ban lesz csak jelen a hibridekben. Ebben a lépésben azonban már nem a jellegzetes morfológiai bélyegeket mutató, korán virágzó transzgénikus egyedeket kell szelektálni az utódnemzedékből, hanem a normális növekedést mutató, vagyis a transzgént nem, a rezisztenciagéneket azonban hordozó egyedeket. Az így keletkező nem transzgénikus multirezisztens utódok rezisztenciadonorként tovább használhatók a különböző nemesítési programokban.

Az eljárás újszerűsége abban áll, hogy a transzgén által bevitt jelleg nem a nemesítés célja, hanem pusztán a nemesítés folyamatát gyorsítja meg. Amennyiben a transzgén a véletlen beépülés során nem ugyanarra a kromoszómára inszertálódik, ahol a rezisztenciát kialakító gének megtalálhatók (aminek igen kicsi az esélye), a két jelleg (a korai virágzás és a rezisztencia) egymástól függetlenül fog öröklődni, és így az utódok között találhatók lesznek olyanok, amelyek mindkettőt hordozzák. Ezek használhatók az ismételt visszakeresztezésekhez, hiszen a *Malus fusca* vad fajjal történt első keresztezés miatt a hibridek még számos kedvezőtlen tulajdonsággal rendelkeznek. Néhány visszakeresztezést követően a *Malus fusca* faj genomjának már csak egy elhanyagolhatóan kis része lesz megtalálható a hibridekben, többek között azok a gének, melyek a tűzelhalással szembeni rezisztencia kialakításáért felelősek (hiszen ennek meglétét minden utódpopulációban ellenőrizzük, és csak azokat az utódokat használjuk a további keresztezésekhez, amelyek valóban rezisztensnek bizonyultak). A transzgén és a rezisztenciát okozó gén/gének független kombinálódását használjuk ki az utolsó visszakeresztezésből származó utódok szelekciója során is, amikor olyan rezisztens egyedeket választunk ki, melyek nem mutatják a transzgén által kialakított csökevényes növekedést és korai virágzást. Ezzel a lépéssel egyben azt is biztosítjuk, hogy a nemesítés végeredményeként keletkezett egyed nem hordozza az idegen gént. Az eljárás fantasztikus előnyökkel kecsegtet, hiszen a visszakeresztezéses nemesítés a hosszú juvenilis időszak miatt alma esetében (a vad fajjal történő keresztezést és hét BC nemzedék előállítását tekintve) 30–70 évet is igénybe vehet, ami az új eljárással ennek töredéke (7–10) év. Annak ellenére,

26. táblázat

Az almanövényen végzett genetikai transzformációs kísérletek áttekintése
(a kialakítandó tulajdonság, a génmódosított fajta, a bejuttatott transzgén, a gén promótere és a kísérletek eredményei)

Tulajdonság	Fajta	Génműködés	Gén	Promóter	Eredmények	Forrásmunka
Erwinia amylovora elleni rezisztencia	Galaxy	Túltermeltetés	*MpNPR1*	Pin2CaMV35S	Jelentősen csökkent a fogékonyság mértéke	MALNOY et al. (2007)
Venturia inaequalis elleni rezisztencia	Gala	Túltermeltetés	*HcrVf2*	CaMV35S	A fogékony Gala fajta rezisztenssé vált, de a szerzett rezisztencia rassz-specifikus.	BARBIERI et al. (2003) BELFANTI et al. (2004)
	Galaxy, McIntosh	Túltermeltetés	*Vfa1*, *Vfa2*, *Vfa4*	Saját promóter	Jelentősen nőtt az ellenállóság mértéke a *Vfa1* és a *Vfa2* esetében, de a *Vfa4* esetében a fogékonyság mértéke nőtt	MALNOY et al. (2008)
A fa magassága	Greensleves	Túltermeltetés, géncsendesítés	*GA20-oxidáz*	CaMV35S	Az *MpGa20ox1* gén expressziójának csökkentése törpe fenotípust eredményezett	BULLEY et al. (2005)
Korai termőrefordulás	Orin	Túltermeltetés	*MdTFL1*	CaMV35S	A transzgénikus növények az üvegházba ültetést követően 8–22 hónap után virágoztak, míg a kontroll növények csak 69 hónap elteltével	KOTODA et al. (2006)
Korai termőrefordulás	Pinova	Túltermeltetés	*BpMADS4*	CaMV35S	A transzgénikus növények az üvegházba ültetést követően 10 hónapon belül virágoztak	FLACHOWSKY et al. (2011)
Öntermékenyülés	Elstar	Géncsendesítés	*S3*	CaMV35S	Kialakult az öntermékenyülés, éveken át stabil maradt, semmiféle más tulajdonságot nem befolyásolt a beavatkozás	BROOTHAERTS et al. (2004a)
A gyümölcshús barnulásának csökkentése	Orin	Géncsendesítés	*polifenol-oxidáz*	CaMV35S	A transzgénikus növények gyümölcshúsa kevésbé barnult	MURATA et al. (2000, 2001)
A gyümölcs cukortartalmának növelése	Orin	Túltermeltetés	*szorbitol 6-foszfát-dehidrogenáz*	CaMV35S	A gyengébb génexpressziót mutató növényekben kevés szorbitol halmozódott fel, míg a szacharóz mennyisége 6–7-szeresére nőtt. A növekedés nyár elején megtorpant a cukorhiány következtében. A nagyobb génexpressziójú növényekben a szacharóz és szorbitol mennyisége egyaránt nőtt	KANAMARU et al. (2004)
Az etiléntermelés csökkentése	Royal Gala McIntosh	Géncsendesítés	*ACC-szintáz MdACS2*	CaMV35S	A transzgénikus gyümölcsök a kontrollhoz képest szobahőmérsékleten 1–2 hónappal hosszabb ideig voltak tárolhatók minőségromlás nélkül	GALLI et al. (2003)
Allergén hatás csökkentése	Elstar	Géncsendesítés	*Mal d1*	CaMV35S	Jelentősen csökkent az allergén hatás	GILISSEN et al. (2005)

hogy a nemesítési folyamat során előállított egyed tudományosan igazolhatóan nem hordoz idegen gént, tehát nem „transzgénikus", ma még kérdéses, hogyan ítélik majd meg az így nemesített fajtákat az engedélyező hivatalok és a fogyasztók.

4. AZ ÖNMEDDŐSÉG MOLEKULÁRIS GENETIKAI HÁTTERE

Az alma teljes virágaiban mindkét ivartáj, a bibe és a porzók is megtalálhatók. Az ivarlevelek egymás közelében helyezkednek el, ezáltal a pollenszemek ugyanazon virágon belül átkerülhetnek a bibére. Ugyanakkor az almafajták pollenadó hiányában nem adnak gazdaságilag elfogadható mennyiségű termést, ezért önmeddőnek tekinthetők (Broothaerts–Van Nerum 2003). Néhány fajta ugyan képes megtermékenyítés nélkül – rendszerint magvatlan – gyümölcsöket kötni (partenokarpia), de ezen gyümölcsök mérete és a kötődés mértéke általában elmarad a fajtára jellemző értékektől. Az önmeddőség gametofitikus típusú (GSI), a termékenyülési viszonyokat egy multiallélikus lókusz, az *S*-lókusz szabályozza (de Nettancourt 2001). Az inkompatibilitási kapcsolat akkor alakul ki, ha a pollen *S*-allélja megegyezik a bibe *S*-alléljainak bármelyikével. Az *S*-lókusz allélsorozatát különböző betűkkel vagy számokkal jelölik. Egy S_1S_2 genotípusú növény S_1- vagy S_2-allélt hordozó pollenszemei inkompatibilisek az S_1S_2 genotípusú növény bibéin. Ha két különböző fajta azonos *S*-genotípussal rendelkezik, akkor kölcsönösen meddők (SI), más szóval inter-inkompatibilisek. A bibe felületén mind az inkompatibilis, mind a kompatibilis pollenszemek kicsíráznak. Ha a pollenszemek a bibeszövetektől eltérő allélokat hordoznak, akkor a pollentömlő növekedése akadálytalan egész az embriózsákig. Az ugyanarról vagy azonos *S*-genotípúsú növényről származó pollenszemek a bibe felületén kicsíráznak, de pollentömlő-növekedésük a bibeszál felső harmadában megtorpan, így az embriózsákot nem érik el, nem okoznak termékenyülést. Az inkompatibilis megporzásból származó gyümölcsök néhány hét elteltével lehullanak a fáról.

Az *S*-lókusz a bibében kifejeződő ribonukleáz enzimet kódolja (*S*-RN-áz) (McClure et al. 1989), illetve a pollentömlőben expresszálódó, *S*-haplotípus-specifikus F-box (SFB) fehérjét (Entani et al. 2003, Ushijima et al. 2003). A saját–idegen felismerési reakció tehát valamilyen módon e két molekula részvételével zajlik le (McCubbin–Kao 2000). Az azonos *S*-allélokat hordozó fajták egymást kölcsönösen nem képesek megtermékenyíteni. A gazdaságilag kielégítő termésmennyiség biztosításához olyan fajtákat kell telepíteni egy ültetvényben, melyek *S*-genotípusa különböző. A szemikompatibilis fajták (egy közös *S*-alléljuk van) együttes telepítése sem optimális: Goldway et al. (1999) szerint a 'Jonathan' (S_7S_9) kedvezőtlen pollenadó volt a 'Topred Delicious' (S_9S_{28}) számára Izraelben. Az *S*-genotípusok ismerete nemcsak az ültetvényszerkezet megtervezéséhez szükséges, hanem segítséget nyújt az optimális keresztezések, szülőpartnerek megállapításához is a nemesítési vagy kutatási programokban.

Transzgénikus technikával létrehoztak öntermékenyülő almafajtákat az *S*-RN-ázt kódoló gének expressziójának gátlásával (Broothaerts et al. 2004a), de termesztésük még nem engedélyezett. Az önmeddőség áttörésének gazdasági jelentőségét jól mutatja, hogy bizonyos távol-keleti országokban a vegyszeres kezelések (RN-áz enzimgátlókkal végzett virágzáskori permetezés) alkalmazását is felvetették (pl. Apple +), de ezek mind a mai napig nem adtak gazdaságilag is értékelhető eredményt. A termékenyülési viszonyok meghatározását célzó szabadföldi irányított keresztezéseket azon túl, hogy rendkívül hosszú időt vesznek igénybe, a környezeti tényezők nagymértékben befolyásolják, továbbá ezen vizsgálatokra csak a termőkorú fák alkalmasak (Halász–Hegedűs 2006). Az utóbbi években a Rosaceae családba tartozó gyümölcsfák termékenyülési viszonyainak vizsgálatára gyors és megbízható, DNS-alapú molekuláris diagnosztikai módszereket dolgoztak ki. A gyümölcsfák közül elsőként éppen az alma vizsgálatára dolgoztak ki ilyen eljárást.

Kobel et al. (1939) írtak le elsőként 11 *S*-allélt 20 almafajtából pollentömlő-növekedés és szabadföldi termékenyülés vizsgálattal, melyeket S_1–S_{11}-ként jelöltek. Az első molekuláris analízis Sassa et al. (1994) nevéhez fűződik, akik kétdimenziós gélelektroforézis (2D-PAGE) segítségével hat allélt azonosítottak (S_a-S_f) négy diploid és három triploid fajtában. Ezt később további három alléllal bővítették ki (S_g-S_i) (Komori et al. 2000). Boskovic–Tobutt (1999) izoelektromos fókuszálással 14 új *S-RN-áz* allélt (S_{12}–S_{25}) írtak le, melyek közül kettő (S_{23} és S_{25}) DNS-szekvenciája később azonosnak bizonyult (Van Nerum et al. 2001). A Rosaceae családban az alma volt az első növény, melynek *S*-alléljait DNS-alapú markerezés útján sikerült azonosítani (Broothaerts et al. 1995).

Egy belga kutatócsoport 15 (Broothaerts et al. 1995, Broothaerts 2003, Janssens et al. 1995, Van Nerum et al. 2001), míg japán kutatók 8 *S*-RN-ázt kódoló DNS-szekvenciát határoztak meg (Kitahara–Matsumoto 2002a, Kitahara–Matsumoto 2002b, Kitahara et al. 2000, Matsumoto–Kitahara 2000, Sassa et al. 1996). Később további allélokat azonosítottak: S_{29} (Matityahu et al. 2005), S_{31} és S_{32} (Kim et al. 2008), S_{33}-S_{41} (Li et al. és Zhang et al. nem közölt adatok), S_{42}-S_{43} (Dreesen et al. 2010), S_{44}-S_{46} (Long et al. 2010). A nagy mennyiségű részinformáció következtében egyre elkerülhetetlenebbé válik az alma *S*-allél-rendszerének kritikai revíziója.

Mivel az almatermésűek *S-RN-áz* génjében elhelyezkedő egyetlen intron allélspecifikus méretbeli polimorfizmusa viszonylag korlátozott a csonthéjas gyümölcsfajokhoz képest, az *S*-genotípus megbízható meghatározásához allélspecifikus primerek használata, vagy a konszenzus primerekkel végzett amplifikációt követő, *S*-allél-specifikus restrikciós enzimekkel végzett emésztés szükséges. Mindezidáig több olyan *S*-genotípust meghatározó módszert dolgoztak ki, melyek az allélspecifikus primerek használatán alapultak (Broothaerts et al. 2004b, Broothaerts 2003, Janssens et al. 1995, Kitahara et al. 2000, Matsumoto et al. 2007). A specifikus primerek azonban néha téves negatív/pozitív eredményt adtak (Ershadi–Talaii 2007, Van Nerum et al. 2001), ezért Matsumoto és Kitahara (2000) az *S-RN-áz* gén konzervatív régiójára olyan konszenzus primerpárt terveztek, amelylyel kilenc allél kimutatása vált lehetővé. Később Kim et al. (2006, 2009) egy újabb konszenzus primerpárt fejlesztettek ki, melyek restrikciós endonukleázokkal együtt (CAPS) 22 alma *S*-allél megbízható azonosítását tették lehetővé. Ezek használata nagymértékben csökkenti a téves eredményeket, bár néhány allél (S_8, S_{15} és S_{18}) szekvenciája máig nem elérhető a nyilvános adatbázisokban. Halász et al. (2011) három különböző módszer hatékonyságát hasonlították össze, melyek közül az ASPF3 és ASPR3S konszenzus primerpár (Kim et al. 2006, 2009) alkalmazása bizonyult a leghatékonyabbnak, mellyel a 23 vizsgált fajta alléljainak 96%-a kimutatható volt.

Jelenleg több mint 450 almafajta *S*-genotípusa ismert. A gazdaságilag jelentős világfajtákon túl, számos cseh (Melounová et al. 2005), iráni (Ershadi–Talaii 2007), svéd (Garkava-Gustavsson et al. 2008), német, angol, norvég és dán (Nybom et al. 2008) almafajták *S*-genotípusa is meghatározásra került. A Kínai Nemzeti Fajtagyűjtemény 157 fajtáját is genotipizálták már (Long et al. 2010). Magyarországon Halász et al. (2011) 23 Kárpát-medencei, rezisztenciaforrásként potenciálisan felhasználható régi magyar fajta *S*-genotípusát írták le. Az azonos *S*-genotípusú fajták egy inkompatibilitási csoportba tartoznak. A jelenleg ismert inkompatibilitási csoportok száma a 60-at is meghaladja (27. táblázat).

a) A termékenyülési rendszer molekuláris háttere

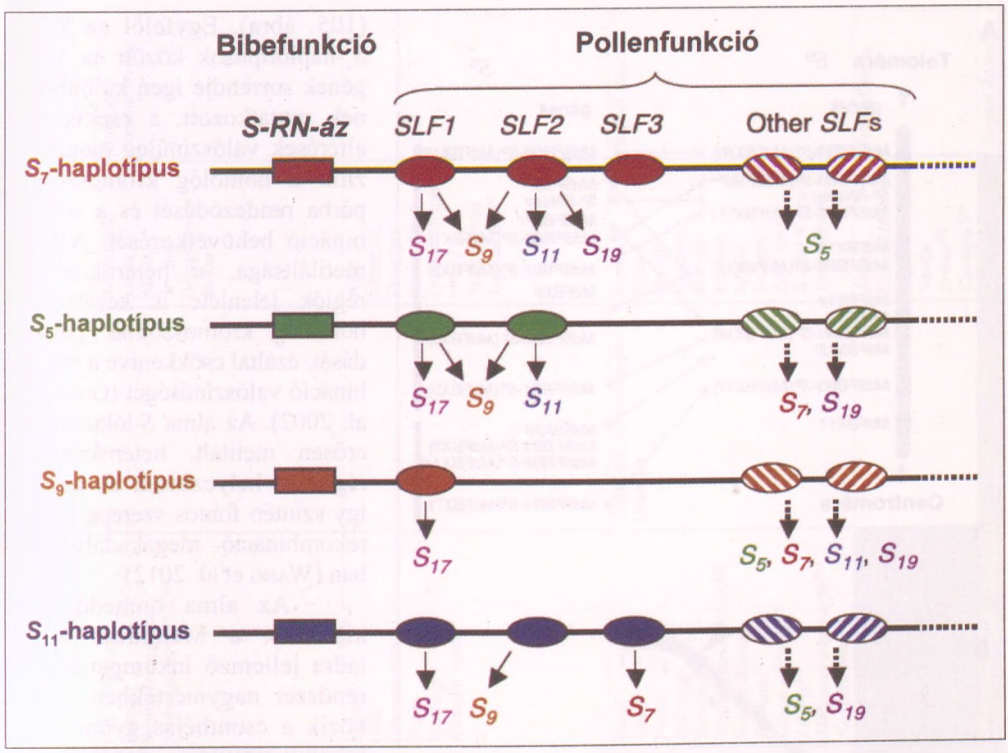
A Rosaceae családba tartozó fajok közül elsőként az alma esetében közöltek bibekomponens, vagyis *S-RN-áz* génszekvenciákat (Broothaerts et al. 1995). A 'Golden Delicious' S_2- és S_3-*RN-ázok* cDNS-ét klónozták, majd szekvenciájukat meghatározva kiderült, hogy ezek C2 és C3 konzervatív régiói az *Aspergillus oryzae* ún. T_2-RN-ázában is megtalálha-

tók (Kawata et al. 1988). Az *S-RN-áz* gén öt konzervatív (C1–C5) és két hipervariábilis (HVa, HVb) régiót tartalmaz (Ioerger et al. 1991, Tsai et al. 1992). A HV régió szerepe meghatározó az allélspecifikus felismerésben (Matton et al. 1997), ugyanakkor a fehérje más részei is hozzájárulnak a specifitás kialakulásához (Zisovich et al. 2004). A C1, RC4 és a C5 régiókban a hidrofób aminosavak részaránya nagyobb (közel 60%), ami az enzim gömb alakú térszerkezetének stabilitását biztosító ún. hidrofób mag kialakulásához nélkülözhetetlen (Ioerger et al. 1991, Ushijima et al. 1998). A C2 és a C3 régiók igen konzervatív szekvenciamotívumok, melyek az RN-áz fehérje aktív centrumait alkotva részt vesznek az RNS-lánc hasításában (Broothaerts et al. 1995). Az *S-RN-áz* gén egy intront tartalmaz, melynek hossza allélspecifikusan változik.

A pollenkomponens vizsgálata során az ismert *Prunus*, *Antirrhinum* és *Petunia SLF* (*S-lókusz F-box*) / *SFB* allélszekvenciák felhasználásával számos cDNS-klónt sikerült izolálni három különböző *S*-genotípusú alma pollenjéből (Cheng et al. 2006), és ezekből azonosítottak két allélt (*SLF1* és *SLF2*), melyek allélspecifikus módon, és csak a pollenben fejeződtek ki. Hét fajta vizsgálata során bebizonyosodott az *SLF1* és S_1-*RN-áz*, valamint az *SLF2* és S_2-*RN-áz* kapcsoltsága. Filogenetikai vizsgálatok során kiderült, hogy az almából származó *SLF* és *S-RN-áz* szekvenciák közelebbi rokonságban vannak a *Petunia* (Solanaceae) és *Antirrhinum* (Scrophulariaceae) allélokkal, mint a *Prunus* (Rosaceae) fajokból származó allélokkal. Továbbá hat *SLF*-hez hasonló gént izoláltak, melyek közül három a pollenben fejeződik ki, de nem *S*-haplotípus-specifikusan. A kutatók szerint a nagyobb számú *SLF* gén kialakulása feltehetően az *S*-lókusszal kapcsolt módon, koevolúció útján következett be (Bancroft 2001).

Az *S*-RN-áz alapú gametofita inkompatibilitás a Rosaceae, Solanaceae, Scrophulariaceae és Plantaginaceae családokra jellemző. A *Prunus* fajok esetében a rendszer ún. „egy faktor által meghatározott saját felismerés" alapján működik (self recognition by a single factor), mert a pollenkomponens *SFB* gén funkcióvesztése öntermékenyüléshez vezet, valamint az *SFB* génnek ugyanannyi allélja létezik, ahány allélja az *S-RN-áz* génnek ismert. Ezzel ellentétben a *Solanaceae* családra a „több faktor által meghatározott idegen felismerés" (non-self recognition by multiple factors) a jellemző. Ennél a rendszernél a pollenkomponens funkcióvesztése nem vezet öntermékenyüléshez. A két eltérő működési elv előfordulásának oka a különböző taxonokban még nem tisztázott. A *Prunus* fajokkal ellentétben az almatermésűekre jellemző inkompatibilitási reakció a következőképpen zajlik: az *SFB* az E3-ubikvitin-ligáz enzimkomplex tagjaként a nem saját/idegen *S*-RN-áz molekulák lebontásában játszik szerepet. Mivel az *SFB* kevesebb allélváltozattal rendelkezik, mint az *S-RN-áz* gén, különösen fontos kérdés volt, hogy hogyan alakulhat ki specifikus interakció e molekulák között (Newbigin et al. 2008). Az *SFB* mellett izoláltak *SFB*-hez nagyon hasonló géneket is (*SFB*-like). Petúniával elvégzett kísérletek igazolták, hogy egy *S*-haplotípusból legalább három F-box fehérje együtt ismeri fel az idegen *S*-RN-ázokat (Kubo et al. 2010). Ebben a rendszerben az S_9-haplotípust hordozó pollen inkompatibilis az S_9-allélt expresszáló bibén, mert az S_9-haplotípusban nem található olyan SLF molekula, mely az S_9-RN-ázt felismeri (104. ábra). Így az *S*-RN-áz enzim nem bomlik le, aktív marad, és gátolja a pollentömlő fehérjeszintézisét. Az S_7- és a többi haplotípust hordozó pollenben azonban az SLF1 molekula képes az S_9-RN-áz felismerésére, így az S_9-RN-ázt ezek a pollentömlők degradálni tudják, vagyis bármely S_9S_x (x= bármely haplotípus, kivéve S_7) genotípusú bibén termékenyíteni képesek. Érdekes megfigyelni, hogy amíg az SLF1 molekula az S_9-haplotípus tagjaként nem volt képes az S_9-RN-áz felismerésére, a többi (pl. S_5, S_7, S_{11} stb.) haplotípusban képes rá. Ennek a magyarázata az SLF molekulák interhaplotípusos szekvenciakülönbségében rejlik: az egyes haplotípusok megfelelő SLF molekulái között kb. 70–98%-os DNS-szekvenciaeltérés figyelhető meg.

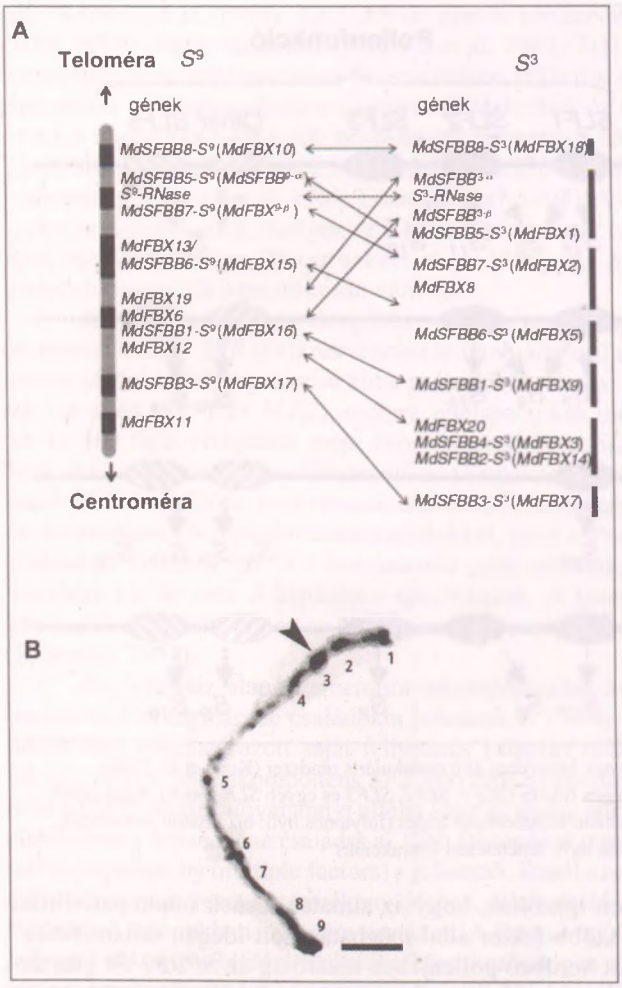
Japánkörtében és almában több *F-box* (*SFB*) gén található, melyeket *S-lókusz F-box brothers* néven, *SFBB*-ként jelölnek (Sassa et al. 2007). A japánkörtével végzett kísérle-



104. ábra. A *Petunia* önmeddőségének hátterében álló molekuláris rendszer (Kubo et al. 2010). A pollenfunkcióért nem egy, hanem több gén felelős (*SLF1*, *SLF2*, *SLF3* és egyéb *SLF* gének). Ezen gének fehérjeterméke egy vagy több *S*-RN-áz enzim felismerésére képes (folytonos nyíl: bizonyított interakciók, szaggatott nyíl: feltételezett interakciók)

tek (Kakui et al. 2011) egyértelműen igazolták, hogy az almaterméűek inkompatibilitási reakciója a Solanaceae-val azonos „több faktor által meghatározott idegen felismerésen" alapszik. A japánkörte S_4-haplotípust hordozó pollenjében kizárólag az *SFBB1-S4* gén terméke felelős az S_1-RN-áz semlegesítéséért, mivel az S_4^{sm}-haplotípusú pollenszemekben egy deléció következtében nem található meg az *SFBB1-S4* gén, és a pollen nem kompatibilis az S_1-RN-ázt expresszáló bibéken (vagyis a pollentömlő nem képes az S_1-RN-ázt degradálni). Az S_5-haplotípusban található SFBB1 azonban nem ismeri fel az S_1-RN-ázt, mert az S_5-haplotípust hordozó pollen a gén delécióját követően is kompatibilis marad az S_1-RN-ázt kifejező bibéken. Mivel az S_1-haplotípusú pollenszemek sem képesek termékenyíteni az S_1-RN-ázt kifejező bibéken (önmeddőség), az *SFBB1-S1* sem vesz részt az S_1-RN-áz degradálásában.

A Solanaceae család *S*-lókusza a III-as kromoszóma centroméra közeli részében található (Entani et al. 1999), és elhelyezkedése fontos magyarázatként szolgált arra, miért gátolt a rekombináció bekövetkezése ebben a lókuszban. Ha az *S*-lókuszban rekombináció következne be, az önmeddő fenotípus öntermékenyülőre változna, hiszen a pollen és a bibe specifikus kapcsolata nem alakulhatna ki az egyik partner molekuláris módosulása miatt. Az alma *S*-lókuszának helyzetét azonban FISH (fluoreszcens *in situ* hibridizációs) technikával a 17-es kromoszóma szubtelomérikus (a kromoszómák csúcsán elhelyezkedő teloméra alatti) régiójában állapitották meg (Wang et al. 2012). Az alma teljes *S*-lókusza ráadásul igen nagy: az egy megabázis méretet is meghaladhatja (Sassa et al. 2007). A rekombináció gátlása a kiterjedt méretű lókusz esetében feltehetően két okra vezethető vissza



105. ábra. Az alma *S*-lókuszának vizsgálata. (A) Az S_9 és S_3-haplotípusok relatív génsorrendjének összevetése. A folytonos nyíl az egymással nagymértékű hasonlóságot (>90% aminosav-sorrendbeli egyezés) mutató *SFBB* gének relatív helyzetét jelöli, a szaggatott nyíl az *S-RN-áz* gén helyzetét mutatja. (B) Heterokromatin (fekete) és eukromatin (szürke) régiók az alma *S*-lókuszt (nyíllal jelölve) hordozó kromoszómáján (4,6-diamidin-2-fenilindollal festve, méretmarker: 5 μm). (Wang et al. 2012)

(105. ábra). Egyfelől az S_3- és S_9-haplotípusok között az *SFBB* gének sorrendje igen különböznek mutatkozott, a szekvencia-eltérések valószínűleg megnehezítik a homológ kromoszómák párba rendeződését és a rekombináció bekövetkezését. A DNS metiláltsága, a heterokromatin régiók jelenléte is késlelteti a homológ kromoszómák párosodását, ezáltal csökkentve a rekombináció valószínűségét (Griffin et al. 2002). Az alma *S*-lókusza egy erősen metilált, heterokromatin régióban helyezkedik el, aminek így szintén fontos szerepe lehet a rekombináció megakadályozásában (Wang et al. 2012).

Az alma önmeddőségét kialakító, a Maloideae alcsaládra jellemző inkompatibilitási rendszer nagymértékben különbözik a csonthéjas gyümölcsök inkompatibilitási rendszerétől, ugyanakkor jelentős hasonlóságot mutat a Solanaceae család önmeddőségével. Filogenetikai analízisek is bizonyították, hogy a *Prunus SFB* és a Solanaceae *SLF* gének nem egymás ortológjai; a *Prunus* fajok *S-RN-áz* génjében két intron található, míg a Maloideae és Solanaceae fajok génjében csak egyetlen intron. Ezekhez az eltérésekhez hozzáadódik a fent említett különbség: a Maloideae és Solanaceae fajokra a több faktor által meghatározott idegen felismerés, míg a Prunoideae fajokra a saját pollen egyetlen faktor által meghatározott felismerése a jellemző. Ennek alapján a Rosaceae családban két különböző eredetű önmeddőségi rendszer létezése feltételezhető. A közeljövőben számos érdekes kérdésre kaphatunk választ. Érdekes lenne tudni például, hogy a Solanaceae fajokban leírt ún. kompartmentalizációs modell (ami alapján az öntermékenyülés annak köszönhető, hogy a bibe *S*-RN-áz enzimek a pollentömlő vakuólumába jutnak, így nem kerülnek kapcsolatba a pollentömlő citoplazmájában zajló fehérjeszintézissel) jellemző-e a Maloideae fajokra is, vagy az almaterméseűek önmeddőségét egy egyelőre egyedi (más alcsaládra nem jellemző) molekuláris háttér alakítja ki.

27. táblázat

Az almafajták inkompatibilitási csoportjai néhány fontos árufajta és nemesítési szempontból perspektivikus tájfajta feltüntetésével
(BROOTHAERTS–VAN NERUM 2003 *alapján módosítva és kiegészítve)*

	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
S_1	Berner Rosen Early Red Bird Parker's Pippin Rall's Janet *Kanada Reinette (Brogdale)*[S3] *Spigold*[S3]	Beauty of Bath King of Pippins Northern Spy North Queen Sauergrauech *Adam's Pearmain*[S10?] *Kanada Reinette*[S1] *Spigold*[S1] *Blenheim Orange*[S14] *Hacnine*[S9] *Jacques Lebel*[S14] *Vajki alma*[S28S?]		Cox's Pomona Pippin White Transparent *Nemes sóvári (Visk)*[S20]		Amanishiki Linda Särsö Senshu Beregi sóvári *Hokuto*[S9]	Ontario Pomme Jeanne
S_2		Golden Delicious Jester Rubin Transparente de Croncels Chüsenrainer *Kanada Reinette (Brogdale)*[S1] *Kanadai renet*[S5] *Spigold*[S1] *Jonagold*[S9] *Boskoop*[S5] *Mutsu*[S20] *Shizuka*[S20] *Tordai alma*[S7]	Champagne Reinette	Falstaff Gala Greensleeves Topaz *Boskoop*[S3] *Kanadai renet*[S3]		Arlet Artemisz Danziger Kantapfel Golden Melon Orin Stark Jumbo *Tordai alma*[S3]	
S_3			Boiken Cloden Marosszéki piros Saint Lawrence	Batul Elstar Fiesta Rubinette Sampion Tordai piros kálvil ANF Winter Banana *Boskoop*[S2] *Citron d'Hiver*[S12?] *Liberty*[S10] *Menzauer Jägerapfel*[S18] *Kanadai renet*[S2]	Oberrieder Glanzrienette Oetwiler	Fredrik Frida Idared Kogetsu Princess Redfree Spijon Tsugaru Zöld sóvári *Stafnel Rosen*[S8] *Tordai alma*[S2]	*Stafnel Rosen*[S7]
S_5						Aroma Elise (Roblos) Sansa Vanda *Brünn*[S10] *Karmijn S*[S9]	James Grieve
S_7							*Stafnel Rosen*[S3]

	S_9	S_{10}	S_{19}	S_{20}	S_{22}	S_{23}	S_{24}
S_1	Fuji Shinko *Hacnine*[S3] *Hokuto*[S7] *Ribston Pippin*[S21]	Helm *Kaiserapfel*[S15]	Fujin Miguo Qiujin Ruby	American Summer Pearmain *Nemes sóvári (Visk)*[S5]	Joseph Eersels Président Damseaux		Citromalma Discovery Ingram
S_2	Ambitious Honeygold Kinsei Megumi Redgold Summerred Sweet McIntosh *Jonagold*[S3]	Prima Spencer	Chenango Danping Danxia Guoshuai Huashuai Strawberry Yanguang	*Mutsu*[S3] *Shizuka*[S3] Qingxiang	Delbard Jubilé Stäringe Karin	Cordelia Pacific Rose Pink Lady	Harangalma Honeycrisp Nemes szercsika Nemes sóvári (Brogdale) Vilmos renet Worcester Pearmin
S_3	Florina Kent La Paix Natsumidori Nebuta Priscilla Rewena *Hacnine*[S1] *Jonagold*[S2]	Ahrista Bolero Delcorf Ecolette Polka Shinano Red Telamon Puritan *Liberty*[S5]	Cooper Market Criterion Huangtianguo Húsveti rozmaring Melba Neufane Ozark Gold Patten Sweet Delicious	Meku 10 Sikulai Simonffy piros *Mutsu*[S2] *Shizuka*[S2]	Gyllenkrok's Astrakan Merlijn	Cardinal Granny Smith Pink Lady	Sylvia
S_4				*Gravenstein*[S13] Nayon Arangeh Värmlands Sötäpple			
S_5	Clivia Cox narancs renet Kidd's Orange Red *Karmijn*[S7]	Charlotte Tuscan *Brünn*[S7] *Liberty*[S3]	Belle-Fleur de France Keuleman Jaune	*Nemes sóvári (Visk)*[S1] Veseäpple	Alkmene Laxton's Superb	Rambour d'Hiver	Katja Nicoter
S_7	Himekami Jonathan *Hokuto*[S1] *Karmijn*[S5]	*Brünn*[S5] Fekete tányéralma Hesztia		Indo Monroe Trezeke M	Stor Klar Astrakan	Twenty Ounce	Akane Beni No Mai Filippa
S_8	Wellington						
S_9		Spartan Rosmerta	Holly Melrose	White Winter Pearmin			Braeburn Mato Meirouge
S_{10}			Court-Pendu Doux		Cellini Lobo		Discovery Vista Bella
S_{20}							Gelber Richard Rome Beauty
S_{24}							

	S_{25}	S_{26}	S_{28}	S_{31}	S_{32}	S_{42}	S_{43}
S_1	Milton	David Spy 227	Stark Earliblaze Winesap *Vajki almaS3S?*				
S_2	Trajan Shamrock Summerland	Aldenham Purple	Cameo Goldrush Orei	York Imperial			
S_3	Macoun Patricia Victory		Ging Gold Gold Supr Korei Orbai alma *Vajki almaS1S?*				Reinette Duquesne
S_4		Shafee Abadi	Heidarzadeh				Belle de Pontoise
S_5	Cortland Early McIntosh Niagara		Lexton's Royalty Toyo				Ingrid Marie
S_7	Aori 1 Jonamac						
S_8							
S_9	Kitakami	Ormiston Roy	Red Delicious Holly Jonadel Melrose Murasaki				
S_{10}	McIntosh Wijcik		Empire Gyógyi piros			Murray	
S_{16}		Baskatong					
S_{20}			Prime Gold		Burgundy		
S_{24}	Tydeman's Early Worcester Tohoku2		Jonwin				

A triploid fajták kurzív betűtípussal szedve.

5. NEMESÍTÉSI CÉLOK

A nemesítés általános és speciális céljai az idő folyamán változtak, de a nemesítők mindvégig olyan almafajták előállítására törekedtek, amelyek használatával a lehető legkisebb ráfordítással termeszthető jó minőségű gyümölcs. A következőkben néhány összefoglaló forrásmunka (Brown 1975, Janick et al. 1996, Brown–Maloney 2003, Schmidt–Weg 2005, Tóth 2005, Hancock et al. 2008) és a később hivatkozott publikációk felhasználásával adunk rövid áttekintést az almanemesítés legfontosabbnak tekinthető céljairól és törekvéseiről.

A XX. sz. közepéig az almanemesítés célja általában a termőképesség és a minőség javítása volt. Később megváltozott a helyzet, s a jövedelmezőség növelése és az önköltség csökkentése iránti igény miatt fordult a figyelem a biotikus rezisztencia felé. A jelenlegi intenzív, nagy egyedsűrűségű, magas beruházási költséggel létesített ültetvények lételeme az alacsony növényvédelmi igényű, az adott környezeti adottságokhoz jól adaptálódó fajta és alany. Ez egyértelműen diktálja a prioritásnak tekinthető nemesítési törekvéseket, a jó termőképesség és rendszeres terméshozás, a kiváló gyümölcsminőség (esetenként és régiónként változó konkrét tartalommal) kombinálását a károsítókkal szembeni rezisztenciával, valamint a könnyen kezelhető koronahabitussal. A Laurens (1999) által vizsgált 51 almanemesítési programban a leggyakoribb nemesítési cél a rezisztencia volt, kombinálva a jó minőséggel.

A világon jelenleg működő almanemesítő műhelyek száma 70 körüli. A nemesítési programok többségében úgymond általános célként szerepel a jó termőképesség, hiszen erről nem lehet lemondani, de mérséklődött az ezzel kapcsolatos elvárás, mivel a fokozott termőképesség gyakran túlkötődéssel társul. A forradalmi változásokon átesett intenzív termesztéstechnológia segítségével egy mérsékelt termőképességű fajtánál is jól szabályozható a terméshozás. Ezen túlmenően természetesen nagy különbség van az egyes nemesítők koncepciójában és stratégiájában, de összességében a gazdaságilag legfontosabb nemesítési célok az alábbiak szerint körvonalazhatók.

a) A biotikus rezisztencia kialakítása

A rezisztencianemesítés, mint költségcsökkentési eszköz már a XIX. sz. végén megfogalmazódott Németországban. Általában nem beszélhetünk rezisztenciáról, hanem konkrétan megnevezendő a rezisztenciacél. Az alma legfontosabb betegségeinek, amelyek miatt a legtöbbet kell permetezni az ültetvényeket a termés megóvása céljából, a *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. által okozott ventúriás varasodást és a *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev./Salm.) fertőzésének következményét, az almafalisztharmatot tartják (Alston 1981). Aldwinckle et al. (1984) emellett kiemeli az *Erwinia amylovora* (Burill), a tűzelhalást okozó baktériummal szembeni rezisztencia jelentőségét, hiszen hatékony kémiai védekezés nem áll rendelkezésre e betegség leküzdésére. Alston és Kellerhals (1990) szerint olyan fajtákat is kell nemesíteni, amelyek jól tárolhatók és eladhatók kései permetezések és szüret utáni kezelés nélkül. Ezért a *Nectria galligena* Bres., a *Phytophtora cactorum* Lebert et Cohn és a *Gloeosporium sp.* szembeni rezisztencia fontosságát is hangsúlyozzák.

A rezisztencianemesítéssel foglalkozó kutatók nagy része a többféle rezisztencia kombinálásában (multirezisztencia) érdekelt, s az egyes betegségekkel szembeni ellenállóság esetében a tartós rezisztencia érdekében fontos törekvés a rezisztenciagének és QTL-ek azonos genotípusba való piramidálása. Mindezek mellett a kártevőkkel szembeni tolerancia is gyakran a célok között szerepel.

A következőkben terjedelmi korlátok miatt csak a három legveszélyesebb betegséggel (varasodás, lisztharmat, tűzelhalás) szembeni nemesítésről teszünk említést. Ezek genetikai háttere és az alkalmazható génforrások jelentős része a XV/2. fejezetben olvasható.

(1) Ventúriás varasodás

A varasodással szembeni ellenállóságra való nemesítés a rezisztens génforrások felkutatásával kezdődött. Aderhold 1902-ben bemutatott eredményei szerint teljesen rezisztens fajtát nem találtak. Az Antonovka fajtát használták rezisztens szülőfajtaként, amely poligénesen meghatározott ellenállósága révén horizontálisan örökíti a rezisztenciát. Mivel az utódokból a garantáltan rezisztensek korai kiválogatása nehéznek bizonyult, és gyümölcsminőségük is nagyon rossz volt, ezért feladták e programot (Silbereisen 1985).

Crandall az USA-ban 1910-ben felfedezte, hogy az ázsiai kisgyümölcsű almafajták *Venturia inaequalis*szal nem fertőződnek. Hough et al. (1953) mutatták be a *Malus floribunda* vad faj 821-es klónját, mint rezisztencia génforrást. Ezt követően megindul a nemesítő munka a *Malus floribunda* 821 x 'Rome Beauty' keresztezésével. Világszerte a nemesítési programok célja olyan *Vf* rezisztenciával rendelkező fajta előállítása volt, amely a fogyasztók minőségi elvárásainak is megfelel. Ha valamilyen vad fajt használnak fel a keresztezéshez, akkor a jó gyümölcsminőség eléréséhez többszöri, ún. módosított visszakeresztezésre van szükség (Crosby et al., 1992). Később jelentősen kibővült a varasodásrezisztens génforrások listája (Tóth 2005), s ez ma is napról napra gyarapodik, néhány fontos példa a XV/2. fejezetben látható.

A rezisztencianemesítésben hosszú ideig zömmel a monogenikus rezisztencia felé fordultak, mert ott könnyű volt a betegség-ellenállóság szerinti hasadást értékelni. A poligenikus rezisztencia nem adja a mendeli szabályok szerinti hasadást, és nehezebb vele dolgozni, mivel az utódok között nagyon alacsony a kívánt tulajdonságot hordozó hibridek aránya.

A rezisztencia öröklődése szempontjából fontos kérdés, hogy a szülők homozigóta vagy heterozigóta rezisztenciával rendelkeznek-e. A homozigóta, domináns (rezisztens) génekkel rendelkező szülők nagyszámú rezisztens utódot hoznak létre (Rouselle et al. 1974). Markerezési eljárásokkal ma már rutinszerűen kiszűrhetők a homozigóta egyedek.

A varasodásrezisztenciára való nemesítésnél könnyebbség, hogy a 2–3 leveles korban végzett fertőzések után a szelekció már a magoncok pár hetes állapotában elvégezhető. A nemesítést nehezíti viszont a kórokozó rasszaival való versengés. A *Venturia inaequalis* kórokozó ugyanis igyekszik alkalmazkodni a gazdanövények által megváltoztatott feltételekhez, s így alakultak ki az úgynevezett fiziológiai rasszok. MacHardy (1996) megfogalmazása szerint a fiziológiai rassz a gombának a gazdanövény fajra/fajtára specializálódott tenyészete. A szerző az addig ismert nemzetközi eredmények alapján hat fiziológiai rasszt és a *Malus floribunda* (*Vf*) rezisztenciáját felülmúló „gombataxont" ismertetett, s később ezt Bénaut és Parisi (2000) hetedik rasszként azonosították, s a rezisztencianemesítés előrehaladtával tovább gyarapodik ezek száma. A http://www.vinquest.ch honlapon hozzáférhető a 17 fiziológiai rassz listája a rasszjelző gazdanövényekkel együtt, s itt található a rezisztenciáért felelős gének régi és új elnevezése is (Bus et al. 2009).

A rasszok elleni küzdelem miatt is fontos célja a nemesítőknek jelenleg az, hogy piramidálják a géneket a fajtákba, s markeranalízissel igazolják azok jelenlétét a hibridekben. A piramidáláshoz legfontosabb forrás a *Malus floribunda* 821-ből eredő rezisztencia. Legjobb megoldás a poligenikus rezisztencia vagy a régi fajtákban gyakran meglevő részleges rezisztencia (tolerancia) kombinálása a monogénekkel. Schmidt és Weg (2005) közel 20 értékes poligenikus fajta felhasználhatóságát tartja jónak, pl. 'Antonovka, 'Discovery', 'James Grieve', 'Dulmener', 'Rosenapfel', 'Durelli di Forli'. A Budapesti Corvinus Egyetem, (továbbiakban: BCE) Gyümölcstermő Növények Tanszéken folyamatban van a Kárpát-medencei régi almafajták és a tanszéki almanemesítési programban kiemelt fajták vizsgálata poligenikus vagy részleges rezisztenciával rendelkező fajták, mint génforrások kiemelése céljából.

(2) Lisztharmat

Az almalisztharmattal szemben ellenálló gyümölcsfajták nemesítésére az igény a múlt század elején, az 1912-ben Erfurtban tartott Pomológia Kongresszuson fogalmazódott meg elő-

ször. Az első genetikai bázist ez esetben is az ellenálló árufajták képezték, melyek poligénes rezisztenciával rendelkeztek. A *Malus* fajok közül génforrásként a 30-as években legelőször a *Malus baccata* (L.) Borkh. fajt használták. A 70-es évektől a leggyakrabban a *Malus x zumi* Rehder és a *Malus x robusta* (Car.) Rehder, a 90-es évektől a *Malus sylvestris* (L.) Mill. fajokat alkalmazták.

Magyarországon a fő termesztett fajtánk, a 'Jonathan' liszthartmatra nagyon fogékony volt, ezért az almanemesítő elődök ezt ellenállóságot helyezték előtérbe (Tóth 1998). Kovács Sándor által kiemelt poligenikus génforrás az 'Egri piros'.

A rezisztencia értékelése nagyon nehéz, mivel az utódok fogékony és ellenálló egyedekre történő hasadását több tényező befolyásolhatja. Kevésbé ismertek a biotípusok és földrajzi elhelyezkedésük, továbbá nincs összefüggésben a juvenilis és a felnőttkori fogékonyság. A multirezisztenciában érdekelt nemesítők általában a 3–4. éves magoncokon természetes fertőződés mellett vizsgálják a hibridek liszthartmat elleni fogékonyságát.

(3) Tűzelhalás

Bizonyos nemesítő műhelyekben a tűzelhalással szembeni ellenállóságot tekintik elsődleges nemesítési célnak. A rezisztencia poligenikusan meghatározott. A XV/2 fejezetben közölt génforrásokon kívül meg kell említeni a Közép-Ázsiában begyűjtött *M. sieversii* magkollekciókból származó rezisztens magoncok tekintélyes listáját, a *Malus prunifolia* utódait s a Drezda-Pillnitzben nemesített 'Re' fajtákat ('Reanda', 'Rebella', 'Remo', 'Rene' és 'Rewena'. A BCE Gyümölcstermő Növények Tanszékén, a multirezisztenciára irányuló almanemesítési program egyik kiemelt része a Kárpát-medencében fellelhető magyar fajták, mint génforrások vizsgálata. A 2000-es évek elején indított kutatások során akkreditált tanszéki laboratóriumunkban vizsgáltuk a régi almafajták tűzelhalás ellenállóságát. A hajtások fogékonyságáról szerzett első részeredményeinkben (Kása et al. 2002, Hevesi et al. 2004b, Tóth et al. 2005a) hat régi almafajta toleranciájára, illetve a régi almafajták nemesítési génforrásként való felhasználhatóságára (Tóth et al. 2005b) irányítottuk rá a figyelmet.

Mesterséges fertőzéseket követően 31 fajta esetében elsőként vizsgáltuk együttesen a hajtások és virágok károsodását és ezek korrelációját. A kétféle növényi szervnél tapasztalt fogékonyság között közepes erősségű pozitív korreláció mutatható ki. Az LG 7-en felfedezett két domináns SCAR marker és az LG 3-hoz tartozó két SSR marker felhasználásával elvégeztük a fenotípus vizsgálatok alapján legjobbnak bizonyult fajták és utódaik genetikai analizisét a tűzelhalás-rezisztenciát kódoló QTL allélok kimutatása céljából. A virág- és hajtásteszelés, valamint a genetikai analizis alapján egyaránt kiemelhető 'Szabadkai szercsika' és 'Tordai piros kálvil' a rezisztencianemesítési programokban génforrásnak javasolható. A hajtás- és virágellenállóság alapján egyaránt a legellenállóbb csoportba tartozó 'Szabadkai szercsika' és 'Tordai piros kálvil' mindhárom, ill. két rezisztenciaallélt is hordoz. A kiváló hajtásellenállósággal (és mérsékelt virágfogékonysággal) rendelkező 'Sikulai' és 'Pónyik' esetében a genetikai háttér teljesen különbözött. Levonható tehát az a következtetés, hogy a tűzelhalás-rezisztenciát meghatározó QTL-ek feltárása még nem tekinthető befejezettnek, s újabb markerek kifejlesztéséhez a Pónyik fajta is felhasználható (Tóth et al. 2012a).

b) Gyümölcsminőségi tulajdonságok javítása

A gyümölcsminőség javítása régóta és valószínűleg a jövőben is a nemesítési prioritások között foglal helyet, mert a minőségi elvárások egyre bővülnek, és a felhasználás igényei szerint állandóan változnak. Részben ezzel is magyarázható, hogy az almaminőség fogalmát eltérően definiálják a nemesítők, s az egyes földrészek vagy országok piaci elvárásai is jelentősen különbözhetnek, de a friss étkezésre szánt alma esetében az íz, a húsállomány, s azon

belül a ropogósság és a húskeménység, valamint a lédússág a legfőbb minőségi célkitűzések közé tartozik. Ezen kívül a szüret utáni minőségmegőrzés is a fő szempontok közé sorolódott az értékesítés szupermarketekbe való áthelyeződése miatt. A nemesítésben nehézséget jelent az, hogy a minőség elbírálásában még sok a szubjektív elem, s ráadásul a környezeti tényezők befolyásoló hatása is számottevő. Ráadásul a gyümölcsminőségi jellemzők többsége mennyiségileg öröklődik (XV/2. fejezet).

(1) Gyümölcsméret

A gyümölcsméretet az eddigiek során igen szigorú szelekciókkal sikerült a vadalmamérettől a mai szintre javítani. A korábbiakban általános volt a legalább 70 mm-es átmérő, mint minimális elvárás megfogalmazása, de mára a mérettel kapcsolatos igények is differenciálódtak. Például Koreában az igen nagy, akár óriás gyümölcsméretért szelektálnak a nemesítők, s a biogyümölcsök európai kedvelői, valamint az iskolagyümölcs programok részéről a kisebb almák iránt van nagyobb igény.

Ez a tulajdonság poligenikusan öröklődik (Durel et al. 1998, cit. Hancock et al. 2008), de a szülői hozzájárulás nem teljesen ugyanolyan, mint más tulajdonságok esetében. Néhány hibridcsaládban előfordul ugyan kis számban olyan hibrid, amelynek a gyümölcsmérete a nagyobbik szülőjét is meghaladja, de az esetek többségében a szülők átlagánál mindig jóval – akár több mint 30%-kal – kisebb a hibridek átlaga a gyümölcsméret tekintetében. Nemritkán 50%-nál is nagyobb azon hibridek aránya egy adott utódnemzedékben, amelyeknek a gyümölcse a kisebb gyümölcsméretű szülőnél is apróbb. Tehát azok a fajták, amelyeknek a mérete kereskedelmileg elfogadott, szülőfajtaként az utódok többségébe a kereskedelmi elvárásnál kisebb gyümölcsméretet örökítenek. Ezért érdemes egyik szülőnek mindig nagy gyümölcsű fajtát választani, s gyakran a nemesítők ezért emelnek ki további keresztezés céljából óriás gyümölcsű hibrideket.

(2) Gyümölcsalak

Az alma alakja – a magasság/átmérő százalékos viszonyulásával kifejezve – a nagyon lapostól (65%) a nagyon magasig (100%) terjedhet. A magasság nagyon ritkán haladja meg az átmérőt. Wolcox és Angelo (1937) cit. Janick et al. (1996) bemutatta, hogy az elkeskenyedő kúpos alak ritkán figyelhető meg a lapított almákon (1%), viszont nagyon gyakori a megnyúlt gömb alakú (32%) almákon. Ha a 65% és 100% közötti magasság/átmérő viszonyszám tartományt 5%-os intervallumokba osztjuk, és nyolc alakformát különítünk el, akkor azt látjuk, hogy a hibridek többsége a szülőkkel azonos alakkategóriába tartozik. S annak ellenére, hogy ez is kvantitatív (mennyiségi) jelleg, jól megválasztott szülőfajtákkal a gyümölcsalak egészen jól tervezhető. A különleges alakú szülőfajták utódai között sok a különleges gyümölcsű hibrid.

(3) Gyümölcsszín

Az alma színeződését elsősorban az alapszín, másodsorban a rajta kialakuló antocianinos színeződés határozza meg. Az éretlen alma alapszíne általában sötétzöld. Ez az érés során jelentősen megváltozhat, s a változás módja szerint három csoportba sorolhatók a fajták: (1) a zöld szín eltűnik, s a krémszínűtől a mélysárgáig tartó színpaletta valamelyike alakul ki; (2) a zöld szín halványodik, de nem teljesen, s a zöldessárgától a sárgászöldig terjedő alapszín alakulhat ki; (3) a zöld szín egyáltalán nem halványodik el, hanem megmarad a zöld alapszín.

Az alapszín is poligenikus bélyeg, s a sárga és a zöld tartomány genetikai meghatározottsága egymástól független (Brown 1975).

Az antocianin-bioszintézis genetikai hátterét a XV/2. fejezetben részleteztük. A fajták többségére a piros fedőszín jellemző, s ennek típusában nagy különbségek vannak a fajták között (lásd IV. fejezet). A fedőszín öröklődésével kapcsolatos genetikai tanulmányok nagyon komplexek és egyben zavarba ejtőek, mivel magát a fedőszín kialakulását számos környezeti

(ökológiai és termesztéstechnológiai) tényező is befolyásolja. A mennyiségi átöröklés ismeretével együtt a piros szín kialakulásában szerepet játszó domináns gének jelenlétét [(LESPINASSE et al. 1988, BROWN 1992) cit. HANCOCK et al. 2008] az is bizonyítja, hogy piros fajták keresztezése után is kaphatunk fedőszín nélküli hibrideket. A csíkozott és mosott fedőszín a gyümölcsfelületen önállóan vagy együtt is kialakulhat, s régóta ismert, hogy a kettő közül a csíkozottság domináns génnel meghatározott, s a hasadás lehet: 1:0, 1:1 vagy 3:1 arányú csíkozott és nem csíkozott. A mosottság néha nagyon kifejezett lehet, de a fényviszonyoktól is függ kifejlődése. Mosott fedőszínű almák kereszteződéséből mosott és fedőszín nélküli utódok keletkezhetnek, de soha nem kapunk belőlük csíkozott gyümölcsű utódokat (SPINKS 1936 cit. JANICK et al. 1996).

A fedőszín-intenzitás kifejeződését nagyon befolyásolja az alapszín is. A világosabb alapszín fölött általában tetszetősebb világos v. fényespiros fedőszín alakul ki, míg a tompa, barnáspiros fedőszín általában zöld alapszínnel párosul. A mutációval keletkezett piros változatok nem minden esetben örökítik az utódokba a sötétebb színárnyalatot (lásd a következő fejezetben).

(4) Felületi rozsdásodás

A fajták között elég nagy különbség van e tekintetben is, hiszen a perzselődéstől teljesen mentes gyümölcstől különböző mértékű rozsdásodáson keresztül a teljesen bronzosig terjedhet e tulajdonság. Gyakoriak az olyan fajták, amelyek kocsánymélyedésben vagy a csészemélyedésben perzseltek, s bizonyos fajtákon a felület egy része is foltosan perzselt. A teljesen rozsdás alma (hazai népi nevén bőralma) bizonyos országokban azért kedvelt, mert ehhez a megjelenéshez általában különleges és nagyon jó aroma társul.

A rozsdásodásra való hajlam egy domináns gén és poligénes kölcsönhatás által öröklődik, de nem egységes az öröklődés menete. Két bőralma, valamint egy bőralma és az enyhén perzselődésre hajlamos 'Cox narancs renet' utódnemzedékében egyaránt 50%-os volt a teljesen rozsdás gyümölcsű utódok aránya. Ugyanakkor, amikor a Cox narancs renet fajtát egy másik bőralmafajtával keresztezték, akkor már csak 25%-os volt a rozsdás gyümölcsű hibridek aránya. Nyilvánvaló tehát, hogy egynél több faktor játszik közre, s rozsdásodás nem mindig ugyanolyan módon alakul ki. Ha mutációval, s az csak az L-1 réteget érintette, akkor az utódokba nem megy át a tulajdonság.

(5) Gyümölcshússzín

A hús a fehértől a krémszínűn keresztül halványsárgáig változhat, de lehet akár zöldesfehér vagy netalán vörössel árnyalt is. BROWN (1975) rámutatott arra, hogy a sárgás a legkedveltebb, s a fehér gyümölcshúst ott kedvelik, ahol a 'McIntosh' volt elterjedve, s abban az időben a vörös hús és a héj alatti pirosas elszíneződés nem volt elfogadott.

Azóta sokat változott a helyzet, s a vörös hússzín az antocianin egészségvédő hatása miatt fontos nemesítési céllá vált, s ezért kiterjedt vizsgálatokat folytattak az öröklődés genetikai hátterének tisztázása (XV/2. fejezet), vöröshúsú fajták nemesítése (VOLZ et al. 2009), egészségvédő hatásaik (RUPASINGHE ET AL. 2010, BALÁZS et al. 2012) bemutatása érdekében is.

A felvágott almahús oxidálódása is a fontos kérdések közé sorakozott, mert növekszik a szeletelt gyümölcsként forgalmazott alma aránya. A gyors barnulás a salátáknál s egyes feldolgozási céloknál (pl. almaszirom) sem kedvező. A barnulásra kevésbé hajlamos fajtákra alacsony polifenoloxidáz aktivitás és tannintartalom jellemző, s általában magas az aszkorbinsav-tartalmuk. S fontos még a ropogósság és a magas húskeménység.

(6) Húsállomány

A húsállomány szerepe egyre nő, genetikai hátterének jelenlegi ismereteit a XV/2. fejezetben tárgyaltuk. Ez egy komplex jellemző, és úgy tűnik, hogy kapcsolatban van az etiléntermelődéssel. A húskeménységért legalább két gén felelős, s közülük az egyik közel van a

varasodásrezisztenciáért felelős *Vf* génhez, ezért rezisztens és magas hússzilárdságú hibridek könnyen nemesíthetők. Egy ropogós húsért felelős gént a savasságért felelős *Ma* gén közelében izoláltak (King et al. 2000 cit. Schmidt–Weg 2005). White és Bus (1999) eredményei szerint a hús ropogóssága akkor jellemző magas arányban az utódokra, ha mindkét szülő rendelkezett e tulajdonsággal.

(7) Íz, zamat, beltartalmi érték

Már az ötvenes évek óta ismert, hogy az almagyümölcs savasságáért felelős gének (XV/2. fejezet) közül az egyik legfontosabb a *Ma* (Nybom 1959 cit. Janick et al. 1996), s a fajták e tulajdonságra homozigóták vagy heterozigóták is lehetnek. A homozigóta recesszív fajták pH-ja 3,7 körüli, s régen ez már az elutasított kategóriában szerepelt a szelekció során.

Érdekes, hogy Európában az utóbbi évtizedben jelentősen változott a fogyasztók ízlése a kevésbé savas gyümölcsök irányába. Régen a 3,7-es pH-jú gyümölcsöket teljesen elutasították, ma meg egyre többen kedvelik. S az ázsiai fogyasztók többsége a szinte egyoldalúan édes almákat fogadja el. A cukortartalom ugyancsak poligenikusan öröklődik, a hibridek átlaga nagyjából azonos a szülők átlagával. A friss étkezési fajták döntő többségére a közepes savtartalom és közepes cukortartalom vagy a közepes sav és magas cukor vagy az alacsony sav és közepes cukor jellemző. A savasság és édesség teljesen függetlenül öröklődik.

A C-vitamin növelése régóta fontos cél. A legtöbb almafajta 5–10 mg/100 g, de vannak már 25–50 mg/100 g-os fajták is. Schmitz – Eiberger (2003) cit. Hancock et al. (2008) a magas C-vitamintartalmúak között említi a Topaz, Golden Delicious, Braeburn és Honeycrisp fajtákat.

A zamat az egyik legfontosabb kritérium a szelekcióban, de nehéz értékelni, mert ez tulajdonképpen a savak, cukrok, tanninok és aromaanyagok komplex kombinációja. Számos nemesítési programban érzékszervi bírálatokat is alkalmaznak. (Hampson et al. 2000) cit. Janick et al. (1996) szerint 0–9 skálán történő laikus értékeléshez legalább 11 bírálóra van szükség.

(8) Gyümölcshibák

A lágy héjbarnulás genetikailag kontrollált fajtatulajdonság, s úgy tűnik, hogy teljesen független a környezeti tényezőktől. Ezzel szemben a keserűfoltosodás, a fagykárosodás, a lágy magházbarnulás s az üvegesedés bizonyos mértékig genotípustól is függ, de ennél nagyobb mértékben befolyásolják ezeket a környezeti tényezők. A héjbarnulást több gén határozza meg.

Jegesedés esetén a membrán sérült meg az érés során, s folyadék halmozódik fel a sejtközötti járatokban, és megemelkedik a szorbitol koncentrációja, mivel gátolt annak monoszacharidokká való átalakulása. Ez a jelenség magasabb édességgel párosul, ezért ezt a japán piacon kedvelik. Kisebb mértékű jegesedés tárolás során eltűnik, a nagyobb mértékű viszont fokozottan érzékeny az öregségi húsbarnulásra. A legtöbb fajta hajlamos erre bizonyos mértékig, s csak kevés olyan fajta van, amely teljesen mentes ettől. (pl. 'McIntosh', 'Golden Delicious').

c) Érési idő, pultállóság és eltarthatóság

Az érési idő egy jól öröklődő poligenikus tulajdonság. Az utódok zömének érési ideje a két szülő érési ideje közötti időszakra becsülhető. Mivel a nagyon korai érésű fajták gyümölcsminősége általában nagyon gyenge, ezért nem célszerű két nagyon korai érésű fajtát egymással keresztezni. Jobb megoldás a korai és a jó minőségű, középidejű fajták keresztezése.

Az érési idő összefüggésben van a tenyészidőszak hosszával, s ennek szabályozására példaként említhető John Cripps sikere Ausztráliában. Az itt tapasztalható nagyon forró, száraz és hosszú nyár s az azt követő hideg éjszakájú ősz még a hosszú tenyészidejű 'Granny Smith' fajta termesztésére sem volt alkalmas, ezért ezt a Lady Williams fajtával keresztezve hozta létre a 'Granny Smith'-nél 2, 4 és 6 héttel később érő 'Pink Lady', 'Sundower' és 'Big

Time' újdonságokat. Ezek a fajták alkalmasak lehetnek Dél-Afrika, Kalifornia, az USA délkeleti részén és Egyiptomban. A 'Pink Lady' Európában, főleg Franciaország déli részén is terjed, de Magyarországra alkalmatlan.

d) A virágzási idő szabályozása

Legszerencsésebb, ha a fajták nagy részével azonos időben virágzik az új fajtánk. A nagyon korai virágzás nem szerencsés, de díszalmával is megoldható a fajtatársítás. A nagyon kései virágzás a tavaszi fagykárok elkerülése miatt kedvező lehet. Ezért ez számos nemesítési programban a fő célok között szerepel.

A virágzási idő poligenikusan szabályozott (XV/2. fejezet). A hibridcsalád és a szülők átlagos virágzási ideje nagyjából azonos. Az eloszlás általában normális, de általában találunk a populációban a szülőknél később virágzó utódokat is. TYDEMAN (1964) és MURAWSKI (1967) cit. JANICK et al. (1996) eredményei azt igazolják, hogy a rügyfakadás és a virágzás ideje között szoros összefüggés van, ez is lehetőséget ad tehát a korai szelekcióra.

e) A növekedési erély és fahabitus módosítása

Annak ellenére, hogy számos olyan gént azonosítottak már, amelyek a terméshozást és a növekedési habitust szabályozzák (az oszlopos habitusért felelős domináns *Co* gén, pl. OGJANOV et al. (1999) szerint), a hibridállomány növekedési erélyének vizsgálata nagyon nehéz, mert az számos tényezőtől függ. Az öröklődési vizsgálatok eléggé eltérő eredményre vezettek. Ráadásul a szülőkkel való összehasonlítás nagyon nehéz, mert azokra hatással lehet az alany, s a magoncok pedig saját gyökéren állnak. A triploiditás növeli a vigort, a tetraploidok növekedési erélye ezzel szemben gyengébb.

Régen a nemesítők inkább erős növekedés elérésére törekedtek, most viszont az intenzív ültetvényekben a kompakt fáknak van előnye. Ezt az optimális genetikai bélyegek, a törpítő alany és a nyári metszés kombinációja eredményezi. Ezért is került előtérbe a spur és az oszlopos terméshozási típusra való nemesítés. Érdekes, hogy a spurok jóval kompaktabbak, mint a standard fajták, alanyként viszont mégsem tapasztaltak velük törpítő hatást. A spur növekedési típus poligénesen meghatározott, ezért keresztezéssel nagyon nehéz ilyen fajtákat nemesíteni, mert nagyon változatos az utódállomány növekedése. Például a 'Golden Delicious' rügymutánsai, továbbá a 'Redspur Delicious' és 'Starkrimson Delicious' fajták esetében a spur habitushoz recesszív gének társulnak [(DECOURTYE és LANTIN 1969, ALSTON és WATKINS 1973) cit. HANCOCK et al. 2008].

Az új fajták üzemi ültetvényekbe való alkalmassága érdekében legtöbbször a közepes vagy jó gyümölcskötődési erély s a koronán belüli kiegyenlített gyümölcsberakódásra való hajlam fogalmazódik meg nemesítési célként. A standard növekedési habitus genetikai bázisa nagyon komplikált (XV/2. fejezet), ezért a „standard Golden" terméshozási típus (IV. fejezet) eléréséhez jelenleg a fenotípus szerinti szelekció jelent megoldást azzal, hogy a kevéssé elágazódó, felkopaszodásra hajlamos, avagy a túlzottan erős és feltörő habitusú hibrideket kiselejtezzük. Érdekes speciális nemesítési cél a függönyszerű „solen" koronaformára való alkalmasság (LESPINASSE 1989), amelyre pedig a *Tb* gén által kontrollált (LAWSON et al. 1995 cit. SCHMIDT és WEG 2005) „végentermő típus" (IV. fejezet) a legmegfelelőbb.

f) Speciális nemesítési célok

(1) Télállóság javítása

A télállóságra való nemesítés még most is fontos cél Kanadában, az USA-ban, Lengyelországban, Svédországban, Kínában és Oroszországban. Korábban ezeken a helyeken a jó

télállóságal jellemezhető Yellow Transparent, Wealthy, Antonovka fajtákat termesztették, de ezek minősége kívánnivalót hagyott maga után.

Számottevő különbség van a fajták téli fagytűrésében (XIII. fejezet). Számos módszer van a fagyállóság növelésére a nemesítés során. A szabadföldi megfigyelés esetleges a változó körülmények miatt, ezért nem megbízható. Mesterséges fagyasztással kell ellenőrizni a hibridek hidegtűrését.

A késő tavaszi fagyokra való érzékenységben különbség van a hibridek között, de a szelekció ez alapján nehezen kivitelezhető. Általános jellemzőként megállapítható, hogy a triploidok és a tetraploidok érzékenyebbek a tavaszi fagyra, mint a diploidok. A fagyállóság poligenikus meghatározottságú. Néhány hibridcsaládban keletkezhetnek a szülőknél hidegtűrőbb utódok.

(2) Téli hidegigény

Az alacsony hidegigény a szubtrópusi területeken fontos. Régen az ilyen fajták minősége nem volt megfelelő. Most már vannak jobb minőségűek is. pl. 'Anna', 'Ein Shemer'. A Mollies Delicious fajtát Braziliában sikerrel használták szülőfajtaként, mint alacsony hidegigényű génforrást.

(3) Partenokarpia

A teljes partenokarpia kevés fajtára jellemző, de fontos nemesítési céllá vált akkor, amikor az oszlopos fajtákról kiderült, hogy alternanciára fokozottan hajlamosak. Tobbut (1994) fő célja az volt, hogy az *ape* receszív génnel meghatározott sziromtalanságot és vele a partenokarpiát az oszlopos habitussal kombinálja. A sziromtalan fajtákat a méhek nem látogatják, s ezért gyümölcseik magnélküliek, a keresztezéskor végzett megporzás után azonban maggal telt gyümölcsöket fejlesztenek, ezért anyafajtaként is használhatók. Az oszlopos és partenokarp fajták előnye az lenne, hogy az alternancia így elkerülhető, s ezek szövettenyésztéssel szaporítva, nagy tőszámú ültetvényekben saját gyökéren termeszthetők, s ipari célfajták esetén a gépi betakarítás is könnyebben megoldható az oszlopos koronaformáról.

6. KLASSZIKUS NEMESÍTÉSI MÓDSZEREK

A szántóföldi növényekhez viszonyítva a fás gyümölcstermő növények nemesítésében kétségtelen előny az, hogy az előállított új fajták vegetatív szaporítással megőrzik tulajdonságaikat. Óriási hátrány viszont a hosszú nemesítési időszak, különösen akkor, ha több jó tulajdonságot is akarunk egy fajtába kombinálni. Az alma esetében is számos akadálya van a gyors siker elérésének: a hosszú juvenilis időszak (lásd VI. fejezet), a nagy faméret, az önmeddőség és a beltenyésztési vonalak előállításának nehézségei. Az utóbbi két tényező miatt az almanemesítők nem alkalmazhatják az egyszerű visszakeresztezést, hanem generációként eltérő rekurrens szülőfajtára van szükség.

Az almanemesítés régi keletű. A céltudatos nemesítő munka a XVII. században Európában, Franciaországban kezdődött, amikor magvetésből származó csemetékből fajtákat különítettek el (pl. 'Renet', 'Kalvil'). Tudományos alapon, tudatos keresztezéssel először Thomas Andrew Knight (1759–1835) állított elő új almafajtákat. Ő állapította meg elsőként, hogy az új fajták célszerűbben előállíthatók úgy, ha az egyik gyümölcsfajta virágporát egy másik fajta virágára juttatjuk.

A későbbi évszázadokban nagyon kiterjedt az almanemesítési munka, s szerte a világon számos állami és magántulajdonú nemesítő műhelyben kezdtek szisztematikus almanemesítést. A nemesítés nemzetközi helyzetéről először az USA nyugati partvidékén működő Gyümölcstesztelő Társaság által készített felmérés alapján Ballard (1998) 25 országból 57

nemesítő műhelyről adott számot. LAURENS (1999) kérdőívét 29 országból 42 nemesítő küldte vissza kitöltve, s további nemesítési programokról egyéb úton szerzett információt. A megvizsgált 51 nemesítési programból 31 Európában és 10 Amerikában működött. BROWN és MALONEY (2003) nemzetközi áttekintéséből arra lehetett következtetni, hogy 10 évvel ezelőtt 33 országban legalább 63 nemesítő műhelyben folyt aktív nemesítő munka. Az USA-ban például az 1983-ban működő 19 állami nemesítési program a 2000-es évek elejére 7-re csökkent. Ugyanakkor Washington államban 1994-ben indították az almanemesítési programot. A világ nemesítési műhelyeinek többsége (35 db) európai intézményekben működött, s már akkoriban 26 volt az ázsiai kontinensen beindított nemesítési programok száma, ami azóta tovább gyarapodott.

A jól tervezett és végrehajtott gyümölcsnemesítés lényegében három fő feladatot ölel fel (SCHMIDT–WEG 2005): (1) a genetikai sokféleség megteremtése; (2) a legjobb magoncok kiválasztása; (3) a kiválasztott magoncok értékelése, hogy valóban versenyképesek lehetnek-e a termesztésben és a piacon. A konvencionális almanemesítési programokban mindezidáig a következőkben részletezett nemesítési módszereket alkalmazták sikerrel (BROWN 1975, JANICK et al. 1996, BROWN–MALONEY 2003, SCHMIDT–WEG 2005, HANCOCK et al. 2008).

a) Ismert vagy ismeretlen eredetű magoncok szelekciója

A múltban a világfajták jelentős része véletlen magoncként keletkezett, s zömmel az amerikai kontinensen, mivel a telepesek annak idején az alma meghonosításához először almamagvakat vittek be Európából, s az azokból létesített magoncültetvényekből lettek kiválasztva később világhírnevet szerzett fajták (pl. 'Golden Delicious', 'Jonathan', 'Red Delicious'). További jó példa a 'McIntosh', amelyet Kanadában egy legelőt szegélyező magoncsövényből emeltek ki. A zöld almaként világszerte ismertté vált Granny Smith fajtára is véletlen magoncként találtak rá Ausztráliában.

A mai nemesítésben a véletlen magoncoknak kisebb a szerepe, s csökkenő mértékben ugyan, de a célszerűen kiválasztott anyafajták szabad megporzásból származó magoncainak szelektálását még ma is széleskörűen alkalmazzák, mert sokszor így gyorsabban megteremthető a kívánt genetikai variabilitás. BROWN és MALONEY (2003) szerint még a közelmúltban sikeressé vált 'Cameo' is így keletkezett.

b) Keresztezéses nemesítés

Ha valamilyen világos célt akarunk elérni, akkor nemcsak az anyafajta, hanem az apafajta ismerete is elengedhetetlen, vagyis a szülőfajták megválasztása nagyon fontos eleme a nemesítő munkának. A világfajták árutermesztésben megismert előnyös tulajdonságainak örökítése céljából ezért is tértek rá a nemesítők a keresztezéses nemesítésre. Így állították elő pl. az USA-ban a 'Jonathan' és 'Golden Delicious' keresztezésével a 'Jonagold'-ot, s a közelmúltban népszerűvé vált fajták közül ilyen módon nemesítették a Fuji, Gala és Elstar fajtákat is.

A hibridizáció ma is nagyon elterjedt többek között a legjelentősebb betegségekkel (ventúriás varasodás, almafaliszharmat, tűzelhalás) szemben rezisztens fajták nemesítésében. Számos esetben a szülőfajták kiválasztásakor a rezisztencia génjét vagy génjeit örökítő vad fajokhoz is visszanyúltak, s eltérő kultúrfajták módosított visszakeresztezésekben való alkalmazásával több további generáció után lehet a gyümölcsméretet megfelelő méretűre javítani. A jó minőségű rezisztens árufajták hibridizációba való bevonásával ma már gyorsabban is bővíthető a választék.

A keresztezés előtt a pollengyűjtéshez a hólyag stádiumban (VII. fejezet, BBCH fenológiai kód: 59), még a kinyílás előtt kell szedni a virágokat az ültetvényből, növényházból vagy akár szobahőmérsékleten vízbe állítva meghajtatott gallyakról. A virágokból a

portokokat kézzel szedjük ki egy apró lyukú szitára, s egy napig petricsészében vagy papírtálcán szobahőmérsékleten hagyjuk kiszáradni. A megszáradt pollen akár azonnal felhasználható keresztezésre, de szobahőmérsékleten több napig, hűtőszekrényben pedig több hétig is megtartja életképességét. Tapasztalataink szerint az almapollen vattával lezárt fiolákban, -15 °C-os fagyasztóban, egy kalciumkloridot is tartalmazó dobozban akár 3 évig is megőrzi életképességét. A gyakorlatban azonban általában csak egy évig tároljuk a pollent.

A keresztezés előtt a virágok kasztrálását körömmel vagy ollóval végezhetjük ugyancsak a virágok hólyag stádiumában. Zömmel csak a sziromlevelek és a porzószálak eltávolítására kerül sor, de a keresztezett gyümölcs könnyebben elkülöníthető, ha a csészeleveleket is eltávolítjuk. Kasztrálás után általában azonnal végzik a keresztezést, de alacsony hőmérséklet vagy egyéb zavarok miatt a biztonság kedvéért egy nap múlva megismételhető a megporzás. A BCE Gyümölcstermő Növények Tanszéken többször tapasztaltuk, hogy ha a hőmérséklet megfelelő, akkor még a megporzás után hirtelen jött eső sem okozott zavart a sikeres megporzásban. A virágok több napig alkalmasak megporzásra, s mivel a nemesítők általában maximum két virágot poroznak meg virágzatonként, a többi virág eltávolítása miatt a legjobb fenológiai állapotú virágok választhatók ki a megporzáshoz. (Visser 1951) cit. Hancock et al. (2008) vizsgálatára hagyatkozva, miszerint a kasztrált virágokat nem látogatják a méhek, az almanemesítők többsége a megporzás után nem takarja be izolátorzacskóval a virágokat. Izolálást általában csak akkor alkalmaznak, ha nincs kasztrálás. Nagy magmennyiség elérése érdekében újabban gyakori a kisméretű orsófák virágzás előtti teljes lefedése sűrű szövésű hálóval, s ezzel teljesen kizárható a virágok rovarok általi megporzása. A pollen újbeggyel, fogpiszkálóval, apró ecsettel vagy ceruzaradírral is a bibére helyezhető. Legjobb az eldobható vagy cserélhető eszköz használata, mert ez esetben nincs szükség a kombinációk közötti letisztogatásra.

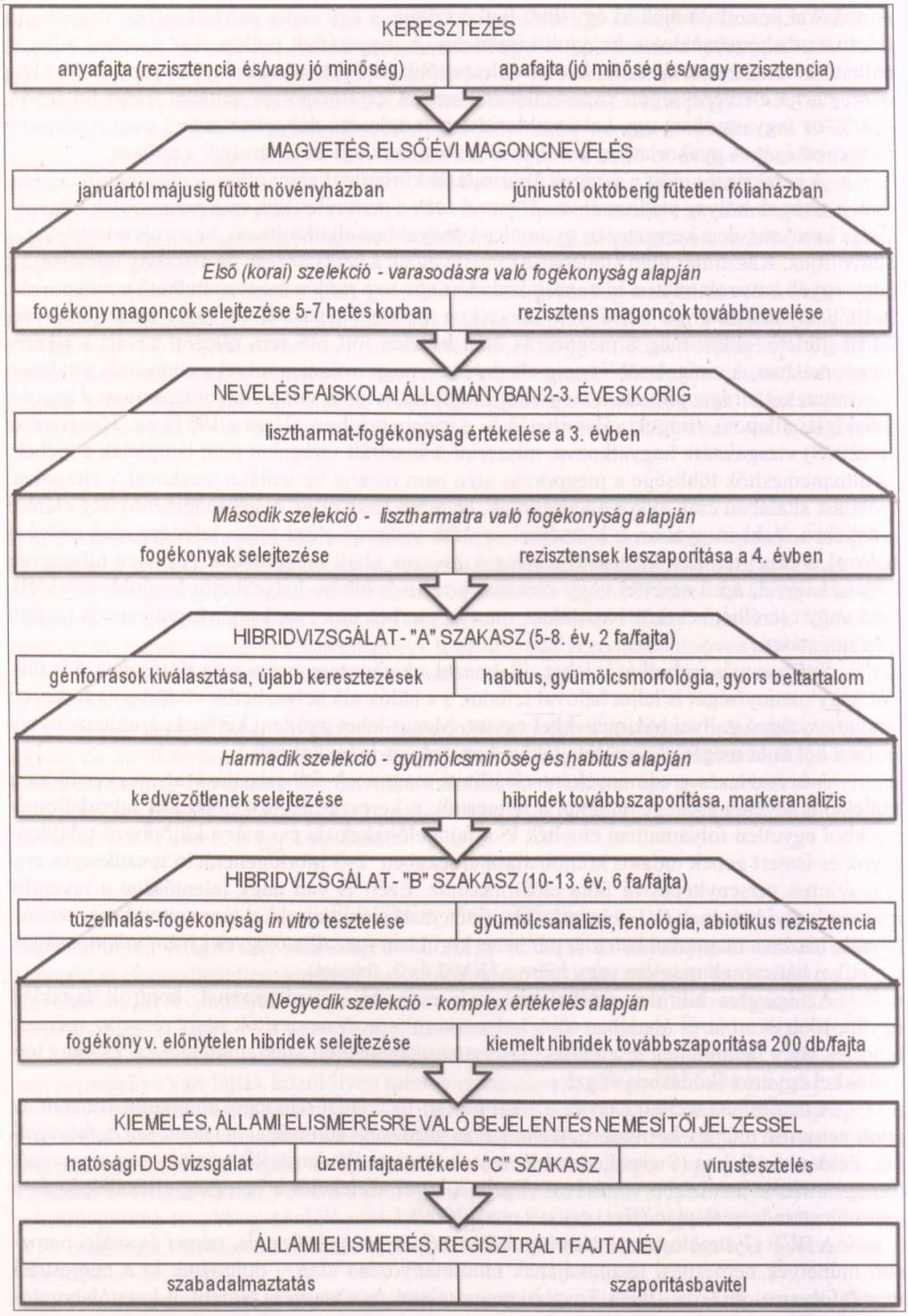
Számos más technikát is lehet alkalmazni a kívánt magmennyiség eléréséhez. Kis fákból nagy mennyiséget is lehet hálóval lefedni, s a hálók alá helyezhetők vödörben a tervezett apafajta virágzó gallyai háziméhekkel együtt. Magot lehet gyűjteni kétfajtás áruültetvényből is, ha a két fajta megfelel a szülőfajtákkal kapcsolatos igényünknek.

A keresztezés eredményeként előállított magoncok felhasználásával megkezdődik a szelekciós tevékenység. A múltban a nemesítők a keresztezésből keletkezett hibridállományokból egyetlen folyamatban emelték ki a fajtajelölteket. de ma már a különböző tulajdonságok és ismert gének tudatos kombinálása érdekében 2–3 hibridgeneráció is szükséges egy mai szinten versenyképes új fajta előállításához. Ezért is van nagy jelentősége a juvenilis szakasz lerövidítésének (VI. fejezet), valamint a markeranalízisekkel támogatott korai szelekciónak, hiszen a magoncokban már pár hetes korukban igazolható egyes kívánt tulajdonságok genetikai hátterének megléte vagy hiánya (XV/2 és 3. fejezet).

Az ígéretes hibridek értékelésére már nagyobb egyedszámmal, kontroll fajtákkal együtt, több éven át és általában több helyen kerül sor. A nemesítők nagy része az ígéretes hibridek vagy fajtajelöltek tesztelését más kutatóintézetekkel, szaktanácsadókkal és/vagy termelőkkel együttműködésben végzi.

A nemesítési technikákat és a fenti három fő feladat tényleges munkafolyamatait az adott nemesítő műhely környezeti, technikai és gazdasági adottságai is jelentősen befolyásolják. Például Svájcban (Swiss Federal Research Station, Wadenswill) az első éves magoncok tömeges markeranalizisbe vonásával végzik a korai szelekciót a betegség-ellenállóság és a gyümölcsminőség alapján (Kellerhals et al. 2009).

A BCE Gyümölcstermő Növények Tanszéken – angol, francia, német és svájci nemesítő műhelyek nemesítési technikájának tanulmányozása után – dolgoztuk ki a nemesítési munkafolyamatot (Tóth 1998). További tapasztalatok és a tanszéki tematikus kutatólaboratóriumok kibővítése után a 106. ábrán bemutatott sémára fejlesztettük ki a nemesítés menetét, s ma ezt alkalmazzuk. A juvenilis szakasz lerövidítése érdekében a hazai ökológiai adottságokra



106. ábra. A hazai almanemesítésre kidolgozott munkafolyamat. A multirezisztens hibridek fungicidek nélküli, a részleges rezisztenciájúak integrált növényvédelemben részesülnek.

kidolgozott gyorsított magoncnevelési módszert (IV. fejezet) alkalmazunk. Az alapvetően konvencionális nemesítési módszert az utóbbi években tanszéki molekuláris biológiai laboratóriumunkban végzett genetikai markerezéssel is kiegészítjük. Varasodásrezisztenciát kódoló génekre (pl. *Vf* = *Rvi6* gén) homozigóta magoncok kiválasztása érdekében esetenként már a magoncok első évében végzünk markeranalizist (Király et al. 2009a). A költségek csökkentése érdekében a főbb betegségekkel szembeni rezisztencia genetikai hátterének azonosítására a hibridvizsgálat „A" szakaszában, a varasodás, lisztharmat és gyümölcsmorfológia alapján végzett szelekciók után kerül sor. A nemesítési időtartam lényeges lerövidítését teszi lehetővé az is, hogy a tűzelhalásfogékonyság vizsgálatát az első pozitív gyümölcsmorfológiai eredmény után azonnal elkezdjük a virágok majd, ha a hibrid vizsgálatban marad, a hajtások tesztelésével. A gyümölcsminőség két lépcsőben történő teszteléséhez a gyümölcsmorfológiai és gyümölcsanalitikai laboratóriumok biztosítanak kellő hátteret. Az eddigiek során különböző kutatási programok arra is lehetőséget adtak, hogy az Élelmiszertudományi Kar bizonyos tanszékeivel (Alkalmazott Kémia Tanszék, Konzervtechnológia Tanszék, Érzékszervi Minősítő Laboratórium, Központi Laboratórium) az állami elismerésre bejelentett fajtajelöltek egészségvédő értékeit, különböző ipari célokra való alkalmasságát és friss étkezési érzékszervi profilját is tisztázzuk a termelésbevitel előtt (Papp et al. 2009, Nótin et al. 2009, 2010, 2011, Sipos et al. 2012).

A molekuláris nemesítés perspektíváját is figyelembe véve jelenleg úgy tűnik, hogy az almánál a keresztezéses nemesítés még hosszú ideig a legjelentősebb nemesítési módszer lesz, de a biodiverzitás megőrzése érdekében még nagyobb gondossággal kell megválasztani a szülőfajtákat. Ugyanis 50 almafajta pedigréjének elemzésével már 2000 előtt megállapította Noiton és Alpasch (1996), hogy a nemesítők leggyakrabban a McIntosh, Golden Delicious, Jonathan, Cox narancs renet, Red Delicious fajtákat használták szülőfajtaként. Később Laurens (1999) is rámutatott a 'Golden Delicious', a 'Gala', a 'Jonathan', a 'Red Delicious', a 'Granny Smith', az 'Idared', s később a 'Fuji' és a 'Braeburn' gyakori használatára. Ráadásul ezzel egyidejűleg a globalizáció, a fejlődő országokban szellemi és anyagi tőkekihelyezésekkel megvalósított termelésfejlesztések, az É–D kereskedelem, s annak a fajtahasználatra kifejtett hatása következtében az utóbbi évtizedben nagyon beszűkült a nemzetközi üzemi fajtahasználat. Ezért a különböző nemesítői hálózatok, a FruitBreedomics Európában, és a RosBreed Amerikában – a nemesítőkkel egyeztetve – a legfőbb célkitűzésnek tekinti az üzemi fajtahasználat újbóli diverzifikálását, az országonként (vagy legalább nagyobb földrajzi térségenként) önálló portfolió kialakítását. A rezisztencianemesítés is egy örökös versenyfutás a károsító és a nemesítő között, s a különböző károsítók biotípusaival szemben is csak ebben az esetben lehet tartós, fenntartható sikert elérni.

Tudomásul kell venni azt is, hogy manapság a keresztezéses nemesítés hatékonysága az alma esetében nagyon alacsony, mivel ez az ún. intenzív nemesítésnek kitett fajok közé tartozik, s egyre nehezebb túlszárnyalni az előző eredményeket. 100 virág megporzásából kb. 100 mag, majd 80 magonc lesz. Generációnként 10.000 magoncból lehet 1–5 ígéretes hibridet kiemelni a „C" szakaszban esedékes részletesebb vizsgálatra. Ez nem nagy szám, s ráadásul az utolsó értékelés során még drasztikusabb a selejtezés, s csak a csíráztatott magoncok 0,1–0,3‰-éből lesz regisztrált új fajta.

c) Természetes mutációk kiválasztása

Egyes almafajtáknál gyakori a természetes mutáció, s ilyen módon sok fajtával bővült a fajtaválaszték. Megváltozhat a gyümölcsszín, ilyen például az intenzívebb piros gyümölcsszín megjelenése a 'Jonagold'-ból keletkezett 'Jonagored' esetében. Gyakori a növekedési jelleg és a terméshozási típus megváltozása a gyengébb növekedésű, mérsékeltebben elágazódó, rövidebb ízközű egyedek megjelenésével (pl. a Golden Delicious fajtából keletkezett spur

habitusú 'Golden Spur' vagy a 'McIntosh' mutációjával keletkezett oszlopos, azaz elágazásmentes 'Wijcik'). A gyümölcsszín és a terméshozási jelleg együttes megváltozására példaként a 'Starking'-ból keletkezett 'Redspur Delicious' említhető.

A fajták e hajlama eltérő, pl. a 'Red Delicious', a 'McIntosh', a 'Gala', a 'Fuji' és az imént említett 'Jonagold' mutációjával nagyon sok változat keletkezett ilyen módon. A hajlam öröklődését bizonyítja például, hogy a 'McIntosh' és a 'Red Delicious' utódjaként ismert 'Empire' maga is nagyon hajlamos a mutációra (Brown–Maloney 2003).

Adódik az ötlet, hogy a mutáció útján keletkezett változatokat a keresztezéses nemesítésben szülőfajtaként felhasználjuk. Ez viszont csak azon mutációknál lehet sikeres, amelyeknél a mutáció az L-2 réteget is érintette. Számos nemesítő (Kelsey–Brown 1992, Ogjanov et al. 1999, Blazek–Krelinová 2011) ezért tudta sikerrel alkalmazni az oszlopos habitusú Wijcik McIntosh fajtát szülőfajtaként. A 'Wijcik' oszlopos habitusát a *Co* domináns gén határozza meg, s erre nézve a fajta heterozigóta, de a hasadási arányt módosító gének is befolyásolják. Ezért a Golden Delicious fajtával való keresztezés után az utódok 44%-a kompakt növekedésű lett. Ezzel szemben a 'McIntosh' sugárkezeléssel indukált mutációja, amelynél a mutáció csak egy sejtréteget érintett a csúcsmerisztémában, a 'Golden Delicious'-szel kombinálva egyetlen kompakt hibridet sem eredményezett, mert ez a változat valójában egy kiméra (Lapins 1969 cit. Janick et al. 1996).

A nemesítési módszer eddigi eredményeit értékelve megállapítható, hogy az így keletkezett változatok egy része magas értékű lehet, különösen ha a gyümölcsminőség javult. A jobb színeződésű mutánsok gyakran kiszorítják a kevésbé jól színeződő alapfajtát a termesztésből. Ez történt pl. a 'Jonagold' és az 'Elstar' esetében. A hazai termesztésben is jól beváltak a 'Golden Delicious' perzselésmentes változatai: 'Golden Reinders', 'Gibson Golden Delicious' (Smoothee). A 'Red Delicious' fajtakör spur változatai ('Starkrimson Delicious', 'Topspur Delicious', 'Campbell Delicious') azért előnyösek, mert erős alannyal kombinálva jövedelmezőbb ültetvények létesíthetők belőlük, s koronájuk is kezelhetőbb, mint az alapfajtáé.

Ugyanakkor a Golden Delicious alakkör spur típusai nem igazán sikeresek, mert gyümölcsük jobban perzselődik, az érésük 4–7 nappal későbbi, s szakaszos terméshozásra is hajlamosak. Ráadásul gyakran reverzió (visszamutálás) következik be, de az imént említett első két hiba megmarad.

Egy időben a jobban színeződő mutánsok regisztrálása azért is terjedt nagyon, mert ez a fajtavédelem megkerülésére is lehetőséget adott. A mutáns felfedezője új fajtaként oltalmaztathatta a változatot anélkül, hogy kifizette volna a jogdíjat az eredeti fajta tulajdonosának. Faiskolák előszeretettel regisztráltattak és szabadalmaztattak „új" változatokat. Később a fajtavédelmi eljárásba bevehető lett az is, hogy az eredeti fajta tulajdonosa a rügymutációkra is jogot formálhat. Azóta az új változatok felfedezői kénytelenek egyeztetni az alapfajta tulajdonosával.

Mivel a mutációk nemcsak pozitív, hanem negatív irányban is megváltoztathatják a tulajdonságokat, ezért az almafajták esetében fokozott jelentősége van a fajták pozitív tulajdonságainak megőrzése érdekében végzett fajtafenntartó nemesítésnek.

d) Indukált mutáció

Az alma esetében a szomatikus sejtek genetikai tulajdonságának megváltoztatására leggyakrabban a röntgensugarakat alkalmazták, de lehetséges még gamma- és neutronsugárzás, valamint kémiai anyagokkal való beavatkozás is. A tetraploidok kialakulását kolchicin alkalmazásával lehet indukálni.

A racionális elv az volt, hogy egy adott fajta pozitív értékeit megtartva javítsák más tulajdonságait. Rendszerint a nyugalmi állapotban levő, egyéves vesszőket tették ki besu-

gárzásnak, majd ezek oltócsapjait erős növekedésű alanyba oltották, s a kihajtó növényeken értékelték a mutáció sikerességét. A növekedési erélyben bekövetkezett változás hamar értékelhető volt, de a gyümölcsszíneződésben bekövetkező változások észlelése hosszabb időt és több költséget igényelt. Az internódiumok hosszának megbízható értékelésére (Visser et al. 1971) cit. Janick et al. (1996) dolgozott ki módszert, mely szerint három évig történő visszametszés után hasonlíthatók össze a kezelt egyedek.

Annak ellenére, hogy néhány sikeres példát említhetünk (a 'Cox narancs renet' öntermékenyülő klónja; a 'Golden Delicious' parásodásra kevésbé hajlamos indukált mutánsa a 'Lysgolden' és a 'Golden Haidegg'), az egykor közkedvelt módszer eredményessége mégis vitatható. Ma már alig alkalmazzák, mivel elsősorban csak instabil kimérákat sikerült létrehozni, s gyakran nem várt hatásokat (pl. gyengébb termőképesség, torzult megvastagodás) is eredményezett az indukált mutáció. Ráadásul az is kiderült, hogy a jobban színeződő változatok gyümölcse aromaanyagokban szegényebb, mint az alapfajtáké.

e) Klónszelekció

Hazánkban fajtajavítási célú klónszelekciót a 'Jonathan' és a 'Starking' esetében végezték el, s ma már csak a klónjaik szaporíthatók (pl. 'Jonathan M. 41', 'Starking Nm. 47'). Külföldön a jobb termőképességű klónok termesztésbe vonásához vírusmentesített növényegyed utódait vonják be a köztermesztésbe. Utóbbira jó példák a 'Jonagold' vírusmentes klónjai, amelyek a nyugat-európai termesztésben igen jól szerepelnek.

Manapság hazánkban napirenden van a Kárpát-medencei régi almafajták közül az arra érdemesek újbóli termesztésbevitele, s mivel ezek jelentős része a hosszú termesztési és szaporítási időszak alatt heterogénné vált, ezért ezeknél nagyon nagy szükség lenne a legjobb klónok kiemelésére.

f) Biotechnológia a nemesítés szolgálatában

A XV/3. fejezetben részletezett molekuláris technikákon túl a szinte korlátlanná szélesedő lehetőségek miatt egyre inkább segítik ilyen módszerekkel is a konvencionális nemesítést. A mikroszaporítás mint biotechnológiai módszer az almafajták saját gyökéren való termesztését tenné lehetővé. Az eddigi sikerek nem nagyon biztatóak, többek között a nagyon kései termőrefordulást eredményező rejuvenilitás miatt. Intenzív kutatások folynak a szomatikus embriogenezis alkalmazása érdekében. A növények különböző részeiből (pl. virágrügy, mag stb.) indulnak ki. Az alma esetében az embriómentés a távoli hibridizációt szolgálná.

7. A HAZAI NEMESÍTÉS TÖRTÉNETE ÉS EDDIGI EREDMÉNYEI

A hazai almanemesítés megalapozását segítették a nagy pomológus elődök által végzett fajtaértékelések és egzakt leírások. Lippay (1667) a Gyümölcsöskert című művében már 23 almafajta nevét sorolja fel. Közülük pl. a 'Páris alma', a 'Kormos alma', a 'Fontos alma', 'Szentiváni alma' még ma is ismert a népi fajtanevek között. Leírásukat „haszontalannak és lehetetlennek" tartotta azok nagy száma és a vidékenként eltérő nevük miatt. Lippay munkássága nagy előrelépést jelentett a hazai kertészet történetében, bár műve Nyugat-Európához viszonyítva elmaradottnak számított.

A török hódoltság idején új gyümölcsök egész sora jelent meg, s Rapaics (1940b) szerint török közvetítéssel, a balkáni úton néhány almafajtát is kaphatott a magyarság. A nyugati fajták hazánkban a francia parkstílussal együtt, a XVIII. sz-ban az Esterházy, Károlyi és a Grassalkovich család kertjeiben tűnnek fel először. Az ismeretlen szerzőjű "Falusi kertész" (1805) című mun-

kában olvashatunk először a szaporításra méltó almafajtákról. Ezek a következők: 'Masánczki', 'Kormos', 'Varga', 'Zöld ranét', 'Pogácsa', 'Bársony', 'Sóvári' és 'Boczmány' (Pázmány).

A XVIII. sz. végétől egyre nagyobb a rendezetlenség a fajtahasználat terén. A problémát Entz Ferenc oldotta meg, akinek munkásságával új fejezet kezdődik a magyar kertészetben. Kertészeti füzeteiben ENTZ (1854, 1856–1859) egy tucat almafajtát jellemzett, többek közt a Londoni pepint, a Hölgyek királykáját (Kanadai renet), a Sikulait, a Törökbálintot. A 'Londoni pepin'-t kiváló angol almaként említi. A múlt században annyira elterjedt és kedvelt volt, hogy 'Magyar kálvil' néven forgalmazták. A magyar almák közül Entz ismertette részletesen a Sikulai almát, mely a Balkánról beáramló fajtákkal került hozzánk.

Bereczki, a szenvedélyes gyűjtő „Gyümölcsészeti Vázlatok" című négykötetes munkájában addig nem látott alapossággal több száz fajtát ismertet (BERECZKI 1882, 1884, 1886, 1887). E kötetei korszakalkotóak és a külföldi, hasonló művekkel egyenrangúak. Többek között ezekben jellemzi és különbözteti meg a Sóvári almákat, a Kanadai renet, a Sárga bellefleur, a Parker pepin és Jonathan fajtákat. Bereczki Mátét, mint a külföldi fajták gyűjtőjét és hazai értékelőjét tekinthetjük az első tudatos fajtahonosítónak (TOMCSÁNYI 1998).

NYÉKI és PETHŐ (1984) szerint hazánkban a XIX. században, de még a XX. sz. elején is nagyrészt az előbbiekben említett nyugat-európai almafajtákat termesztették. A Red Delicious, Starking, Golden Delicious, a Staymared amerikai fajták behozatala – Zatykó Imre jóvoltából – a fajtaösszetétel kedvező változását eredményezte.

A felszabadulás után a Kertészeti Kutató Intézet központi (Érd-Elvira) és tájtelepein (Cegléd, Újfehértó) fajtagyűjteményeket létesítettek. Az Újfehértói (Nyírség) Kísérleti Telepen létesítettek almából fajtagyűjteményt, amelynek fajtaszáma az 1960-as évek elejétől a 600-at is meghaladta.

A fajták értékelését az Országos Mezőgazdasági Fajtakísérleti Intézet (jelenleg Nemzeti Élelmiszerlánc Biztonsági Hivatal) koordinálta. Ebben az intézményben jelentős munkával segítették a fajtaválaszték fejlődését. Már a 60-as években korszerű alapokra helyezték a fajtaérték-vizsgálatok rendszerét (TOMCSÁNYI 1958, 1968). Később TOMCSÁNYI és WELLISCH (1972), továbbá TOMCSÁNYI (1975) a fajtavizsgálatok tervezését is új alapokra helyezte. Mindezzel párhuzamosan ÉLES (1969) dolgozta ki a fajtafenntartó szelekció módszereit a gyümölcsfajták esetében.

Az almafajták keresztezéses nemesítésével, a termesztett fajtákon belüli szelekcióval kevesen foglalkoztak korábban. NYÉKI és PETHŐ (1984) később ezt előnytelennek értékelte. Külföldi példákkal összehasonlítva úgy ítélték meg, hogy a szellemi és anyagi kapacitás e területre irányítása kedvezően hatott volna almatermesztésünk alakulására, az adottságainkhoz jobban alkalmazkodó fajtaválaszték kialakítására. A következőkben részben a korábbi összefoglaló munkák (TOMCSÁNYI 1969, NYÉKI és PETHŐ 1984, SOLTÉSZ 1998, KOVÁCS 1996ab) nyomán az egyes nemesítő személyekhez kötve röviden összefoglaljuk az alma nemesítésével kapcsolatos hazai munkák eddigi legfontosabb eredményeit.

a) Korábbi hazai almanemesítők és eredményeik

(1) Porpáczy Aladár

Az 1937-ben előállított magoncok közül 1959-ben 5 egyedet emelt ki, amelyek értékelésébe 1957-től Szilágyi Kálmán kapcsolódott be. Államilag minősített fajtaként szerepelt a hazai fajtalistán a 'Fertődi téli'.

(2) Maliga Pál

Nemesítési célkitűzése volt Jonathan-típusú, lehetőleg a lisztharmattal szemben ellenálló, különböző időben érő fajták előállítása. A szülők kiválasztásakor a legfontosabb szempont a lisztharmat-ellenállóság, a szín és az alak volt. Az általa előállított magoncok a hazai alma-

nemesítés nagy ígéretét jelentették. Az eredményekre a külföldi szakemberek is várakozással tekintettek, de sajnos a teljes hibridpopulációt megsemmisítették a fajtabejelentések előtt. Államilag elismert fajta ezért nem keletkezett a programból.

(3) Budai József
Miskolci gimnáziumi tanárként almanemesítéssel is foglalkozott. A nemesítési célok közül a lisztharmattal szembeni ellenállóságot helyezte előtérbe. Előállított hibridjeinek nagy részéből nem lett államilag elismert fajta. Fajtajelöltjeit részben testvéréről, részben neves gyümölcsész személyiségekről nevezte el. Termesztésbe bevezetett fajtája a 'Budai Domokos'. E fajtáját és az Angol Nemzeti Fajtagyűjteményből visszahozott hibridjeinek génforrásértékét a BCE Gyümölcstermő Növények Tanszék génbankjában vizsgáljuk.

(4) Tamássy István
Az alma rezisztencianemesítését két irányban végezte. Egyfelől a 'Jonathan' és a 'Golden Delicious', valamint a *Malus robusta*, a *Malus zumi* és a *Malus floribunda* keresztezéséből származó F1-eknél elvégzett egy visszakeresztezést. Másrészt újabb keresztezéseket végzett a *Malus zumi* és a *Malus robusta* szabad termékenyülésből származó hibridjei és a 'Jonathan', a 'Starking' s más almafajták között. Az említett vad fajok keresztezésbe vonását az indokolta, hogy ezek az almafalisztharmat- és a varasodás-rezisztencia hordozói. E hibridek rezisztenciája és termőképessége meghaladta a termesztett almafajtákét, viszont gyümölcsminőségük még nem volt megfelelő. A programból megmaradt legjobb genotípusok a Gyümölcstermő Növények Tanszék génbanki gyűjteményében vannak, s a nemesítésben szülőfajtaként hasznosítjuk azokat.

(5) Dániel Lajos
Lisztharmattal szemben rezisztens, erősebb hajtásrendszerű Jonathan-típusú fajta előállításán munkálkodott. A 'Jonathan' szabadbeporzású megporzásából indított magoncai közül Tomcsányi Pál és Pethő Ferenc értékelő munkája eredményeként államilag minősített árufajta lett az 'Éva'. Nyári érésű, a nemzeti fajtalistán még szerepel, de gazdaságilag nem jelentős fajta.

(6) Nyujtó Ferenc
Cegléden 1951 óta foglalkozott exportra alkalmas, bőtermő nyári almafajták szelektálásával. A 'Ceglédi piros' ismeretlen eredetű tájfajtát 1955-től vizsgálta, amely államilag minősített fajtaként a házikerti termesztésben volt, de ma már nem szerepel a nemzeti fajtalistán.

(7) Kovács Sándor
Eger környékén talált magonc megfigyelése és Magyar Istvánnal való értékelése alapján szelektálta az államilag is elismert Egri piros fajtát, amelynek szaporítását előbb árufajtaként majd házikerti fajtaként engedélyezték, s még ma is szerepel a nemzeti fajtalistán. Ezzel kezdődött a négy évtizedes nemesítői tevékenysége. Nemesítési célként különböző érési idejű, jó minőségű és lisztharmattal szemben ellenálló fajták előállítását tűzte ki. A keresztezési munkát 1960-ban kezdte, felhasználva egyik szülőként az 'Egri piros' lisztharmatra ellenálló almafajtát. A 'Jonathán' x 'Egri piros' között egyenes és reciprok keresztezéseket végzett 1964-65-ben. Szelekciója során az érési időszak széthúzását, a jó minőséget és a lisztharmat-ellenállóságot helyezte előtérbe. Az utódállományokból több lisztharmattal szemben ellenálló fajtajelöltet emelt ki, amelyek közül állami elismerést kaptak, s jelenleg is a nemzeti listán szerepelnek: 'Jonager', 'Nyári zamatos', 'Kovauguszt', 'Kovelit', 'Kovmulti', 'Kovsztár'. Ezeket a fajtákat korlátozott piaci igényük miatt csak kis felületen termesztik.

b) Jelenlegi hazai programok és eddigi eredmények

(1) Újfehértói Gyümölcstermesztési Kutató és Kecskeméti Főiskola együttműködése

Az Újfehértói Gyümölcstermesztési Kutató Fejlesztő Kft-ben többek között a köztermesztésben levő fajták klónszelekciójával és a korábbiaknál értékesebb klónok bevezetésével értek el számottevő eredményeket. Az intézet munkájának eredménye a nemzeti listán még ma is szereplő 'Jonathan M. 40' és 'M. 41', ill. a 'Starking Nm. 251' klónok kiválasztása.

Az utóbbi évtizedekben üzemi fajták szabadmegporzású magoncainak vizsgálatával nemesítési munkát is végeztek, melynek eredményeként 2011-ben és 2012-ben állami elismerésben részesült négy új almafajta. Az Újfehértói Kutató (Szabó Tibor és Görög Erika) önálló eredménye a 'Summerred' szabadmegporzású magoncaiból kiemelt 'Matika' és 'Dóra'. A kutatóállomás előbb említett két munkatársának és a Kecskeméti Főiskolán Soltész Miklósnak a közös nemesítési eredménye az 'Idared' üzemi árufajták szabadmegporzású magoncaiból kiemelt 'Davidino' és 'Soltadina'.

(2) Corvinus Almanemesítési Program

A Budapesti Corvinus Egyetem Gyümölcstermő Növények Tanszékén 1985-ben több mint 6000 magonccal indított, majd 1992 óta folyamatosan évente 5–7000 magonc vetésével végzett almanemesítési program, melynek keretében mindezidáig a következő alprogramokban értünk el eredményeket: (1) jobb minőség; (2). multirezisztencia; (3) vöröshúsú alma; (4) rezisztens pollenadó díszalma; (5) magyar génforrások. Valamennyi programunkban a szelekció egyik fő szempontja az alma legveszélyesebb betegségeivel szembeni tolerancia vagy rezisztencia, mivel a program eredetileg is kitűzött célja új fajtákban egyesíteni a jó gyümölcsminőséget, a kiváló termőképességet a több betegséggel szembeni ellenállósággal (Tóth et al. 1994). A betegség-ellenállóság tekintetében a szelekció sorrendben a ventúriás varasodással, az almafaliszthartmattal, a baktériumos tűzelhalással és az ágrákosodással szembeni ellenállóságra irányul. A szelekciós munkát molekuláris markerek vizsgálatával és a gyümölcsök beltartalmi analízisével is támogatjuk. A friss fogyasztásra való alkalmasság mellett fontos törekvés az is, hogy az almából készíthető feldolgozott termékekhez célfajtákat vagy kettős hasznú fajtákat is előállítsunk. Ezért az utóbbi évtizedben a nemesítő munkában különleges minőségi célok (pl. almachips előállításra alkalmas, gyors húselszíneződésre nem hajlamos fajták, kompótalma készítésre alkalmas világos héjú és húsú, magas beltartalmi értékű fajták, továbbá vöröshúsú fajták) nemesítése is előtérbe került.

A nemesítési program eredményeként 2011-ben és 2012-ben 4 államilag elismert almafajta került fel a nemzeti listára. Közülük a 'Cordelia' és 'Hesztia' CPVO (uniós szintű), az 'Artemisz' és a 'Rosmerta' hazai fajtaoltalomra van bejelentve. Mind a négy fajta nemesítője Tóth Magdolna, s társnemesítői: Bodor Péter ('Artemisz' és 'Rosmerta'), Kovács Szilvia ('Artemisz' és 'Hesztia') és Veres Emese ('Cordelia'). A választékbővítés mellett a fajták nagy értéke a multirezisztencia és a jó gyümölcsminőség, esetenként a kiemelt egészségvédő érték, ill. az élelmiszeripari célokra való alkalmasság. A négy új fajta amerikai bemutatása is folyamatban van (Tóth et al. 2012a). Ezen kívül jelenleg további 7 fajtajelölt van állami elismerésre bejelentve. A nemesítő munkához több mint 30 új nemesítési génforrást választottunk ki, melyek közül nemzetközileg is elismertek a Kárpát-medencei régi almafajták közül kiemelt, tűzelhalással szemben ellenálló génforrások (Tóth et al. 2005a, Tóth et al. 2012b).

XVI. AZ ALMA FAJTARENDSZERTANA

A fajták közötti könnyebb eligazodás és a pomológiai jellemzések, fajtaazonosítások elősegítése érdekében a XIX. században merült fel az almafajták pomológiai rendszerezésének igénye. A rendszerezési elképzelésekhez mindenekelőtt Közép- és Nyugat-Európa almafajtáit – főként azok gyümölcstulajdonságait – tanulmányozták a pomológusok. Az első fajtarendszertant Diel (1833) alkotta, ennek továbbfejlesztése Lucas (1866) érdeme, s ezzel párhuzamosan Angliában Hogg (1851) készített almafajták besorolására alkalmas rendszert. A 28. táblázat – Lucas és Oberdieck (1875) nyomán – e három rendszerezés összehasonlítását teszi lehetővé. Ezek egy része ún. természetes rendszerezés, vagyis elsősorban a fajták eredetére, rokonságára épült, más részük mesterséges rendszernek tekinthető, mivel csak a gyümölcs tulajdonságait veszi tekintetbe.

Mint a táblázatból látható, Diel (1833) hét osztályba (bordázott almák, rózsa almák, rambour almák, renetek, csíkos almák, csúcsos almák, pogácsa almák) javasolta besorolni a fajtákat, s az egyes osztályokon belül a gyümölcs alakja, felülete vagy magházának nagysága alapján 2–4 rendet különített el. Az osztályok egy része a fajták származása alapján keletkezett (pl. Renet almák), mások a gyümölcs külleme alapján képződtek (pl. csíkos almák, lapos almák).

Lucas és Oberdieck (1875) arról számol be, hogy Diel (1833) rendszerét némileg Liegel (1856) módosította úgy, hogy az első osztály három rendjét osztállyá emelte, s így 10 osztályt alakított ki. Lucas (1866) nagyjából meghagyta Diel (1833) rendszerét, de az osztályok élesebb elhatárolásával, továbbá rendek és alrendek hozzáfűzésével a jobb besorolhatóságra törekedett. Ezért Liegel (1856) 10 osztályából Lucas (1866) úgy formált 15-öt, hogy kialakította a Galamb almák, a Borsdorfi almák és a Rambour renet új osztályait, és a Renet rendet is osztállyá emelte. Az osztályok főbb jellemzői a gyümölcs minősége, a héj, a hús és a magház tulajdonságai alapján alakultak ki.

Az osztályokon belül 2–3 rendet különített el a következő módon. Az első hat, továbbá a IX–XII. s a XIV–XV. osztályban a rendeket a héj színe alapján képezte a következő három kritérium szerint: (1) a fedőszín nélküli v. egyszínű héj fehér, zöld vagy sárga lehet, legfeljebb a gyümölcs ¼ felületén halványpiros pírral vagy anélkül; (2) színezett, ha a gyümölcsfelület több mint ¼-e mosott piros színnel van befedve; (3) csíkozott, ha az alapszínen vagy világospiros fedőszínen csíkok alakulnak ki. A VII. és VIII. osztály esetében a színezettség szerint értelemszerűen nem lehet rendeket kialakítani, ezért a héj borítottsága a döntő elem. E szerint van: (1) fényes héjú, vagyis rozsdásodástól mentes; (2) érdes vagy rozsdás felületű, amelyek héján gyakran erős rozsdamáz figyelhető meg, s emiatt ránézésre vagy tapintásra érdes felületet észlelünk. Minden rend még két alrendre oszlik aszerint, hogy a csésze nyitott vagy zárt-e. Mohácsy (1943) szerint Lucas (1866) rendszere kettősrendszer, vagyis ötvözi a mesterséges és természetes rendszert.

Hogg 1851-ig 942 almafajtát írt le, s nagyon egyszerű rendszert alkotott az érési idő, a forma és a színezettség alapján (Lucas és Oberdieck 1875). Nyári, őszi és téli osztályokat különített el az érési idő alapján. Az osztályokon belül két rend van: (1) gömbölyű vagy lapos almák; (2) hosszúkás, megnyúlt gömb vagy ovális almák. A nyári almák két rendjén belül három alrend van a színeződés szerint. Gyengén színezett (1) a gyümölcs akkor, ha nincs fedőszín vagy csak maximum ¼ felületen van halvány pír. A csíkozott (2) alrendnél a színtelen vagy gyengén színezett alapon a felület egészben vagy részben csíkozott. Piros (3) a fedőszín, ha az egyik oldalon „egy piros felhő" képződik, vagy ha a teljes felület pirossal mosott. Az őszi és téli almáknál ez a három alrend még egy negyedikkel, a barnásvörössel (4) is kiegészül. Lucas–Oberdieck (1875) szerint ennek a rendszernek az a hátránya, hogy aránytalanság van a csoportok között, hiszen a téli almák csoportja sokkal nagyobb, mint

28. táblázat

Az almafajták rendszere DIEL, LUCAS *és* HOGG *pomológusok szerint* (LUCAS–OBERDIECK 1875)*

DIEL rendszere	LUCAS rendszere**	HOGG rendszere
I. Bordázott almák	**I. Kálvil (bordázott) almák**	**I. Nyári almák**
1. Kálvil almák	1. Alapszín nélküli	1. Gömbölyded v. lapított
2. Csörgőalmák	2. Mosott fedőszínű	A. Gyengén színezett
3. Aranka almák	3. Csíkozott Kálvil almák	B. Csíkozott
I. Rózsa almák	**III. Csörgő almák**	C. Mosott piros
1. Megnyúlt v. hegyes almák	4. Alapszínes	2. Hosszúkás, kúp, megnyúlt gömb v. ovális
2. Gömbölyű v. lapos almák	1. Mosott fedőszínű	A. Gyengén színezett
II. Rambour (fontos) almák	2. Csíkozott csörgő almák	B. Csíkozott
1. Nagy magházzal	**IV. Aranka almák**	C. Mosott piros
2. Kis magházzal	5. Alapszínes	**II. Őszi almák**
III. Renet almák	1. Mosott fedőszínű	1. Gömbölyded v. lapított
1. Egyszínű renet	2. Csíkozott Aranka almák	A. Gyengén színezett
2. Piros renet	**V. Rózsa almák**	B. Csíkozott
3. Szürke renet	1. Fedőszín nélküli	C. Mosott piros
4. Aranyrenet	2. Mosott fedőszínű	D. Barnáspiros v.barna
IV. Csíkos almák	3. Csíkozott Rózsaalmák	2. Hosszúkás, kúp, megnyúlt gömb v.ovális
1. Lapos csíkos	**VII. Galambka almák**	A. Gyengén színezett
2. Hegyes csíkos	1. Fedőszín nélküli	B. Csíkozott
3. Hosszúkás v.	2. Mosott fedőszínű	C. Mosott piros
4. Golyó alakú	3. Csíkozott Galambka almák	D. Barnáspiros v. barna
V. Csúcsos almák	**VI. Fontos almák (Rambour)**	**III. Téli almák**
1. Hoszúkás v. hegyes kúpos	1. Fedőszín nélküli	1. Gömbölyded v. lapított
2. Csonkakúpos	2. Mosott fedőszínű	A. Gyengén színezett
VI. Lapos almák	3. Csíkozott Rambour almák	B. Csíkozott
1. Igen lapos	**VII. Rambour v. fontos renet**	C. Mosott piros
2. Gömbölyű lapos	1. Simahéjú	D. Barnáspiros v.barna
	2. Rozsdás fontos renet	2. Hosszúkás, kúp, megnyúlt gömb v. ovális
	VIII. Egyszínű v. viaszrenet	A. Gyengén színezett
	1. Simahéjú	B. Csíkozott
	2. Rozsdás viaszrenet	C. Mosott piros
	IX. Borsdorfi renet	D. Barnáspiros v. barna
	1. Fedőszín nélküli	
	2. Mosott fedőszínű	
	3. Csíkozott Borsdorfi Renet	
	X. Piros renet	
	1. Mosott piros	
	2. Csíkos Piros renet	
	XI. Kormos v. szürke renet	
	1. Fedőszín nélküli	
	2. Mosott fedőszínű	
	3. Csíkozott kormos renet	
	XII. Arany renet	
	1. Mosott piros	
	2. Csíkozott arany renet	
	XIII. Csíkos almák	
	1. Lekerekített	
	2. Hegyes	
	3. Bordás csészéjű	
	XIV. Csúcsos almák	
	1. Fedőszín nélküli	
	2. Mosott fedőszínű	
	XV. Pogácsa almák (tányéralmák)	
	1. Fedőszín nélküli	
	2. Mosott fedőszínű	

*: a római számok az osztályokat, az arab számok a rendeket, a betűjelzések az alrendeket jelentik

**: Lucas rendszerében minden renden belül két alrend: a) nyitott magházú, b) zárt magházú almák

a nyáriak és ősziek akár együttvéve is. Előnye viszont az, hogy az összes fajta besorolható valamelyik rendszerbe.

A fenti pomológusok a fajták leírása után rövidítéssel közölték a fajta fenti három rendszer szerinti besorolását. Példák: 'Gravenstein' – I, 1. Diel; I, 3 a. Luc.; II, 2 A Hogg. 'Téli fehér kálvil' – I, 1. Diel; I, 1 b. Luc; III. 1. A. Hogg.

Hazánkban Bereczki (1869) foglalkozott a fajták rendszerezésével, s a 29. táblázat szerint megkülönböztetett mesterséges és természetes rendszereket. A Hogg-féle rendszer (1851) három érési csoportja Bereczki (1869) megfogalmazásában így olvasható. *„A nyári gyümölcsök a fán jutnak teljes érettségre s érésöket szeptember végéig bevégzik; az őszi gyümölcsök október elejétől november közepéig érnek s kevés ideig állniok kell; azon gyümölcsök pedig, amelyek csak november közepe után s közönségesen decemberben vagy még később érnek, téli gyümölcsöknek mondatnak."*

A gyümölcsalakokat a következők szerint definiálta. Lapos (1): a magasság kisebb, mint az átmérő; gömbölyű (2): a két méret kb. azonos; hegyes (3): a magasság és az átmérő azonos, vagy az utóbbi ¼ résszel nagyobb, s a gyümölcs a kehely felé keskenyedik, s a legnagyobb átmérő a kocsány felőli részen van; hosszas (4), ha a magasság nagyobb, mint a szélesség.

Az érési idő és a fenti gyümölcsalakok összevonásából alakult ki a 12 osztályt alkotó mesterséges rendszer (29. táblázat), amelynek minden osztálya a gyümölcsszín szerint tovább bontható három rendre. Alapszínnel bíró (1) a zöld, sárga vagy fehér gyümölcs, ha nincs rajta fedőszín. Színes (2) a gyümölcs, ha felületének legalább 1/3 részét borítja fedőszín. A csíkos (3) magától értetődő, a pirosság csíkokban nyilvánul meg, de azok a gyümölcsök is csíkosak, amelyek színesek, de a piros színükön csíkok láthatók.

A rendek mindegyike három alrendre tagolódik a kehely zártsága szerint (nyílt kehely, félig nyílt kehely, zárt kehely). Az így kialakuló mesterséges rendszer egy-egy kategóriája egy római szám, egy arab szám és egy betű együttes jelzésével különíthető el (pl. II.1 c).

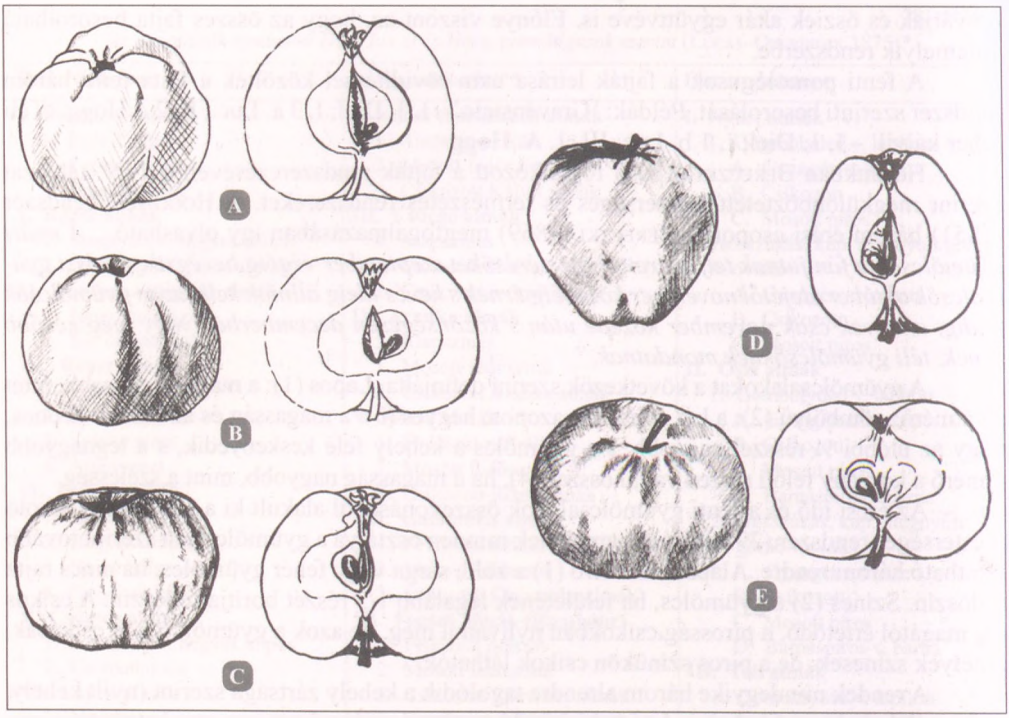
A természetes rendszerezéshez Bereczki (1869) Lucas (1866) rendszerét tekintette alapelvnek, de a fajtáknak a 15 osztály valamelyikébe való besorolásához, számjelzés helyett, az osztálynév rövidítését alkalmazta (pl. Calv.=Kálvil almák). Rapaics (1937b) 16 osztályt különít el, s osztályainak elnevezései némileg különböznek a Lucas (1866) és Bereczki (1869) rendszerében megnevezettekétől (29. táblázat).

29. táblázat

Az almafajták rendszerének hazai adaptációja (Bereczki 1869, Rapaics 1937)

Mesterséges rendszer			Természetes rendszer	
Osztályok	**Rendek**	**Alrendek**	**Bereczki***	**Rapaics**
I. Lapos nyári almák	1. Alapszínnel bírók	a) nyílt kehely	1. Calv.	1. Kálvilok
II. Gömbölyű nyári almák	2. Színesek	b) félig nyílt kehely	2. Csörg.	2. Csörgő almák
III. Hegyes nyári almák	3. Csíkosak	c) zárt kehely	3. Ar.	3. Aranyalmák
IV. Hosszas nyári almák			4. Rzs.	4. Rózsaalmák
V. Lapos őszi almák			5. G.	5. Darualmák
VI. Gömbölyű őszi almák			6. Rb.	6. Rozmaringalmák
VII. Hegyes őszi almák			7. Rb. R.	7. Fontos almák
VIII. Hosszas őszi almák			8. R.	8. Fontos renetek
IX. Lapos téli almák			9. B. R.	9. Viaszrenetek
X. Gömbölyű téli almák			10. P. R.	10. Masánszki renetek
XI. Hegyes téli almák			11. K. R.	11. Piros renetek
XII. Hosszas téli almák			12. R.	12. Kormos v. bőralmák
			13. Csík.	13. Aranyrenetek
			14. Csúcs.	14. Csíkos almák
			15. Pog.	15. Csúcsos almák
				16. Lapos almák

* Bereczki rendszere azonos Lucas rendszerével, ezért itt csak a rövidített neveket közöljük.



107. ábra. Különböző fajtarendszertani osztályokba tartozó fajták jellegzetes gyümölcsalakjai (Rajz: Molnár Ágnes)
A – Téli fehér kálvil (Kálvil almák); **B** – Boiken (Aranka almák); **C** – Baumann renet (Piros renet almák); **D** – Uster alma (Csúcsos almák); **E** – Fekete tányéralma (Pogácsa v. tányéralmák osztálya)

A következőkben Lucas és Oberdieck (1875), Bereczki (1869), Rapaics (1937b) és Mohácsy (1943) alapján fajtapéldákkal közöljük e 15 osztály legfőbb jellemzőit. A 107. ábrán bemutatunk öt példát a jellegzetes gyümölcsalakokra.

1. **Kálvil almák – Calv. :** a gyümölcs középnagy, kissé szabálytalan, felül a legszélesebb, a csésze felé keskenyedő, az egész felületen bordázott; héjuk finom, sima, éretten zsíros tapintású; a gyümölcshús puha, laza, balzsamos, eper vagy málna aromájú; a magház többnyire nyitott, a maghártya gyakran tépett. Fajták: 'Téli fehér kálvil', 'Nyári piros kálvil'.
2. **Csörgő almák – Csörg.:** gyümölcsük többnyire nagy, hengeres v. kúpos, néha szabálytalan alakú, kisé megnyúlt csészével; a héj sima, fényes, durva, húsa laza, durva szövetű, enyhén balzsamosan fűszeres;. magházuk nagy, többnyire nyitott, benne a magvak csörögnek. Fajták: 'Blackapfel' , 'Nyári szegfűalma'.
3. **Aranka almák – Ar.:** a gyümölcs kicsi vagy középnagy, lapos v. kerekded, vagy kúp alakú, felül többé-kevésbé bordázott; a héj sima, általában világoszöld vagy zöldessárga, csak ritkán színezett; húsúk finom, szinte renetszerű, szilárd, édes, fűszeres vagy borízű, a magház nyílt, elszélesedő. Fajták: 'Londoni pepin', 'Sárga szépvirágú', 'Boiken'.
4. **Rózsaalmák – Rzs.:** középnagy vagy nagy, szabályos gömbölyded, csak a kehely körül bordázott; a héj sima, finom, fényes, illatos, megdörzsölve fűszeres illatú, sárga vagy piros sávozású, pirosló vagy egészen piros; a gyümölcshús lágy, laza, részben szivacsos, a héj alatt gyakran pirosló, finom, édeskés, fűszeres ízű; a magház zárt, gyakran középen üreges. Fajták: 'Asztraháni piros', 'Piros ananászalma', 'Fehér Klár alma'.

5. **Galambka almák – G.:** a gyümölcs kicsi vagy középnagy, nem vagy szabálytalanul bordázott, hosszúkás-kúpos; a héj sima, enyhén illatos, fénylő, ritkán rozsdafoltos; a gyümölcshús tömött, szilárd, de tartalmas, lédús, fűszeres. Fajták: 'Fehér rozmaring', 'Piros rozmaring'.
6. **Fontos v. Rambour almák – Rb.:** a gyümölcs nagy vagy igen nagy, gyakran részaránytalan, enyhén bordázott, lapított vagy magas; héjuk durva, sima, fénylő, gyakran kemény, szívós, általában nem zsíros tapintású; a gyümölcshús durva szemcsés, szálkás, jellemzően savas, kevéssé fűszeres, a magház nyitott vagy zárt. Fajták: 'Nyári fontos alma','Sándor cár'.
7. **Fontos v. Rambour renet – Rb. R.:** gyümölcsük többnyire nagy, a kálvil almákhoz hasonló, szabálytalan, széles, részlegesen erős bordázattal; a héj durva, többnyire rozsdafoltos, sárga vagy a napsütötte oldalán pirosló, sosem csíkos; a gyümölcshús aprószemcsés, meglehetősen kemény, többnyire repedezett, sárgás, finom édes borízű. Fajták: 'Pázmán alma', 'Kanadai renet'.
8. **Egyszínű v. viasz renet – E. R.:** a gyümölcs kicsi vagy középnagy, gömbölyű vagy lapított, szabályos alakú; a héj sima, fénylő vagy rozsdafoltos, sárga vagy a napsütötte oldalán gyengén pirosló; a gyümölcshús kemény, tartalmas, aprószemcsés, kitűnő édes borízű. Fajták: 'Ananász renet', 'Brédai renet'.
9. **Borsdorfi renet almák – B. R.:** a gyümölcs kicsi vagy középnagy, lapított, szabályos gömb v. tompa kúp alakú; a héj szemölcsös és elszórtan rozsdafoltos, különben fénylő sárga, a napos oldalán pirosló; húsuk kemény, aprószemcsés, édeskés borízű, a magház zárt. Fajták: 'Herbst-Borsdorfer', 'Masánszki'.
10. **Piros renet – P. R.:** többnyire középnagy, lapított gömb alakú; a héj sima, fénylő, zöldessárga vagy halványsárga, a napsütötte oldalán intenzíven pirosló vagy sötétpiros csíkozott; a gyümölcshús aprószemcsés, sárgás, töredező, később omlós, nagyon fűszeres, édes borízű. Fajták: 'Baumann renet', 'Csillagos piros renet', 'Jonathan'.
11. **Kormos vagy Szürke renet – K. R.:** többnyire középnagy, szabályos gömb alakú; a héj sárga vagy sárgászöld, de ez nem látható, mert az egész felületet szürkésbarna rozsdázat borítja; a gyümölcshús finom, tartalmas, édes, nagyon fűszeres vagy édeskömény ízű, a magház általában zárt. Fajták: 'Parker Pepin', 'Kórházi renet'.
12. **Arany renet – A. R.:** középnagy vagy nagy, szabályos, többé-kevésbé gömb alakú, lapított vagy magas, a csésze körül sima vagy bordázott; a héj inkább sima, aranysárga alapszínű, napsütötte oldalán pirosló, kissé parásodó, gyakran csíkozott; a gyümölcshús finom ízű, lédús, tartalmas, gyakran sárgás színű, nagyon fűszeres; Fajták: 'Cox narancs renet', 'Téli aranyparmen', 'Ribston peppin'.
13. **Csíkos almák – Csík.:** kicsi, középnagy vagy nagy, gömbölyű vagy lapos tompa kúp alakú; a héj sima, fénylő, finom vagy durva bőrű, gyakran illatos, csíkozott, olykor rozsdafoltos; a gyümölcshús zöldesfehér, merev, szemcsés, gyakran szivacsos, többnyire tisztán borízű (savanyú), aromamentes. Fajták: 'Sikulai', 'Wagner-Apfel', 'Téli piros pogácsa'.
14. **Csúcsos almák – Csúcs.:** a gyümölcs általában középnagy, magas kúp alakú; héjuk sima, fénylő, finom szerkezetű, csak ritkán illatos, sohasem csíkozott; a gyümölcshús laza, omlós, édeskés vagy savanyú. Fajták: 'Königsfleiner', 'Uster Apfel'.
15. **Pogácsa v. tányéralmák – Pog.:** gyümölcsnagyságuk a kicsitől a nagyig terjed, lapított vagy szinte korong alakú, szélesebb, mint amilyen magas; héjuk sima, fénylő, sohasem csíkozott, citromsárga, a napos oldalán sötétebb sárga, piros szín nélkül, gyakran illatos; húsuk, kemény, többnyire fehér, zöldesfehér, nagyon lédús, durván szemcsés, édes vagy savanyú, nem fűszeres; a magház általában zárt. Fajták: 'Téli tafota', 'Téli citromalma', 'Török Bálint'.

Magyarországon a pomológusok Diel (1833) és Lucas (1866) rendszerét adaptálták, s mivel ezeket a Közép- és Nyugat-Európában ismert fajtákra dolgozták ki, ezért a Közép-

30. táblázat

Korszerű pomológiai rendszerezési lehetőségek

Alakkörök szerint	Érési idő szerint	Gyümölcs felhasználhatóság szerint	Terméshozási típus szerint
Cox narancs alakkör (Cox) Fuji alakkör (Fu.) Gala alakkör (Ga.) Golden Delicious alakkör (GD.) Jonagold alakkör (Jg.) Jonathan alakkör (Jon.) McIntosh alakkör (MI.) Red Delicious alakkör (RD.) Rome Beauty alakkör (RB.) Varasodásrezisztens fajtakör (V.) Egyéb, az alakkörök egyikébe sem sorolható fajták (X.)	I. Nyári II. Őszi III. Téli	1. Friss étkezési (asztali) alma 2. Ipari alma 3. Kettőshasznú alma 4. Főzőalma (konyhai) 5. Boralma (cider)	O – Oszlopos S – Spur T – Téli aranyparmen SG – Standard Golden V – Végentermő

Kelet Európában és a más kontinenseken termesztett fajták nem, vagy nehezen voltak ebbe besorolhatók. Ezzel is magyarázható, hogy a magyar fajták jelentős részét a legkiválóbb pomológusaink (Entz Ferenc, Bereczki Máté, Angyal Dezső) más-más csoportba sorolták be. Ennek ellenére a hazai fajtaleírásokban hosszú ideig ezeket a rendszerezései szempontokat s rendszereket alkalmazták.

A XX. században viszont rohamosan gyarapodott a regisztrált almafajták száma, s egyre nehezebb lett volna olyan természetes fajtarendszertant kialakítani, amelybe minden almafajta besorolható. Ugyanakkor a fajták könnyebb leírása és megismerése, a fajtahasználati döntések megkönnyítése érdekében a fajták rendszerezése ma is fontos feladat. Világossá vált az is, hogy nem elegendő csupán a gyümölcstulajdonságokra építeni a rendszerezést. Már Liegel (1856) is felhívta a figyelmet arra, hogy a fajták rendszerezéséhez a növekedési tulajdonságokat is figyelembe kellene venni. Mégis jóval később, először Lespinasse (1977, 1980) dolgozott ki egy rendszert a fajták koronahabitus és terméshozási típus szerinti csoportosítására.

Az ún. világfajták egy része természetes mutációra nagyon hajlamos volt, s egyre nagyobb számban jelentek meg változatok, taxonómiai értelemben klónfajták és klónváltozatok. Mivel ezek általában csak néhány tulajdonságban különböztek az alapfajtáktól és egymástól, ezért óhatatlanul felmerült a fajtakörökbe, más néven alakkörökbe való besorolás igénye. Tehát taxonómiai, növényföldrajzi és genetikai eredet szerint alakultak ki a főbb világfajták alakkörei, de a nagyobb fajtakörökön belül is végeztek csoportosításokat az eltérő tulajdonságok szerint. Az érési idő alapján történő rendszerezés természetesen ma is fontos, mint a felhasználhatóság szerinti csoportosítás is.

A 30. táblázatban – alakkörök, terméshozási típus, érési idő és felhasználhatóság alapján – egy új olyan rendszerezési javaslat látható, amelynek összeállításához modern pomológiai rendszerezések (Morgan–Richards 1993, Tóth 1997, Bellini et al. 2007) ismereteit adaptáltuk és ötvöztük. A 108. ábrán néhány perspektivikus és bevált modern fajták fényképének segítségével mutatjuk be azt, hogy a régi időkhöz képest hogyan változtak a gyümölcsalakkal és felülettel szembeni elvárások.

A 30. táblázat fejlécében megnevezett egyes szempontok szerint jól elkülöníthető kategóriák alakultak ki. Tehát ez egy olyan kettős (részben természetes, részben mesterséges) rendszer, amelybe valamennyi fajta besorolható. Az első oszlopban található alakkörök genetikai rokonság és jelleg alapján képződnek. Ezek köre szükség szerint aktualizálható, vagyis az alakkörök köre kiegészíthető. Egy adott alakkörbe tartozhatnak az alapfajta klónjai és az alapfajtából rügymutáció útján keletkezett változatai. Egyre nagyobb a rezisztens

fajták száma, ezért – bár az előbbi elv szerint nem tekinthető tipikus alakkörnek – indokolt a varasodásrezisztens fajták önálló fajtacsoportként szerepeltetése. Ebbe azok a fajták sorolhatók, amelyek a rezisztenciát meghatározó „*V*" gén(ek) valamelyikét hordozzák.

Az érési idő szerint három csoport elkülönítése indokolt, s ez könnyű megkülönböztetési lehetőséget is nyújt. A három érési csoport Hogg (1851) és Bereczki (1869) fentiekben közölt értelmezésének aktualizálásával a következőképpen definiálható. Nyári fajták közé sorolhatók azok a fajták, amelyek a fán elérik fogyasztási érettségüket, s normál hűtőtárolóban legfeljebb szeptember végéig tartják meg piaci érték szempontjából is jó fogyasztási

108. ábra. Modern fajták gyümölcsei (Fotó: Tóth Magdolna)
1 – Redchief Delicious (RD III 1 S); **2** Pinova (X III 1 SG); **3** – MT-12 fajtajelölt (X III 1 SG.); **4** – Artemisz (V II 2 SG); **5** – Cordelia (V III 3 SG); **6** – Rosmerta (V III 3 SG)

minőségüket. A szüreti időpontot illetően hazánkban ez legkésőbb augusztus második dekádjának vége. Őszi érésűek közé sorolhatók azok a fajták, amelyek változatlan légterű hűtőtárolóban szüret után 2–3 héten belül elérik fogyasztási érettségüket, s jó minőségüket december végéig megtartják. Hazánkban ez általában augusztus harmadik dekádja és szeptember második dekádja közötti szedési időpontot jelent. Téli érésűek pedig azok a fajták, amelyek leghamarabb november közepén, legtöbbször jóval később, csak egy bizonyos hűtőtárolás után érik el fogyasztási érettségüket. Ezek a fajták hazánkban szeptember utolsó dekádjától október közepéig (egyes körzetekben végéig) szedhetők.

A felhasználhatóság szerinti kategóriák gyümölcsminőségi igénye különböző, ezért a fajták besorolása nem okoz nehézséget. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy az ún. ipari fajták csoportja vegyes kategória (pl. lé, sűrítmény, almaszirom, püré, befőtt, kompótalma stb.), s e felhasználási célok alapanyagának optimális minősége eléggé eltérő is lehet (lásd. XVIII/2. fejezet). Tekintettel arra, hogy a fajták jelentős részének gyümölcséből nemcsak egyféle ipari termék készíthető, nem indokolt további kategóriákat képezni, hanem a fajták leírásában célszerű közölni az adott fajta legjobb élelmiszeripari felhasználási lehetőségeit. A főzőalmák az angol pomológiákban önálló csoportban kerülnek bemutatásra (Morgan–Richards 1993), a boralmák úgyszintén, s ez utóbbiakon belül az osztályozási lehetőségeket már a X. fejezetben bemutattuk.

A növekedési habitus és terméshozási típus szerint – a IV. fejezetben részletezett jellemzők alapján – a fajták könnyen besorolhatók az öt kategóriába. Mindent összevetve, az egyes kategóriákhoz tartozó rövidítések, kezdőbetűk, római és arab számok segítségével – a régi pomológiai rendszerekhez hasonlóan – az egyes fajtákhoz hozzárendelhető az önálló besorolási kód. Példák: 'Tenroy' (Royal Gala) – Ga II 1 SG; 'Baujade' – V III 1 SG; további példák a 108. ábra jelmagyarázatában olvashatók.

XVII. AZ ALMA FAJTÁI

Az alma rendkívül sok fajtájának bemutatása a terjedelmi korlát miatt természetesen nem lehetséges. Az ismertetésre kerülő fajtalista összeállításakor a Kárpát-medencében nemesített, illetve korábban meghonosodott fajták kerültek előtérbe. Az elmúlt évtizedekben adaptált és államilag elismert külföldi fajták közül a világfajtákra, a hazai üzemi termesztésben sikeresnek bizonyult, valamint a jelenleg perspektivikusnak tekinthető fajtákra irányítjuk rá a figyelmet. Kárpát-medence régi fajtái közül főként a BCE Gyümölcstermő Növények Tanszéken értékelt fajtákat választottuk ki bemutatásra. A fajtaleírásokhoz a saját megfigyelési és vizsgálati eredményeinken túlmenően felhasznált források: Angyal (1926), Bereczki (1882–1887), Brózik–Regius (1959), Hampson–Kemp (2003), Harsányi–Mádyné (2006), Hont (1937), Király Ildikó (szóbeli közlés), Komonyi (2010), Laurens et al. (2005), Király – Tóth (2009), Király et al. (2009b), Papp Dávid (szóbeli közlés), Rayman–Tomcsányi (1964), Soltész– Szabó (2008), Szabó–Soltész (2012), Tomcsányi (1979), Tóth (1997, 2000, 2001, 2004a, 2009), Tóth–Szabó (2000, 2001), Tóth et al. (2012a, 2012b).

A leírások végén ÁE rövidítés utal arra, ha az adott fajta 2012-ben az államilag elismert fajták nemzeti listáján szerepelt. A varasodásrezisztens fajták leírása tartalmazza a rezisztencia eddig azonosított génjét v. QTL hátterét a régi és az új nomenklatúra szerint. Ez a genetikailag vegyes ültetvények tervezéséhez nyújt segítséget (XIV/4. fejezet). A jellemzett fajták többsége diploid, az ettől való eltérést az adott fajtánál feltüntetjük. A fák terméshozási típusát a Kárpát-medencei régi fajták közül csak néhány fajta esetében értékeltük s közöljük. A többi jellemzett fajta többsége a standard Golden terméshozási típusba sorolható, az ettől való eltérést a jellemzés tartalmazza.

1. HAZAI NEMESÍTÉSŰ FAJTÁK

Artemisz

A 'Prima' szabadmegporzású magonca, SSR vizsgálati eredményeink szerint a 'Jonathan' az apafajta. Nemesítői: Tóth Magdolna, Kovács Szilvia és Bodor Péter. Szeptember második hetében szüretelhető, almaszirom és sűrítmény nyersanyagának szánt célfajta, de a savas almát kedvelőknek friss étkezésre is javasolható. Gyümölcse középnagy v. nagy, kúpos, felületi bordázottsága közepes. Sárga alapszínét a gyümölcs nagy felületén barnáspiros mosott és csíkozott fedőszín borítja. A héj hamvassága közepes, zsírossága erős, rajta középnagy lenticellákkal. Húsa fehér, nem barnuló, szilárd, roppanó, íze savanykás, jellegzetes parfümös zamattal. Fája középerős növekedésű, habitusa elterülő, termőnyársakon és hosszú vesszőkön egyaránt képez virágokat. Termőrefordulása középkorai, bőtermő, terméshozása rendszeres. Középkorai v. középkései virágzású. Varasodással szembeni rezisztenciája több gén által meghatározott (*Vf+Vh2-Vh8=Rvi6+Rvi2-Rvi8*) és lisztharmattal szemben ellenálló, tűzelhalással szemben hajtása rezisztens, virága fogékony. ÁE.

Ceglédi piros

Ismeretlen eredetű, Nyujtó Ferenc szelektálta. Július közepétől augusztus közepéig fogyasztható nyári alma. Gyümölcse középnagy, jellegzetesen kúpos. Héja vékony, kemény, viaszos. Húsa fehér, zöld erekkel tarkított, félkemény, ledús, enyhén savanykás, kásásodó. Laza húsállománya miatt rosszul szállítható. Fája erős növekedésű, koronája kissé szétterülő, szabályos gömb alakú. Korán fordul termőre, rendszeresen és bőven terem. Betegségekre kevésbé fogékony.

Cordelia

A 'Prima' és a 'Granny Smith' keresztezésével nemesítette Tóth Magdolna és Veres Emese. Október első dekádjában két menetben szedhető, friss étkezésre, sűrítménynek, almaszirommak és pürének egyaránt kiváló. Gyümölcse igen nagy, ellipszoid alakú, felületi bordázottsága mérsékelt, héja közepesen zsíros. Az alapszín sárgászöld, rajta 40–60%-os borítottsággal mosott és gyengén csíkozott világospiros v. piros fedőszín, sok, közepes nagyságú paraszemölccsel. Gyümölcshúsa krémszínű, szilárd, roppanó húsú, közepesen ledús, savaséd es, kellemes ananászos zamattal, kiemelkedő polifenol- és pektintartalommal. Fája erős, majd középerős növekedésű, habitusa elterülő, főleg termőnyársakon képezi terméseit. Korán termőre fordul, és jó a termőképessége. Virágzási ideje korai v. középkorai. Varasodással (*Vf+Vg=Rvi6+Rvi1*) és lisztharmattal szemben ellenálló, tűzelhalással szemben hajtása mérsékelten rezisztens, virága fogékony. ÁE.

Davidino

Az 'Idared' szabadbeporzású magoncaként nemesítette Soltész Miklós. Október elején szüretelhető, friss fogyasztásra és feldolgozásra egyaránt alkalmas. Gyümölcse középnagy v. nagy, kúpos, csészemélyedése mély, sima v. gyengén bordázott. Alapszíne sárgászöld, a felület 3/4 részét borító fedőszíne mosottan barnáspiros, kissé csíkozott, közepesen hamvas és zsíros. Lenticellái közepes méretűek, elszórtak. Húsa krémszínű, édes-savanykás, közepesen ledús. Növekedési erélye erős majd középerős, vázágai felfelé törők, majd szétterülők, koronája sűrű. Termését termőnyársakon, ill. hosszú termővesszőkön hozza. Eddigi tapasztalatok szerint a szárazságot jól tűri. Korán fordul termőre, rendszeresen, bőven terem. Virágzásának kezdete korai. ÁE.

Dóra

A 'Summerred' szabadbeporzású magoncaként emelte ki Szabó Tibor és Görög Erika. Október elején v. közepén szüretelhető, friss fogyasztásra és feldolgozásra (sűrítmény) alkalmas fajta. Gyümölcse középnagy v. nagy, hosszúkás tojásdad alakú, közepesen hamvas és zsíros, tavaszig tárolható. Alapszíne sárgászöld, fedőszíne világospiros v. rózsaszín, mosott és gyengén csíkozott, mely a gyümölcs felületének csaknem 3/4 részét borítja. Húsa sárgásfehér, középkemény, ledús, íze enyhén savanykás. Fája középerős növekedésű, habitusa elterülő. A termést a hosszú vesszőkön és a termőnyársakon egyaránt hozza. Termőre fordulása korai, rendszeresen és bőven terem. Virágzási ideje korai. ÁE.

Egri piros

Ismeretlen eredetű, Kovács Sándor és Magyar I. figyelt fel rá Egerben. Augusztus elejétől közepéig érik, hűtőházban tartva novemberig fogyasztható. Gyümölcse középnagy, többnyire gömbölyded. Színe élénkpiros, éretten sötétpiros. Húsa fehér, kellemesen fűszeres. Fája erős növekedésű, kissé sátorozó koronát nevel. Felkopaszodásra hajlamos. Virágzási ideje középkorai. Lisztharmatra kevéssé, varasodásra nagyon fogékony. ÁE.

Éva

A 'Jonathan' szabadbeporzású magoncaiból szelektálta Dániel Lajos. Július utolsó dekádjában, augusztus elején érik, a fán gyors túlérésre hajlamos, ezért 2–3 menetben kell szedni. Gyümölcse kicsi, gömb alakú, héja közepesen zsíros, egész felületén mélypirossal és

lenticellákkal borított. Húsa sárgásfehér, tömött, leveses. Rendkívül ízletes, édes-savas, fűszeres. Gyorsan túlérik, repedésre hajlamos. Fája középerős, koronája kissé szétterülő. Korán termőre fordul és bőtermő. Liszthartmatra és varasodásra kissé fogékony. ÁE.

Fertődi téli

Porpáczy Aladár állította elő a 'Jonathan' és a 'Törökbálint' keresztezésével. Szeptember végén szedhető, októbertől márciusig fogyasztható. Gyümölcse középnagy v. nagy, gömbölyded, a csésze felé enyhén bordázott. Héja viaszos, a napos oldalon pirossal csíkozott. Húsa közepesen kemény, túléretten kásásodásra hajlamos. Íze fűszeres, igénytelen körülmények között is tárolható. Fája középerős, koronája szétterülő, termőképessége jó. Betegségekre közepesen fogékony.

Hesztia

A 'Prima' szabadmegporzású magonca. Nemesítője Tóth Magdolna és Kovács Szilvia. Augusztus utolsó és szeptember első hetében két menetben szedhető, több hasznosítású fajta (friss étkezés, aszalvány és sűrítmény). Gyümölcse nagy v. igen nagy, alakja kúpos, bordázottsága közepes. Sárgászöld alapszínén a gyümölcs 60–80%-án piros bemosottság, ill. gyenge csíkozottság alakul ki, melyet erős hamvasság és közepes sűrűségben apró lenticellák fednek. A héj zsírossága közepes. Húsa világossárga, közepesen szilárd, roppanó, lédús, édes-savas, kellemes aromával és kiemelkedő polifenol-tartalommal. Tárolás során a 2 °C alatti hőmérsékletre érzékeny. Fája középerős növekedésű, habitusa elterülő. Termőnyársakon és hosszú vesszőkön egyaránt fejleszt terméseket. Termőrefordulása középkorai, rendszeresen és jól terem. Virágzási ideje középkései v. kései. Több gén által kódolt (*Vf+Vh2-Vh8+Vg=Rvi6+Rvi2-Rvi8+Rvi1*) varasodásrezisztenciával, s emellett liszthartmattal és tűzelhalással szemben is magas rezisztenciával rendelkezik. ÁE.

Jonager

Kovács Sándor nemesítette a 'Jonathan' és az 'Egri piros' keresztezésével. Augusztus első napjaiban érik, több menetben szüretelhető. Gyümölcse középnagy v. nagy, gömb alakú, 70–100%-os felületen élénkpiros fedőszínnel fedett. Húsa fehér, lédús, közepesen tömött. Íze kellemes édes-savas, 2–3 hétig tárolható. Fája középerős növekedésű, koronája szétterülő Termőképessége jó. Liszthartmattal szembeni toleranciája jobb, mint a 'Jonathan'-é, de fogékonyabb a 'Starking'-nál. ÁE.

Jonathan Csány 1

A 'Jonathan' (X. kötet 7. tábla *e*) hazai szelekciója. Augusztus végén, szeptember elején, egy héttel a 'Jonathan M. 41' előtt szüretelhető. Középnagy gyümölcse csíkosan kezd színeződni, de szeptember elejére csaknem egész felületét sötétpiros fedőszín borítja. Húsa tömött, szilárd, lédús, íze a 'Jonathán'-éhoz hasonló. A legnagyobb gyümölcsű hazai Jonathan változat. Fája megegyezik az alapfajtáéval. ÁE.

Jonathan M. 41

A 'Jonathan' alapfajta szelektált klónja. Optimális szüreti ideje szeptember első dekádjában van, ekkor leszedve 4–5 hónapig jól tárolható. Gyümölcse közepes méretű, nagysága kiegyenlített. Korán színeződik, szeptember elejére a gyümölcs felületének több mint 50%-át

piros fedőszín borítja. Húsa tömött, kellemesen édes-savas. Nyomásra érzékeny. Fája közepes növekedésű, de koronája kisebb, mint az alapfajtáé. Elágazódási hajlama jó, a korona könnyen alakítható. Gallyrendszere csüngő. Betegségekre fogékony. ÁE.

Kovauguszt

Kovács Sándor nemesítette a 'Jonathan' és az 'Egri piros' hibridizációjával. Augusztus közepétől végéig érik, több menetben szedhető. Étkezési almának és ipari célokra is jó. Gyümölcse középnagy, megnyúlt gömb alakú v. hengeres. A felület 80%-át élénkpiros, enyhén csíkozott fedőszín borítja. Húsa szilárd, nem puhuló, savanykás és kissé kásásodó. Egy-két hónapig jól tárolható. Fája a közepesnél kissé erősebb növekedésű, koronája gömb alakú, ágrendszere laza. Virágzása középkorai. Termőképessége jó és rendszeres. A lisztharmattal szemben eléggé ellenálló, de a ventúriás varasodásra nagyon fogékony. A késő tavaszi fagyoknak jól ellenáll. ÁE.

Kovelit

Kovács Sándor állította elő az 'Egri piros' és a 'Jonathan' hibridizációjával. Szeptember végén v. október elején egy menetben szedhető, október elejétől február végéig fogyasztható. Gyümölcse középnagy, lapított gömb alakú. A felület 80%-át élénkpiros, mosott fedőszín borítja. Héját erős hamvasság fedi, s jellegzetes nagy fehér lenticellák tarkítják. Húsa szilárd, nem puhuló, édes-savas íze főként a kora téli időszakban kellemes. Február végéig jól tárolható, később kásásodásra és fonnyadásra hajlamos. Fája középerős növekedésű, kissé feltörő majd szétterülő habitusú, koronája laza. Virágzása középkései. Termőképessége jó és rendszeres, de későn fordul termőre. Lisztharmatra alig, ventúriás varasodásra közepesen fogékony. ÁE.

Kovmulti

Az 'Egri piros' és a 'Jonathan' hibridje, Kovács Sándor a nemesítője. Szeptember közepén érő őszi alma. Gyümölcse liláspiros, hamvas. Gyümölcse nagyobb, mint a 'Jonathan'-é, túlérve kásásodik, szilárd és semleges ízű. Tárolás után jóval gyengébb minőségű, mint a 'Jonathan', jóllehet gyümölcse a tárolóban január végéig alig romlik. Koronája mintegy 15%-kal kisebb, mint a 'Jonathan M. 41'-é. Terméshozama viszont jobb volt, mint a 'Jonathan M. 41'-é. Gyümölcshullásra hajlamos. Lisztharmatra toleráns. ÁE.

Kovsztár

Kovács Sándor nemesítette az 'Egri piros' és a 'Jonathan' keresztezésével. Augusztus 20. táján érik a 'Mollies Delicious'-szel egy időben. Régi fajtákra emlékeztető borizű alma. Kicsi v. közepes méretű gyümölcse liláspirossal mosott és csíkozott. Húsa éretten puha v. közepesen szilárd. A 'Jonathan M. 41'-nél valamelyest kisebb koronát nevel, termőképessége attól nem tér el. Lisztharmatra toleráns, varasodásra lombja kevésbé, gyümölcse ugyanakkor fogékonyabbnak bizonyult. ÁE.

Matika

A 'Summerred' szabadbeporzású magoncai közül szelektálta Szabó Tibor és Görög Erika. Augusztus közepén érő, egy menetben szüretelhető, friss étkezési fajta. Gyümölcse középnagy, hengeres, a csésze felé kúpos, alapszíne világoszöld, fedőszíne mosott piros, néhol enyhén csíkozott, a gyümölcs teljes felületét borítja. Héja közepesen hamvas és közepesen zsíros. Húsa fehér, íze enyhén savanykás, édes, nagyon kellemes, pár hétig tárolható. Fája közép-

erős növekedésű, koronája szétterülő, lehajló, termőnyársakon és hosszú vesszőkön egyaránt terem. Virágzási ideje korai. Korán termőre fordul. ÁE.

Mizsei

Papp László által felfedezett véletlen magonc. Augusztus végén, mintegy két héttel a 'Jonathan' előtt érő őszi alma. Gyümölcsei hasonlítanak a 'Jonathan'-éra, élénkpiros színűek, de lényegesen nagyobbak annál. Fája kompaktabb, a koronaterjedelem kisebb, mint a 'Jonathan M. 41'-é. Korán termőre fordul. ÁE.

Naményi Jonathan

A 'Jonathan' természetes rügymutációjaként keletkezett. Érési ideje szeptember második fele, vége. Gyümölcsalakja, nagysága, íze a 'Jonathan'-éhoz hasonló, a különbség – egyéb morfológiai eltérések mellett – intenzívebb színeződésében van. Már szeptember elején a gyümölcs csaknem teljes felületét borítja a sötétpiros, szélesen csíkozott fedőszín. A korona habitusa, a fa növekedési erélye azonos az alapfajtáéval. Betegségekre fogékony. ÁE.

Nyári zamatos

Kovács Sándor állította elő a 'Jonathan' és az 'Egri piros' keresztezésével. Augusztus második hetében érik. Gyümölcse kicsi-középnagy, gömbölyded vagy kissé kúpos alakú, felületének 70–80%-át élénkpiros fedőszín borítja, kissé csíkozott. Húsa kemény, fehér színű, kellemesen savas ízű. Fája középerős növekedésű, koronája ritka, felülről nyomott gömb alakú, a termőrefordulás után kissé széthajló. Termőképessége elég jó, de elmarad a 'Summerred' mögött. Lisztharmatra nem olyan fogékony, mint a 'Jonathan'. ÁE.

Pirtóspur Delicious

Pirtó község határában felfedezett hazai fajta. Feltehetően természetes rügymutációval keletkezett a 'Starking' fajtából. Gyümölcse az alapfajtáéhoz hasonlít, fája spur növekedésű. Termőképessége a spur fajtákon belül kiválónak tekinthető. ÁE.

Rosmerta

Az 'All Red Jonathan' és a 'Prima' keresztezésével állította elő Tóth Magdolna és Bodor Péter. Szeptember harmadik hetében szüretelhető, friss étkezésre és sűrítménynek is alkalmas. Gyümölcse középnagy, alakja kúpos. Sárgászöld alapszínét a gyümölcs csaknem 100%-án sötétpiros mosott és gyengén csíkozott fedőszín borítja. A felületen kevés, közepes nagyságú lenticellák találhatók, a héj zsírossága erős. Húsa krémszínű, középkemény, gyengén v. közepesen ládús, édes-savas, a 'Jonathan'-hoz hasonló. Pufikosodás megelőzése érdekében kalciumos permetezéseket igényel. Fája középerős növekedésű, elterülő, termőnyársakon és hosszú vesszőkön egyaránt hoz terméseket. Nagyon korán fordul termőre, jól és rendszeresen terem. Virágzási ideje középkorai. Varasodásrezisztens (*Vf=Rvi6*), lisztharmattal és tűzelhalással szemben mérsékelten ellenálló (hajtás és virág is). ÁE.

Soltadina

Az 'Idared' szabadbeporzású magoncaiból emelte ki Soltész Miklós. Augusztus végén szüretelhető, friss fogyasztásra és feldolgozásra (sűrítmény) alkalmas. Gyümölcse nagy, lapított

ellipszoid alakú, enyhén bordázott. Alapszíne sárgászöld, rózsaszín és piros fedőszínnel csaknem teljes felületen borított. Húsa fehéressárga, enyhén savanykás, kellemes ízű, roppanó húsú, ledús. Januárig tárolható. Fája középerős, koronája elterülő, termőnyársakon és hosszú vesszőkön egyaránt terem. Korán termőre fordul, a szárazságot jól tűri. Virágzási ideje középkorai. ÁE.

Starking Nm. 251

A Starking alapfajta (X. kötet 7. tábla *b*) hazai szelektált klónja. Gyümölcsei szeptember végén szedhetők, s novembertől márciusig fogyaszthatók. Gyümölcse tetszetős, mérete középnagy v. nagy, alakja megnyúlt kúp, a kocsánynál hasasodó, bordázott, kissé viaszos héja sötétpirossal csíkozott. A jól beszíneződött gyümölcsökön a csíkozottság alig észlelhető. Húsa sárgás, kemény és tömör, tárolás során kásásodó. Magháza gyakran nyitott, ezért magházpenészedésre hajlamos. Fája középerős v. erős növekedésű, ágrendszere feltörő. Termőkorban növekedése mérséklődik, de mégis eléggé nagy koronát nevel. Középkései virágzású. ÁE.

Szatmárcsekei Jonathan

A Jonathan alapfajta Szatmárcsekén kiválasztott változata. Szeptember közepén, 4–5 nappal a 'Jonathan M. 41' után szüretelhető. Gyümölcse közepes méretű, kiegyenlített nagyságú, felületének 80–100%-át sötétpiros fedőszín borítja. A 'Jonathan M. 41' fajtáénál 15–20%-kal gyengébb a növekedése. Betegségekre fogékony. ÁE.

2. KÁRPÁT-MEDENCEI RÉGI ALMAFAJTÁK

Asztraháni piros

Többszáz éves orosz fajta, Kárpátalján és hazánkban is nagyon elterjedt volt. Friss étkezési alma, koraisága volt a fő értéke, de ipari almának is bevált. Érési ideje július közepétől augusztus elejéig nyúlik. Gyümölcse középnagy, kiegyenlítetlen, inkább lapos, gyengén bordás. Színe jellegzetesen hamvas liláspiros, csíkozott. Húsa fehér, később sárguló, túléretten lisztes. Íze üdítő, kellemes illatú. Fája erős növekedésű, terjedelmes, sűrű gömbkoronát fejleszt (Téli aranyparmen típus). Későn fordul termőre, termőképessége közepes és hullásra hajlamos. Középkorai virágzású. Termőhelyre igénytelen és fagytűrő. Lisztharmatra közepesen fogékony.

Batul (syn.: Narancs alma, Üveg alma)

Erdélyből származik, már a XVII. században ismerték. Szedési ideje szeptember végére vagy október elejére tehető, novembertől márciusig fogyasztható. Gyümölcse középnagy v. kicsi, enyhén lapított gömb alakú, nyomódásra érzékeny. Sárga alapszíne a napos oldalon halványpiros fedőszínnel lehelt, a napos felületen mogyoróbarna, az árnyékos oldalon fehér lenticellákkal tarkított felülete kissé viaszos. Kocsánya rövid, ezért gyakori a szüret előtti hullás. Húsa kemény, roppanó, bőlevű, íze kellemesen édes-savas. Egyszerű körülmények között is jól tudták tárolni. Fája erős növekedésű, gömbszerű koronája sűrű gallyazattal teli, termőrészeit inkább a korona palástján fejleszti. Viszonylag későn fordul termőre, bőven, de szakaszosan terem. Virágzási ideje középkései. Hűvösebb, párásabb mikroklímát, jó vízellátottságú talajt igényel, de betegségekre nem fogékony. Vizsgálataink szerint hajtásai és virágai mérsékelten rezisztensek a tűzelhalással szemben. Erdélyben 'Mosolygó batul', 'Piros batul', 'Fehér batul', 'Szögletes batul', 'Bordás batul', 'Sárga batul', 'Édes batul', 'Tüzes

batul', 'Nagy batul', 'Selyem batul', 'Zöld batul' néven változatait is termesztették, de KIRÁLY et al. (2012b) morfológiai és molekuláris genetikai vizsgálatokkal bizonyította, hogy a 'Zöld batul nem a 'Batul egyik változata, hanem egy önálló fajta. ÁE.

Baumann renet

Belgiumból származik, Kárpátalján és a Felvidéken eléggé elterjedt volt. Szeptember közepén, végén szedhető, márciusig eltartható. Gyümölcse középnagy v. nagy, lapított gömbölyded. Héja vastag, viaszos, fedőszíne halvány téglavörös, amelyet sötét kárminpiros széles sávok, ill. csíkok tarkítanak. Húsa szilárd, édes-savas, zamatos borízű. Középerős növekedésű, középnagy koronájú. Virágzása középkorai. Termőképessége jó. Betegségekre nem nagyon fogékony.

Beregi sóvári

Ismeretlen eredetű, különösen Munkács környékén volt elterjedt. Szeptember végén, október elején éri el szedési érettségét, akár márciusig is tárolható. A gyümölcs középnagy, kissé lapított. A gyümölcs héja vékony, fényes, kissé viaszos, néha lenticellákkal borított, éretten szalmasárga színű, a napos oldalon enyhe pír látható. Húsa fehér, sárgásfehér, közepesen kemény, bőlevű, édes-savas, enyhén fűszeres illatú. Fája erős növekedésű, széthajló, elsűrűsödésre hajlamos. Virágzási ideje középkorai. Bőtermő, termőhellyel szemben nem igényes.

Búzával érő alma

Származása ismeretlen. Búzaaratás idején szüretelték, s friss fogyasztásra v. konyhai célokra ajánlották. Gyümölcse középnagy, gömbölyded alakú, barnáspirossal mosott és csíkozott, héja hamvas és enyhén viaszos, húsa közepesen kemény, savas-édes, lédús. Fája erős növekedésű, elterülő habitusú, későn fordul termőre.

Cigányalma

Hazánkban több sötétvörös fajtát neveztek Cigányalmának. Bereczki Máté szerint a német 'Brauner Matapfel' azonos ezzel a fajtával. Szedési érettségét szeptember közepén éri el, s januárig tárolható. Gyümölcse középnagy v. nagy, szabályos v. lapított gömbölyded alakú. A héj felszíne gyengén hamvas, enyhén viaszos. A sárga alapszínen a gyengén mosott és erősen csíkozott piros fedőszín 40–60%-ban borítja a gyümölcsöt. Húsa kemény, krémszínű, savas-édes ízű. Fája erős növekedésű, elterülő habitusú. Vizsgálataink szerint hajtásai mérsékelten rezisztensek a tűzelhalással szemben.

Citromalma (syn.: Ananász renet)

Származása ismeretlen (X. kötet 7. tábla *c*). Szeptember közepén v. végén szedték, november és február között fogyasztották. Közepes nagyságú, többnyire szabályos kúpalakú, enyhén bordázott alma. Héja bőrszerű, szívós, kissé elválik a hústól, enyhén érdes, viaszos, zsíros tapintású. Alapszíne aranysárga és mézsárga között változó, mely a napos oldalon rózsaszínnel lehelt. Felületén mogyoróbarna lenticellák vannak. Húsa sárgásfehér, kásás, lészegény, alig érezhetően savanykás, de kellemesen édes, aromás. Fája gyenge növekedésű, koronája sűrű. Korán termőre fordul, s igen bőven terem. Középkései virágzású. Termőhelyre igényes.

Csíkos óriás halasi

Származása ismeretlen. Augusztus végétől szeptember elejéig szedhető, főleg konyhai célokra javasolt. Gyümölcse nagy v. nagyon nagy, enyhén kúpos gömbölyded alakú, narancspirossal mosott és csíkozott, héja enyhén hamvas, húsa puha, lédús, savas, rétesalma jellegű. Fája középerős v. erős növekedésű, szétterülő habitusú, jó termőképességű, de alternanciára hajlamos.

Fekete tányéralma

Erdélyben talált ismeretlen eredetű magoncból keletkezett ősrégi magyar fajta. Szeptember végén, október elején szüretelhető, akár márciusig is tárolható. Friss étkezési célra és feldolgozásra egyaránt alkalmas. Gyümölcse középnagy, erősen lapított, gyakran aszimmetrikus, kocsánya rövid. A héj fényes, kissé viaszos, vastag. A sárgászöld alapszínt 60–80%-os barnáspiros fedőszín borítja, amelyen sötét csíkozottság és nagy, fehér lenticellák figyelhetők meg. Húsa zöldesfehér, kemény, roppanó, édes-savas, fűszeres illatú, tárolás során kissé kásásodik. Fája erős növekedésű, feltörő, később terebélyes laza koronát fejleszt. Jó termőképességű, de alternanciára hajlamos. Jó vízellátottságú talajokat s párás éghajlatot igényel.

Gravenstein (syn.: Gravensteini, Gravensteiner)

Németországból származó régi világfajta, amely az USA-ban és Európa egyes országaiban ma is elterjedt, hazánkban is termesztésre ajánlották. Több klónja ismert. Hazánkban augusztus végén szüretelhető, szeptembertől novemberig fogyasztható. Gyümölcse középnagy v. nagy, lapított, bordázott, gyakran részaránytalan. Sárgás alapszínét a napos oldalon világospiros csíkozottság fedi. Kellemesen édes, aromás, éretten nyomódásra érzékeny. Fája nagyon erős növekedésű, koronája szétterülő (Téli aranyparmen típus). Későn fordul termőre, bőtermő, de alternanciára és gyümölcshullásra hajlamos. Középkései virágzású, triploid. Termőhely iránt igényes. Varasodásra és liszharmatra is fogékony. ÁE.

Harang alma

Hazai fajta, Pest megyében találták. Érési ideje szeptember közepétől végéig tart, főleg friss fogyasztásra javasolták. Gyümölcse nagy, gömbölyded, pirossal mosott és csíkozott, felületén a pontozat feltűnő. Húsa közepesen kemény, sárgásfehér, édes, kissé lészegény, tárolás során kásásodik. Fája középerős növekedésű, elterülő habitusú, kiváló termőképességű.

Húsvéti rozmaring (syn.: Toklyó alma, Honti alma, Entz rozmaring, de utóbbit egyes leírások külön fajtaként tartják nyílván)

Hazai eredetű, hazánkban meglehetősen ismert és elterjedt fajta volt. Igen kései, október elején vagy közepén szedhető, decembertől júniusig fogyasztható. Gyümölcse középnagy, kissé megnyúlt, alapszíne zöldessárga, napos oldalán halványpiros pír borítja. Héja vastag, erősen viaszos. Húsa kemény, íze enyhén savanykás, jellegtelen. Jól szállítható és igénytelen körülmények között is tárolható, de taplófoltosodásra hajlamos. Fája erős növekedésű, előbb feltörő, termőkorban kiszélesedő félgömb alakú nagy koronát nevel (Téli aranyparmen típus). Középidőben virágzik. Középkési vagy késői termőrefordulás után bőven terem, de alternanciára hajlamos. Igénytelen, s a betegségeknek ellenálló, külterjes adottságokra javasolható fajta. ÁE.

Jolánka

Hazai származású, ismeretlen eredetű. Érési ideje: szeptember eleje és közepe, friss fogyasztásra és feldolgozásra javasolt. Gyümölcse kicsi v. középnagy, kúpos v. hengeres alakú. Sárga alapszíne a napos oldalon pirossal mosott és csíkozott, héja kissé viaszos. Húsa fehér, közepesen kemény, édes-savas, fűszeres. Fája középerős növekedésű, elterülő habitusú, termőképessége közepes. Hűvösebb termőhelyet igényel.

Kanadai renet

Származása ismeretlen, régen nagyon elterjedt volt. Érési ideje október eleje, novembertől februárig fogyasztható. Gyümölcse nagy v. igen nagy, gömb alakú, hengeres v. kúpos, gyakran aszimmetrikus, s szembetűnő széles és lapos barázdák teszik kissé szögletessé, csészepereme is erősen bordázott. Héja érdes tapintatú, perzselődés többnyire a kocsány felőli részen, néha azonban az egész gyümölcsfelületen hálózottan fordul elő. Alapszíne zöldessárga, majd élénk szalmasárga, napos felén gyengén vöröses, többnyire egyszínű, nagy pontokkal fedett. Húsa sárgásfehér, tömött, bőlevű, íze édes, kellemesen savanykás, fűszeres. Fája erős növekedésű, Téli aranyparmen terméshozási típusú, terebélyes, lapított gömb koronát nevel. Korán és bőven termő, és aránylag későn virágzik. A téli hideget rosszul tűri, meleg fekvésben, középkötött, kissé nyirkos talajt igényel.

Kéresi muskotály

Szabolcs megyéből, Kércsből származik. Érési ideje: szeptember vége és október eleje. Felhasználhatósága: frissfogyasztás és feldolgozás. Gyümölcse kicsi v. középnagy, alakja enyhén lapított gömbölyded. Sárga alapszíne a napos oldalon pirossal mosott, amelyen feltűnő lenticellák vannak. Húsa nagyon kemény, inkább lészegény, íze édes-savas, fűszeres. Fája középerős v. erős növekedési erélyű, feltörő habitusú, jó a termőképessége. Vizsgálataink szerint hajtásai rezisztensek a tűzelhalással szemben.

Kisasszony (syn.: Gyivocse)

Kárpátalja előhegységeiben és síkvidéki területeken egyaránt megtalálható, még ma is kedvelt fajta. Kiemelt fajtaként tartották számon. Szeptemberben szüretelhető, s februárig tárolható. Friss fogyasztásra, valamint ipari célokra egyaránt alkalmas. Gyümölcse középnagy, lapított gömb alakú. Héja vékony, sima, zsíros tapintású, viaszos. Alapszíne halványzöld, fedőszíne sárga, a napos oldalon rózsaszínnel bemosott, fajtára jellemző apró sárga foltokkal. Lenticellái jól láthatók. Ritkán parás foltok vannak a gyümölcs felületén. Húsa fehér, kásás, kellemesen édes-savas. Ízletes, tetszetős küllemű és jól szállítható. Fája középerős növekedésű, koronája szétterülő. Kedveli a nagyobb páratartalmat. Korán fordul termőre, s egyenlőtlenül ugyan, de minden évben terem. A gombás betegségekkel szemben ellenálló.

Leánycsecsű alma (Monó) (syn.: Fehér alma)

Szeptember végén, október elején szedhető, fogyasztási érettsége novembertől februárig tart. Gyümölcse kicsi v. közepes nagyságú, alakja kúp, nemritkán lapított tompa kúp, szabálytalanul bordázott. Héja bőrszerű, szívós, alig érezhetően szemcsés, tompa fényű, száraz tapintatú. Alapszíne halvány citromsárga, fedőszíne narancsrózsaszín, leheletszerű, és főleg a szármélyedés táján alakul ki. Kisebb és nagyobb homokszínű lenticellák sűrűbben a csészemélyedés tájékán alakulnak ki. Húsa sárgásfehér, közepesen tömött, kissé roppanó, leves, olvadó, kel-

lemesen savas-édes ízű. Többféle Lánycsecsű alma ismert, ez a monói változat nem azonos az Erdélyi leánycsecsűvel.

Londoni pepin (syn.: Magyar kálvil, Deutscher kalvill)

Angliából származó nagyon régi fajta. Angliában már 1600-ban ismerték, s a viktoriánus időkben a főúri asztalokon gyakori desszert volt. Magyarországon eléggé elterjedt téli alma volt, a piacon gyakran a nagybecsű 'Téli fehér kalvil' hamisítványaként értékesítették. Igen későn, október második felében szedték, novembertől márciusig fogyasztották. Gyümölcse középnagy v. nagy, lapított, a csésze felől erősen bordázott. Héja viaszos tapintású, sárgászöld alapszíne a napos oldalon pirossal mosott. Húsa tömött, de bőlevű. Kissé savanykás, fűszeres zamattal és kellemes illattal társított íze van. Fája gyenge növekedésű, sudara nem domináns, koronája szétterülő, ágrendszere sűrű. Viszonylag korán termőre fordul, termőképessége közepes, alternanciára hajlamos. Középkései virágzású. Varasodásra és lisztharmatra igen fogékony, termőhely iránt igényes, meleg fekvést és páratelt levegőt, tápdús vízellátott talajt kíván. AE.

Magyar kormos renet

Származása bizonytalan, de valószínűleg hazai fajta. Fogyasztási ideje decembertől februárig tartott, de késő tavaszig eltartható. Friss fogyasztásra és konyhai célokra egyaránt javasolt. Gyümölcse középnagy v. nagy, alakja gömbölyded, tojásdad v. hengeres gömb alakú, kissé szabálytalanul boltozott, gyakran részaránytalan. Héja enyhén érdes, alapszíne zöldessárga, majd aranysárga, napos oldalán halványpirossal belehelt v. márványozott. Színe azonban csak foltokban látszik, mert az egész felület rozsdamázzal v. hálózatos rozsdával és ritka, fehér, nagy lenticellákkal takart. Húsa fehéressárga v. zöldesfehér, tömött, roppanó, közepesen lédús, íze édes és enyhén savanykás, kellemesen fűszeres. Fája erőteljes, feltörő habitusú, koronája közepesen sűrű, gömbszerű. Korán, rendszeresen és igen bőven terem. Mindenütt jól díszlik, de csak kellően nyirkos talajban terem rendszeresen és bőven.

Nagy zöldalma

Ismeretlen származású. Szeptember közepén, végén szedhető, friss étkezésre és feldolgozásra is javasolható. Gyümölcse nagy v. nagyon nagy, enyhén lapított gömbölyded alakú, a héj színe éretten is zöldessárga, néha a napos oldalán pirossal mosott, húsa közepesen kemény, savas-édes, lédús. Fája gyenge v. középerős növekedésű, elterülő habitusú, termőképessége jó.

Nemes sóvári (syn.: Sóvári nobil, Tiszaháti Sóvári, Stepoka sóvári)

Kárpátaljáról, Sóvár környékéről származik az alapfajta, Angyal (1926) szerint feltehető, hogy egy Sóváron kelt magoncból indult ki, és terjedt el először Abauj-megyében, majd az egész országban. 'Közönséges sóvári', 'Daru sóvári' is ismert, de a 'Nemes sóvári' a legjobbnak tartott változat. Szeptember végén, október elején szüretelhető, gyümölcse igénytelen körülmények között is sokáig eltartható. Friss étkezési célokra és konyhai célokra is javasolták. Gyümölcse közepes v. nagy, enyhén lapított gömbölyded, közel 100%-ban liláspirossal mosott és erősen csíkozott, a héj sima, hamvas, feltűnő lenticellákkal. Húsa fehér, félkemény, roppanó, lédús, édes-savas, enyhén fűszeres ízű. Fája erős növekedésű, közepesen sűrű, kezdetben felfelé törő, később elterülő habitusú. Későn fordul termőre, bőtermő, de alternanciára hajlamos. Igénytelen, külterjes körülmények között is hosszú életű, viszont a jó vízellátottságú

talajokat, párás éghajlatot meghálálja. Virágzási ideje középkései. Varasodással, lisztharmattal szemben jó, tűzelhalással szemben közepes ellenállóság jellemzi.

Nyári fontos (syn.: Fontos alma, Rétes alma, Tüköralma, Rambour d'été stb)

Származása nem bizonyított, egyesek magyar, mások francia eredetűnek tekintik. Augusztus első és harmadik dekádja között elhúzódóan érik, négy-öt menetben szedendő, elsősorban rétesalmának alkalmas csak egy-két hétig őrzi meg minőségét. Gyümölcse nagy v. igen nagy, lapított gömb alakú, egyik fele gyakran hízottabb, felülete sima és fényes. Színe éretten fehéressárga, napos oldalán halványpirossal csíkozott. Húsa kemény, bőlevű, íze erősen savas, jellegtelen. Fája erős v. igen erős növekedésű, koronája szétterülő, félgömb alakú (Téli aranyparmen típus). Korán virágzik. Későn fordul termőre, bőtermő, de alternanciára hajlamos. A termőhely iránt igénytelen, betegségekre nem fogékony. ÁE.

Orbai alma (syn.: Fűzalma)

Erdélyből, Háromszék vidékéről származik. Augusztus közepén, végén szedhető. Friss étkezésre és főzőalmának javasolták. Gyümölcse középnagy, alakja kúpos, a partenokarp gyümölcsök hosszúkásak, hengeresek. Héja igen vékony, sárga alapszínen enyhén csíkozott, kissé viaszos. Húsa sárgásfehér, nagyon puha, üdítő jellegű, savas-édes ízű. Fája középerős növekedésű, elterülő habitusú, kiváló termőképességű, de alternanciára hajlamos. Virágzási ideje korai, s partenokarpiára hajlamos.

Parker pepin (syn.: Bőralma, Kormos alma, Parkers Pepping)

Feltehetően angol fajta, de nagyon elterjedt volt a Kárpát-medencében, az Alföldön is (X. kötet 7. tábla *f*). Szeptember közepén v. végén szedhető, novembertől márciusig fogyasztható. Friss étkezésre és főzőalmának is javasolták. Gyümölcse kicsi v. középnagy, lapított gömb alakú. Alapszíne sárgászöld, később tompa okkersárga, végül pedig vöröslő aranysárgás fakóbarna a vékony rozsdabehintés miatt, mely általában az egész felületre kiterjed. Héja vékony, száraz tapintású, parás felületű, napos oldalán sárgásbarna. Pontozata apró, fehérszürke, s főképp a rozsdamázban elég szembetűnő. Húsa eleinte zöldesfehér, majd sárgásfehér, kemény, tömött, roppanó, később porhanyó, puha, bőlevű, kellemesen savanykás, megfelelő cukortartalommal és borízű zamattal. Jól tűri a szállítást, de túléretten kásásodik, a tárolóban ráncosodik. Fája gyenge növekedésű, sudara elhajló, kisméretű gömb alakú koronát nevel. Viszonylag korán termőre fordul, igen bőven és rendszeresen terem. Középkorai virágzású. Termőhely iránt nem igényes, de száraz helyen gyümölcse apró marad. Varasodásra nem, de lisztharmatra fogékony.

Pónyik (syn.: Török mocskotár)

Alsófejér megyében, „Pojana-mik" (Kismező) tisztáson fedezték fel. Október közepén szedhető, fogyasztási érettsége november és február közé esik. Bereczki elsőrendű asztali, piaci és gazdasági gyümölcsnek tartotta. Gyümölcse nagy, szabálytalan lapított gömb, gyakran részaránytalan. Csészepereme enyhén bordázott. Héja vastag, sima, sárgászöld, éretten citromsárga, napos oldalán narancspirosas. Lenticellái ritkák és barnás színűek. Húsa sárgásfehér, néha zöldes árnyalatú, tömött, porhanyó, olvadó, édesen savanykás, illatos, fűszeres zamatú. Fája erős növekedésű, elterülő habitusú, ritkás lombozatú, terjedelmes koronát nevel. Későn fordul termőre, s bőtermő. Termőhelyre nem nagyon igényes, de a magasabb hegyoldalakban, bő harmat mellett fejleszti ki gyümölcseit a megkívánt mértékben. Száraz viszonyok és

túlkötődés esetén apró lesz a gyümölcse. Varasodásra fogékony, de hajtásainak tűzelhalással szembeni ellenállósága alapján a BCE Gyümölcstermő Növények Tanszéken génforrásnak emeltük ki.

Pusztai sárga

Bereczki magyar eredetűnek tartja. Hazánkban szeptember közepén, végén szüretelhető, júniusig is eltartható. Főleg csemegegyümölcsnek ajánlották. Gyümölcse középnagy, gömbölyded alakú, héja fényes, erősen viaszos. Színe világossárga v. szalmasárga, a napos oldalon enyhe pír megjelenhet. A felületet alig észrevehető sűrű lenticellák fedik. Húsa fehér, kemény, roppanó, ládús, íze édes-savas, fűszeres. Fája középerős növekedésű, szétterülő ágrendszerű, laza koronát nevel. Jó termőképességű, a termőhelyre nem igényes. Vizsgálataink szerint virágai mérsékelten rezisztensek a tűzelhalással szemben.

Sárga szépvirágú (syn.: Beléefleur jaune, Gelber Bellefleur, Yellow Bellefleur)

Amerikából származik, véletlen magoncként keletkezett (X. kötet 7. tábla *a*). Hazánkban a homoki területeken nagyon elégedettek voltak vele a termelők. Friss étkezési célokra exportálták is. Szeptember végén, október elején szüretelhető, novembertől áprilisig fogyasztható, jól tárolható. Gyümölcse középnagy v. nagy, megnyúlt v. szabályos gömbölyded alakú, gyakran enyhén aszimmetrikus. Héja vékony, sima, kissé zsíros tapintású, eleinte zöldessárga, értével citromsárga, napos oldalán kevés pirossággal belehelt, majd barnapiros pontokkal behintett. Húsa sárgásfehér, porhanyó, leves, édes-savas, a birsre emlékeztető kellemes fűszeres zamattal. Laza húsa, tágas magtokja következtében a gyümölcs fajsúlya a többi fajtáénál kisebb. Fája erős növekedésű, vesszője és sudara elgörbülésre hajlamos. Bőven és rendszeresen terem. Virágzási ideje középkései.

Sikulai (syn.: Pomme de Sikula, Sikulaerapfel, Székely alma, Seklerapfel, Kárpátalja szépe)

Régi magyar fajta, valószínűleg a Fehér Körös mentén fekvő Sikula községben kelt magról, de Kárpátalján is kiemelt fajtaként tartották számon. Szeptember végén, október elején érik, decembertől áprilisig fogyasztható. Elsősorban piaci gyümölcsnek ajánlották, de ipari célra is alkalmas. Gyümölcse középnagy v. nagy, lapított gömb alakú, kiegyenlítetlen és gyakran részaránytalan. Héja kevéssé fényes, értével aranysárga, melyet majdnem teljesen eltakarnak a sötétbordó csíkok és a lenticellák. Húsa zöldesfehér, tömör, gyengén leves, savas-édes, kissé fanyar, enyhe aromával. Fája középerős növekedésű, sűrű gömb koronájú. Későn fordul termőre, de bőven terem. Inkább a hegyvidékek fajtája, meleg éghajlat mellett és nyirkos talajon terem legjobban. Középidőben virágzik. Betegségeknek, kártevőknek ellenáll, s hajtásainak tűzelhalással szembeni kiváló ellenállósága alapján génforrásnak emeltük ki.

Simonffy piros (syn.: Bikaalma, Kékalma)

Magyar fajta. Származásáról biztosat nem tudunk, Bereczki szerint debreceni vagy egri származású. Cigányalmaként is emlegetik, de nem egyezik meg azzal. Szedési érettségét szeptember közepén v. végén éri el. Márciusig kiválóan tárolható. A gyümölcs általában középnagy, gyakran heterogén méretű, kissé lapított gömb alakú. A héj felszíne hamvas, ledörzsölve fénylő, nem viaszos. A fedőszín-borítottság közel 100%-os, sötét bordópiros, rajta 20–30%-ban sötét csíkozottság figyelhető meg. A gyümölcs húsa puha, zöldesfehér, közvetlenül a héj alatt rózsaszínes lehet. Bőlevű, édes-savas ízű, sajátos aromájú. Fája kezdetben erős növekedésű, felfelé törő, termőrefordulást követően középerős, közepesen sűrű, széthajló koronát

nevel. Korán termőre fordul, rendkívül bőtermő. A késői csoportban virágzik, túlkötődésre hajlamos, ezért ritkítást igényel. Termőhellyel szemben nem igényes, jól alkalmazkodó.

Staymared Nk. 573

Az alapfajta az USA-ban a 'Stayman Winesap' rügymutációjaként keletkezett 1926-ban. Hazánkba Zatykó I. hozta be, s már hazánkban emelték ki az Nk. 573 klónt. Október közepén szedhető, decembertől júniusig fogyasztható. Gyümölcse középnagy, lapított, enyhén kúpos. Héja kissé viaszos, vastag, húsa félkemény, éretten kásásodik. Íze savas-édes, közepes minőségű. Nagyon jól szállítható, s igénytelen körülmények között is hosszú ideig tárolható. Fája erős növekedésű, koronája szétterülő, de ritka ágrendszerű. Korán fordul termőre, bőtermő, de alternanciára hajlamos. Középkései virágzású, triploid. Betegségekre nem fogékony, edzett, termőhely iránt nem igényes.

Szabadkai szercsika (syn.: Szegedi szercsika, Szabadkaer szercsika)

Magyarországi eredetű, valószínűleg a Duna-Tisza közén keletkezett, Szegedtől délre kiterjedten termesztették. Kései érésű, október második felében szedhető, s áprilisig jól tárolható. Nagy v. igen nagy gyümölcse lapított csonkakúp alakú, s gyakran részaránytalan. A gyümölcs felülete szabálytalanul boltozott és enyhén bordázott. Héja vékony, sima, eltartás során viaszossá válik. Alapszíne előbb élénkzöld, majd értével citromsárgára változik, amely a napos oldalon, kis felületen barnáspiros pírral belehelt. Az egész gyümölcsfelületet nagy, fehér lenticellák fedik. Húsa sárgásfehér, roppanó, szilárd és ledús. Édes-savas, enyhén illatos és kellemesen fűszerezett íze februárra válik leggazdagabbá. Tartós tárolás után fogyasztható, egykoron darabonként értékesítették. Fája erős növekedésű, közepesen sűrű koronájú. Korai termőrefordulás után jó termőképességű, de csak jó termőhelyen és jó évjáratokban válik bőtermővé. Virágzási ideje korai. Gombabetegségekre nem nagyon fogékony, virágainak és hajtásainak tűzelhalásra való ellenállósága alapján nemesítési génforrásnak emeltük ki.

Szemes alma

Kárpátalján felfedezett, s ott eléggé elterjedt helyi fajta. Származása nem ismert, valószínűleg véletlen magonc. Hazánkban szeptember elején v. közepén szüretelhető, több hónapig jól eltartható. Elsősorban konyhai étkezési almának és sűrítménygyártásra alkalmas. Gyümölcse közepes nagyságú, lapított gömbölyded alakú. Alapszíne éréskor sárgászöld, melyen a napos oldalon kis felületen, mosott világospiros fedőszín alakul ki. Felülete fényes, nem perzselődik, permetezés nélkül varas foltok képződhetnek a gyümölcsön. Húsa fehér, közepesen szilárd, éréskor kellemesen ledús, savas ízű. Fája erős növekedésű, koronája széthajló, gallyrendszere leívelődő. Termőképessége jó.

Téli aranyparmen (syn.: Goldparmäne, King of the pippins, Reines des reinette)

Francia származású véletlen magonc, a Kárpát-medencében hosszú ideig volt elterjedt, még a szocialista nagyüzemi termesztésben is telepítették pollenadónak (X. kötet 7. tábla *d*). Augusztus végétől szeptember végéig több menetben kell szedni. Szeptembertől januárig fogyasztható, többhasznú fajta. Gyümölcse középnagy v. kicsi, tompakúp alakú, héjszíne narancssárga, és a napos oldalon narancspirossal csíkozott. Húsa félkemény, ledús, íze kellemesen édes-savas, illatos. Januárig tárolható, gyümölcse érzékeny az alacsony hőmérsékletre. Fája közepesen erős növekedésű, koronája feltörő, ritka ágrendszerű (Téli aranyparmen típus). Termőrügyeit rövid termőrészeken fejleszti. Virágzási ideje középkorai v. középkései. Termőrefordulási ideje korai,

igen bőtermő, ezért fája legyengülhet. Termőhely iránt nagyon igényes (magas hő- és vízigény). Gyümölcse hullásra hajlamos. Betegségekre igen fogékony. ÁE.

Téli banánalma (syn.: Winter banana)

Az USA-ból származik, a XIX. sz. második felében kezdték termeszteni, s a Kárpát-medencében is eléggé ismert volt. Szeptember végén, október elején szedhető, novembertől áprilisig fogyasztható. Gyümölcse középnagy v. nagy, gömb alakú. Héja enyhén viaszos, a napos oldalon sárga alapszínen kárminpirossal bemosott. Húsa kemény, íze harmonikusan édes-savas. Igénytelen körülmények között is jól tárolható, de hamar elveszti a savait. Fája középerős v. erős növekedésű, koronája ritka, kissé széthajló. Termőképessége jó. A termőhely iránt nem igényes, kissé fogékony a lisztharmatra. ÁE.

Téli fehér kálvil (syn.: Kálvin v. Püspök alma, White Calville)

Feltehetően Franciaországból származik. Almatermesztésünk egyik legérdekesebb történeti értéke, hazánkban a XX. századforduló idején a piacon darabonként értékesítették, s az almák királyaként emlegették. Akkortájt a szakmában zöld és fehér kálvilt is elkülönítettek, de a kettő között csak az volt a különbség, hogy a fehér kálvil gyümölcsét zacskózással halványították. Szeptember végén szedték, fogyasztási érettsége decembertől márciusig tartott. Gyümölcse többnyire középnagy, tompakúp alakú, gyakran aszimmetrikus, a csészétől a kocsánymélyedés pereméig erősen bordázott. Sárgászöld alapszínen sötétebb sárga fedőszínű. Húsa kemény, szállításra érzékeny, bőlevű, borízű és illatos. Kiváló asztali alma volt. Fája erős növekedésű, igen nagy és terjedelmes koronát nevel. Termőképessége közepes. Termőhely iránt nagyon igényes (magas hő-, pára- és vízigény), lisztharmatra, varasodásra fogékony, s gyümölcsritkítást is igényel.

Téli piros pogácsa (syn.: Kecskeméti téli pogácsa alma)

Ismeretlen eredetű, mi régi magyar fajtának tartjuk. Alakgazdag fajtakörből származik, a népi termesztésben több változatát (nyári, őszi, fehér, piros, téli) ismerték. Magyarországon az üzemi almatermesztés kezdetén termesztették. Igen későn, október második felében szedték, novembertől március végéig fogyasztották. Gyümölcse nagy v. igen nagy, lapított, héja élénkpiros színnel bemosott, ill. csíkozott, kissé viaszos. Savas-édes, főleg korai szedés után kesernyés, fanyar mellékíze van. Fája erős v. nagyon erős növekedésű, ritka ágrendszerű, koronája félgömb alakú (Téli aranyparmen típus). Késői termőrefordulás után bőtermő, de alternanciára hajlamos. Termőhelyre igénytelen, betegségekre kismértékben fogékony.

Tordai piros kálvil (ANF típus)

Az eredeti fajta Erdélyben, a Torda-vidéken ismeretlen szülőfajtákból keletkezett, s onnan került be először Bereczki Máté fajtagyűjteményébe. Ez a Tóth (2005) által leírt fajta az Angol Nemzeti Fajtagyűjteményből származik, s nem egyezik meg a Bereczki által leírt, az újfehértói génbankban található fajtával. Augusztus végén, szeptember elején szüretelhető, s szeptember végéig eltartható. Elsősorban konyhai étkezési alma, többek között pürékészítésre nagyon alkalmas. Enyhén lapított gömb alakú gyümölcse kicsi v. középnagy, felülete nem bordázott. Gyümölcshéja vékony, fényes, alapszíne éretten aranysárga, jó fényviszonyok között szinte az egész felületen rózsaszínes pirossal bemosott, amelyet sötétebb csíkozottság és ritkán elhelyezkedő pontozat tesz attraktívvá. Sárgásfehér, puha és olvadó húsa ledús, nyomódásra hajlamos. Íze édes-savas, kellemes eperillattal fűszerezett. Fája mérsékelt növekedésű, viszonylag sűrű ágrendszerű. Korai termőrefordulás után rendszeresen és igen bőven

terem. Későn virágzik. Gombabetegségekre nem nagyon fogékony, tűzelhalással (virágok és hajtások is) szembeni kiváló ellenállóképessége alapján nemesítési génforrásnak emeltük ki.

Török Bálint (syn.: Törökbálint, Roter Stettiner, Türkischer Weinling)

Német eredetű, az ország északi részén eléggé ismert volt. Hazánkban október közepén, végén szüretelhető, decembertől tavaszig fogyasztható. Friss étkezésre és konyhai célokra egyaránt alkalmasnak tartották. Gyümölcse nagy, alakja lapított gömb, néha részaránytalan. Héja sima, alapszíne sárgászöld, de alig látszik, mert a gyümölcs egész felületét világosabb v. sötétpiros fedőszín borítja, rajta feltűnő, ritkás, fehéresszürke lenticellákkal. Húsa kemény, zöldesfehér, roppanó, kellemes borízű, bőlevű, illata gyenge. Fája erőteljes növésű, nagy, terebélyes koronát alkot, termőrészekkel sűrűn berakódik. Edzett, elég korán és igen bőven terem.

Tükör alma

Ismeretlen származású, Kecskemét környékén elterjedt volt. Optimális szüreti ideje: szeptember közepe, vége. Főleg friss étkezésre javasolták. Gyümölcse középnagy v. nagy, gömbölyded alakú, héja citromsárga, napos oldalon pirossal mosott. Húsa fehér, kemény, ledús, édes-savas ízű. Fája középerős növekedésű, elterülő habitusú, igen bőtermő.

Vajki alma

A Felvidékről származik. Génbankunkban augusztus végén érik. Főleg konyhai célokra javasolták. Gyümölcse középnagy v. nagy, kúpos alakú, a csésze körül bordázott. Héja sárga alapszínen enyhén v. közepesen csíkozott. Húsa sárgásfehér, puha, savas jellegű. Fája középerős növekedésű, szétterülő, laza koronát nevel, s közepes termőképességű.

Vilmos renet

Ismeretlen származású, Kárpátalján, Visk környékén elterjedt volt. Optimális szüreti ideje szeptember vége. Friss étkezési célra és feldolgozásra egyaránt javasolható. Gyümölcse középnagy v. nagy, aszimmetrikus, enyhén megnyúlt gömb alakú. Héja sima, fényes, zöldessárga alapszín fölött bordópirossal mosott s csíkozott fedőszín alakul ki. Húsa krémszínű, roppanó, ledús, enyhén borízű, édes. Fája erős, majd középerős növekedésű, habitusa fiatal korban feltörő, később széles gömb alakúvá válik. Virágzási ideje késői. Későn fordul termőre, de jó a termőképessége. Varasodással, lisztharmattal és tűzelhalással szembeni elég jó az ellenállóképessége, s a termőhelyre is igénytelen.

3. JELENTŐSEBB ÉS ÍGÉRETES HONOSÍTOTT FAJTÁK

Ace Spur Delicious (syn.: Ace, Cyberg)

Az 'Oregon Spur' mutációjaként keletkezett, 1980-ban regisztrálták. Szeptember végén szüretelhető. Gyümölcse nagy, piros fedőszínét lenticellák tarkítják. A Red Delicious alakkör spur csoportjában erős növekedésűnek számít.

Baujade

Franciaországban nemesített, szabadalmi oltalommal védett fajta. Többgenerációs keresztezés eredménye, közvetlen szülőfajtája a 'Granny Smith' és a P5R 42–52 számú hibrid. Okto-

ber közepén szüretelhető, gyümölcse áprilisig jól eltartható. Elsősorban friss étkezési célokra ajánlott. Gyümölcse középnagy, kúpos gömbölyded, enyhén viaszos héja zöld, s halvány lenticellákkal borított. Zöldesfehér húsa kemény, ledús, harmonikus ízű. Középerős v. erős növekedésű, közepes elágazódási hajlammal. Középkései v. kései virágzású. Jól és rendszeresen terem. Melegebb termőhelyekre való. Varasodásrezisztens (*Vf* = *Rvi6* gén), lisztharmatra enyhén v. közepesen, tűzelhalásra kevéssé fogékony.

Campbell Delicious (márkanév: Redchief Delicious)

Amerikai fajta, a 'Starkrimson Delicious' rügymutánsa. Szeptember végén, az alapfajta előtt 3–5 nappal szedhető. Gyümölcse igen tetszetős, mérete középnagy v. nagy, kiegyenlített nagyságú, alakja megnyúltabb az alapfajtáénál. A gyümölcs teljes felületét borító mélypiros fedőszíne fényes, s kissé csíkozott. Húsa világossárga, kemény, fajtakörénél ízletesebb. Fája a 'Starkrimson Delicious'-nél erősebb növekedésű, de ugyancsak spur habitusú fát nevel. Jellemzője a feltörő ágrendszer, a rövidebb ízköz s a rövid termőrészek túlsúlya. ÁE.

Charden

A 'Golden Delicious' és a 'Glochard Renet' fajta hibridje. Franciaországban nemesítették. Október első dekádjában, 8–10 nappal a 'Golden Delicious' után szüretelhető. Gyümölcse nagy v. igen nagy, gömbölyded v. kúpos, előbb zöld, majd zöldessárga színű, viaszos felületű. Harmonikus ízű, a Goldennél magasabb cukor- és savtartalmú. Viszonylag hosszú ideig tárolható. Fája a 'Golden Delicious'-nél 20%-kal erősebb növekedésű, terméseit a rövid termővesszőkön fejleszti. Termőképessége jó, de alternanciára hajlamos. A kései csoportban virágzik, triploid. Ventúriás varasodásra és lisztharmatra kevésbé fogékony. ÁE.

Delcorf (márkanév: Delbarestivale)

A 'Stark Jon Grimes' és a 'Golden Delicious' hibridje (Franciaország). Augusztus második felében 3–4 menetben szedhető, október végéig eltartható. Gyümölcse középnagy v. nagy, hengeres alakú, a felület harmadát narancspiros fedőszín borítja, nem parásodik. Húsa ledús, szilárd, nem nyomódik, édeskés, gyengéd ánizs illattal. Fája közepesnél erősebb, kissé szétterülő, vesszői erősek, merevek. Középkorai virágzású, jó pollenadó. Varasodásra és lisztharmatra erősen fogékony. ÁE.

Elstar

Az 'Elstar' alapfajta a 'Golden Delicious' és az 'Ingrid Marie' Hollandiában végzett keresztezéséből származik. Szeptember elején szedhető. Közvetlenül a szüresztől 5–6 hónapig fogyasztható. Gyümölcse középnagy v. nagy, alakja gömb v. lapított gömb, s gyakori a hálószerű perzselődés. Zöldes alapszíne csak éretten válik sárgává, fedőszíne a héj 1/3–2/3 részén világos narancsvörös, márványozott v. bemosott. Húsa zöldessárga, majd krémszínű, közepesen szilárd, ledús. Íze finom édeskés-savanykás, erősen aromás. Növekedési erélye középerős v. erős, a fa elsűrűsödésre hajlamos. Számos, az alapfajtánál sötétebbre színeződő változata közül a 'Red Elstar' hazánkban államilag elismert. ÁE.

Florina (márkanév: Querina)

Franciaországban, egy többnemzedékes keresztezési program ötödik generációjából emelték ki. Közvetlen szülőfajtája a 'Jonathan' és egy amerikai varasodásrezisztens szelekció. Kései

érésű, október első dekádjában szüretelhető, márciusig jól tárolható. Légyártásra, főzésre, sütésre, kompótnak és cukrászati célokra is jól megfelel. Gyümölcse középnagy v. nagy, csonkakúp alakú, a csészénél erősen bordázott. Sárgászöld alapszínét élénkpiros, mosott és csíkozott fedőszín borítja, s felületén erős hamvasság és feltűnő lenticellák láthatók. Húsa sárgásfehér, közepesen szilárd, roppanó, lédús, édeskés, finoman illatos. Fája középerős növekedésű, ágrendszere előbb szétterülő majd lecsüngő, a belső részek felkopaszodásra hajlamosak. A középkorai virágzási csoportban virágzik. Korán termőre fordul, jó termőképességű, de alternanciára és szüret előtti hullásra hajlamos. A varasodással szemben ellenálló (*Vf+Vg =Rvi6+Rvi1*), liszthatmatra közepesen fogékony, de csökkentett védekezést igényel, s az almaterméseűek tűzelhalására mérsékelten rezisztens. ÁE.

Freedom

Nemesítői szerint szülőfajtái a *Malus floribunda* 821 varasodásrezisztens díszalma egyik utódja, valamint az 'Antonovka', de az utóbbi fajta szülői szerepe később megkérdőjeleződött. Kettős hasznosítású fajta, friss fogyasztásra és ipari célra (sűrítmény, püré). Szeptember második felében 2–3 menetben szüretelhető, normál tárolóban pár hónapig tárolható. Gyümölcse nagy v. igen nagy, lapított gömb alakú. Alapszíne sárga, piros fedőszíne a felület 80%-át borítja. Húsa krémszínű, közepesen szilárd, enyhén savas. Fája erős növekedésű, koronája szétterülő, lehajló. Korán termőre fordul, bőven terem. Középkései v. kései virágzású, a gyümölcsök csokrosan kötődnek. Virágai a késő tavaszi fagyokra érzékenyek. Tárolási gondok (pufikosodás) elkerülése érdekében többszöri kalciumos permetezést igényel. Varasodással szembeni ellenállósága egyfelől *Vf (Rvi6)*, másrészt tisztázandó, hogy *Vr (Rvi17)* vagy QTL alapú. Ezen kívül a tűzelhalással szemben hajtásai mérsékelt fogékonyságot, virágai magasfokú rezisztenciát mutattak, s ellenállt a liszthatmatnak és az ágrákosodásnak is. ÁE.

Fuji

A 'Ralls Janet' és a 'Red Delicious' hibridje, Japánban nemesítették. Október végén, a 'Granny Smith' után egy héttel szedhető, 7–8 hónapig tárolható. Fogyasztási érettségének eléréséhez hűtőtárolást igényel. Gyümölcse igen nagy, alakja megnyúlt, csaknem hengeres. A gyümölcs felületének legfeljebb felét borítja mosott v. enyhén csíkozott, rózsaszínből barnáspirosba áthajló fedőszín. Húsa kemény, íze enyhe savval kísérten dominálóan édeskés, s gyakran felléphet üvegesedés. Kezdetben erős, majd középerős fejlődésű fája felkopaszodásra hajlamos (végentermő terméshozási típus). Korán termőre fordul, jó termőképességű. Liszthatmatra kevésbé, de varasodásra eléggé fogékony. Változatok: csak Japánban több mint 120 változatát emelték ki. Színezettség szempontjából az egyik legsikeresebb fajta a 'Brak' (márkázott név: Kiku), amelyet klubfajtaként termesztenek.

Gala

A Gala alapfajtát ('Kidd's Orange Red' x 'Golden Delicious') Új-Zélandon nemesítették, de inkább a változatai terjedtek el. Szeptember elején szedhető, s a gyümölcsök a szedéstől kb. 3–4 hónapig élvezhetők. Gyümölcse középnagy, gömbölyded, kemény, roppanó húsú, dominálóan édeskés ízű és aromás. Héja sárgás alapszínen narancsvörös, felülete sima, parásodás nem fordul elő. Növekedési erélye közepes, habitusa szétterülő. Kezdetben hosszú termőveszszőkön, később rövid termőrészeken fejleszt terméseket. A termőrefordulás korai, a terméshozás rendszeres és kiváló. A kései csoportban virágzik. A liszthatmat kevésbé károsítja, de meglehetősen fogékony a ventúriás varasodásra s az ágrákosodásra, Tűzelhalásra a hajtásai fogékonyak, virágai hazai vizsgálatok szerint mérsékelt rezisztenciát mutattak. ÁE.

Galarina

Franciaországban a 'Gala' és a 'Florina' keresztezésével állították elő. Egy-két héttel a 'Gala' után szüretelhető. Gyümölcse kicsi v. középnagy, lapított gömbölyded, zöldessárga alapszínen a gyümölcsfelület 65–100%-át fedi a narancsvörös fedőszín, rajta sötétpiros sávokkal. Húsa sárgásfehér, sokáig nem barnuló, roppanó, lédús, íze aromás és enyhén savas, mivel viszonylag alacsony a cukortartalma. Varasodásrezisztens fajta (*Vf=Rvi6*), s a francia és kanadai tesztelések során liszharmattal, ill. tűzelhalással szembeni fogékonyságot sem tapasztaltak.

Golden Delicious

A 'Golden Delicious' alapfajtát az USA-ban találták, feltevések szerint a 'Grimes Golden'-nel megporzódott 'Golden Reinette' magvából keletkezett. Szeptember végén, október elején szedhető. Fogyasztási érettségét röviddel a szüretet követő időszaktól kb. márciusig megőrzi. Gyümölcsének mérete középnagy v. nagy, gömbölyded v. enyhén megnyúlt, héja vékony, az érés kezdetén zöldessárga, éretten sárga. Gyümölcshúsa sárgás, édes, enyhén savas, kissé illatos. A gyümölcshéj parásodásra (perzselődésre) hajlamos. Fája középerős növekedésű, koronája kissé szétterülő, piramidális alakú. Vesszői világosbarnák, sűrű lenticellákkal, rügyei vesszőhöz simulók. Virágzása középkései és kései, jó pollenadó. Liszharmatra nem, varasodásra nagyon, tűzelhalásra és ágrákosodásra közepesen fogékony. Hazánkban bevált perzselődésmentes változatai: 'Golden Delicious Reinders', 'Golden Haidegg', 'Gibson Golden Delicious' (Smoothee), 'Goldenir' (Lysgolden). ÁE.

Goldrush (syn.: Co-op 38)

Az USA-ban nemesítették, a *Malus floribunda* 821 ötödik generációs utódja, pedigréjében a 'Golden Delicious' is szerepel. Igen kései érésű, október elején, közepén szüretelhető, legalább 7 hónapig jól tárolható. Gyümölcse középnagy v. nagy, tojásdad alakú, héja sima felületű. Színe zöldessárga, utóérés után mélysárga, a napos oldalon pirosas v. bronzos pírral. A gyümölcs felületét elszórtan feltűnő lenticellák borítják. Húsa sárga, mérsékelten durva szövetű, kemény és roppanó. Fűszeres, gazdag aromájú, íze savas. Középerős növekedésű, kissé feltörő habitusú, elsősorban rövid termőrészeket fejleszt. A középkései virágzási csoportban virágzik. Igen jó termőképességű, de alternanciára hajlamos, ezért gyümölcsritkítást igényel. Varasodásrezisztens fajta (*Vf+Vfh=Rvi6+Rvi7*), s vizsgálataink szerint mérsékelt ellenálló-képességgel rendelkezik a tűzelhalással szemben, a liszharmatra viszont mérsékelten fogékonynak bizonyult.

Goldstar

Csehországban a 'Rubin' és 'Vanda' keresztezésével állították elő. Kései érésű, egy héttel a 'Golden Delicious' után szüretelhető, jól tárolható étkezési alma. Gyümölcse középnagy, gömbölyded, héja kissé zsíros tapintású, enyhén parásodik, különösen a kocsánymélyedés körül. Színe sárgászöld, később besárguló, narancsvörös pírral fedett. Húsa sárga, finom szövetű, ropogós és bőlevű. Íze édes-savas, kissé fűszeres illattal kísért. Fája középerős növekedésű, szétterülő ágrendszerű, középkései virágzású. Nagyon korán termőre fordul, és rendszeresen terem. Ventúriás varasodással szemben rezisztens *(Vf=Rvi6)*, a liszharmatra alig fogékony. Fajtavédelem alatt áll.

Granny Smith

Ausztráliából származik, valószínűleg a 'French Crab' magonca. Október második dekádjának végén szüretelhető. Fogyasztási érettsége kb. április végéig tart. Gyümölcse középnagy

v. nagy, kerekded v. csonkakúp alakú. Héja viaszos bevonatú, fényes és teljes érésben zöld színű, nagy, fehéres lenticellákkal pontozott. Egyes termőhelyeken a gyümölcs napos oldalát előnytelen barnáspiros pír borítja. Húsa tömör, szilárd, íze mérsékelten savanykás, zamata nem kifejezett. Fája középerős v. erős növekedésű, ágrendszere termőkorban lehajló, a termések zömét a korona peremén fejleszti, s belül felkopaszodik (végentermő típus). Virágzása középkései. Meleg termőhelyet igényel. Tűzelhalásra mérsékelten, varasodásra és liszthar-matra eléggé fogékony. ÁE.

Idared

A 'Jonathan' és a 'Wagener' hibridje (USA). Október elején érik, optimális fogyasztási érettségét csak 3–4 hónapos tárolás után éri el, és akár a nyári hónapokig megtartja. Friss étkezésre, sűrítménynek és almasziromnak is megfelel. Középnagy v. nagy gyümölcse lapított gömb alakú, középen hasas, a felület csaknem teljes felületét élénkpiros, mosott fedőszín borítja. Fehéressárga húsa lédús, nem gyorsan puhuló, de nyomódásra érzékeny. Íze enyhén savanykás, megfelelő cukorháttérrel, de aromaszegény. Fiatal korban középerős, termőrefordulás után mérséklődő növekedési erélyű. Ágrendszere szétterülő, a termések zöme rövid termővesszőkön fejlődik. Középkorai virágzású, a termőhellyel szemben nem igényes. Kiváló termőképességű. Liszthar matra és varasodásra mérsékelten fogékony, tűzelhalásra mind a hajtásai, mind a virágai igen fogékonyak. ÁE.

Jim Brian (márkanév: Early Smith)

A 'Granny Smith' és a 'Golden Delicious' hibridje. Október első felében, mintegy 10 nappal a 'Granny Smith' előtt érik. Gyümölcse sima felületű, szedéskor zöld színű, de tárolás során gyakran világosabbá válik. Mérete középnagy, gyakran nagy, a 'Granny Smith'-nél általában nagyobb. Húsa szilárd, íze hazánkban megfelelő zamatú. Fája középerős növekedésű, nem túl korán fordul termőre, de jó a termőképessége. Virágai a késő tavaszi fagyokra közepesen érzékenyek. Ventúriás varasodásra kevéssé érzékeny. ÁE.

Jonagold

Az USA-ban állították elő a 'Golden Delicious' és a 'Jonathan' keresztezésével. Szeptember végén, október elején szedhető, s a tároló minőségétől függően 4–10 hónapig őrzi meg fogyasztási minőségét. Gyümölcse nagy, gömbölyded v. enyhén kúpos, kiegyenlített. Sárgászöld alapszínén a gyümölcsfelület 30–45%-a világospiros fedőszínnel borított. A gyümölcshéj viaszos. Húsa világossárga, puha és olvadó, íze kiváló. Kezdetben erős növekedésű, később mérsékeltebb. A fa sudara erős és domináns, koronája szétterülő és szellős. Virágzataiból általában egy-egy gyümölcs marad. Virágzási ideje középkései, triploid. Természetes rügymutáció útján keletkezett, hazánkban is bevált világospiros változatok: 'Jonagold Schneica' (Jonica), 'Jonagold Novajo', 'Jonaveld' stb. Sötétpiros változatok: 'Jonagold Romar' (Marnica), 'Romagold', 'Rubinstar' stb. ÁE.

Mollies Delicious

Az USA-ban állították elő a ('Golden Delicious' x 'Edgewood') x ('Red Graveinstein' x 'Close') hibridizációjával. Augusztus utolsó dekádjában több menetben szüretelhető, azonnal fogyasztható és 3 hónapig jól tárolható. Gyümölcse nagy, megnyúlt kúp alakú, enyhén bordás, világospiros alapon pirossal csíkozott. Közepesen kemény, néha lészegény húsa kellemes ízű, de kevésbé aromás, pultállósága nem jó. Fája középerős v. erős növekedésű, fiatal korban

nehezen, később jobban elágazódó. Virágzási ideje labilis, középkorai v. középkései. Korán termőre fordul és bőtermő, de alternanciára hajlamos. Lisztharmatra és tűzelhalásra erősen fogékony, varasodásra kevésbé. ÁE.

Mutsu (syn.: Crispin)

Japánból származik, a 'Golden Delicious' és az 'Indo' hibridje. Október első dekádjában szüretelhető, amikor a színe világoszölddé változik. Gyümölcse igen nagy, zöldes. Optimális időben szedve jól tárolható, korai szüret esetén gyakori a foltosodás és a húsbarnulás, későn szedve pedig hamar elveszti az ízét és cukortartalmát. Fája különösen fiatal korban erős növekedésű, a Goldennél 20%-kal nagyobb, szétterülő koronát nevel. Intenzív koronaformára nem igazán alkalmas. Termőrefordulása a 'Golden Delicious'-nél későbbi, termőképessége közepes, s gyakori a termésingadozás. Triploid fajta, virágzása középkései. Téltűrése gyenge, lisztharmatra kevésbé, varasodásra eléggé fogékony. ÁE.

Pinova (márkanév: Corail)

A 'Clivia' és a 'Golden Delicious' keresztezésével Németországban nemesített friss étkezési fajta. Szeptember végén, október elején szüretelhető, s áprilisig kiválóan tárolható. Középnagy, enyhén kúpos gyümölcse a felület felén cinóberpirossal bemosott, ill. csíkozott. Húsa szilárd, lédús, kellemesen édes-savas. Középerős növekedésű, közepesen sűrű, piramidális habitusú fát nevel, amely rendszeresen és kiválóan terem. Középkései virágzású. Megfelelő vízellátás nélkül s száraz és forró levegőjű termőhelyeken minősége nem megfelelő. Betegségekre alig fogékony, s a téli és tavaszi fagyok sem károsítják. ÁE.

Prima

Az USA-ban nemesítették. A *Malus floribunda* 821-gyel indított keresztezés negyedik generációjából kiemelt hibrid. Augusztus harmadik dekádjában szedhető, kettős hasznosítású almának tartják, de sűrítménynek nem igazán ideális. Egy-két menetben betakarítható, a tapasztalatok szerint 3–4 hétig tárolható. Gyümölcse nagy v. középnagy, alapszíne sárga, a mosott piros fedőszín a felület több mint felét beborítja. Íze kellemes, savanykás, illatos. Fája erős v. középerős növekedésű, ágai lehajlóak. Korán termőre fordul, bőven terem. A korona belsejében a gyümölcs színtelen marad. Korai, középkorai virágzású. Varasodásrezisztens (*Vf+Vg=Rvi6+Rvi1*), tűzelhalással szemben hajtásai mérsékelt rezisztenciát, virágai mérsékelt fogékonyságot mutattak. Lisztharmatra alig fogékony. Keserűfoltosságra hajlamos, ezért kalciumos permetezéseket igényel. ÁE.

Reanda

Németországban nemesítették a 'Clivia' és a *Malus floribunda* harmadik nemzedékű hibridjének keresztezésével. Hazánkban szeptember közepétől szüretelhető, hűtőtárolóban február végéig tárolható. Kettős hasznosítású, azaz a gyümölcsök asztali almaként v. ipari célra (sűrítmény) is értékesíthetők. Gyümölcse középnagy v. nagy, alakja gömb v. kissé megnyúlt csonkakúp. Héja kissé hamvas, alapszíne zöldessárga, amelyet a felület 3/4 részén pirossal bemosott fedőszín borít. Húsa sárgásfehér, kemény, lédús, íze kellemesen édes-savas, aromás. Fája gyenge növekedésű, laza koronájú. Virágzása középkései. Korán termőre fordul, jól és kiegyenlítetten terem. A téli s tavaszi fagyoknak viszonylag jól ellenáll. Varasodás- (*Vf=Rvi6* gén) és tűzelhalás-rezisztens, a lisztharmattal szembeni ellenállóképessége mérsékeltebb, az ágrákosodásra alacsony a fogékonysága. ÁE.

Rebella

Németországban nemesítették a 'Golden Delicious' és a 'Remo' keresztezésével. Szeptember közepén, végén szüretelhető, és januárig jól megtartja beltartalmi értékeit. Nemesítői asztali almaként vezették be, de a gyümölcsök ipari célra (sűrítmény) is nagyon alkalmasak. Gyümölcse nagy v. középnagy, gömbölyded v. enyhén megnyúlt. Sárga, zölden pettyezett alapszínű héját 80%-ban borítja a világospiros fedőszín. Húsa sárga, puha, lédús, édes, enyhén savas, fajtára jellemző aromájú. Középerős növekedésű, szétterülő ágrendszerű, ritka koronát nevel. Középkorai virágzású. Korán fordul termőre, általában kiválóan és rendszeresen terem. Termőhellyel szemben nem igényes. Varasodással (*Vf=Rvi6* gén), liszharmattal, gyümölcsfa takácsatkával szemben ellenálló. Virágai tűzelhalásra nagyon fogékonynak bizonyultak. ÁE.

Red Rome Van Well

A 'Rome Beauty' rügymutációja, az USA-ban emelték ki. Október első felében szüretelhető, gyümölcse csak hosszabb tárolás után fogyasztható, márciusig jól tárolható, az árukezelést jól bírja. Gyümölcse középnagy v. nagy, héja vastag, sima, kissé viaszos, élénkpiros fedőszíne a gyümölcs kétharmadát borítja. Húsa tömött, lédús, enyhén savanykás, zamatos, aromában szegény, s fehér hússzínét feldolgozva is megtartja. Fája erős növekedésű, ritka ágrendszerű, felkopaszodásra hajlamos. Termésének nagy részét hosszú vesszőkön és a kétéves gallyak rövid termőrészein hozza (végentermő terméshozási típus). Rendszeresen és bőven terem. Ventúriás varasodásra kevéssé, liszharmatra közepesen, tűzelhalásra nagyon fogékony. ÁE.

Redspur Delicious

'Starking' mutációként az USA-ban emelték ki. Október elején, a 'Starking' klónoknál kb. egy héttel később szedhető. Gyümölcse tetszetős, mérete középnagy v. nagy, alakja a 'Starkrimson Delicious'-éhoz hasonló. Színe sötétpiros, de az előbbinél világosabb. Húsa világossárga, kemény, fajtakörénél savasabb, tárolás során lisztesedő. Spur habitusú (feltörő ágrendszer, rövidebb ízköz, rövid termőrészek túlsúlya) fája a 'Starkrimson'-énál is gyengébb növekedésű, s 30%-kal kisebb koronát nevel. Hasonló színmélységű klón a 'Wellspur Delicious', de árnyalatnyival erősebb növekedésű, koronájának mérete csak 10%-kal marad el a 'Starkrimson Delicious'-étól. ÁE.

Regal Prince (márkanév: Gala Must)

A Gala alapfajta rügymutációjaként Új-Zélandban keletkezett. Augusztus végén két menetben szedhető, s a gyümölcsök a szedéstől kb. 3–4 hónapig tartják meg fogyasztási minőségüket. Gyümölcse fénylő sötétpiros, mosott fedőszínével tér el az alapfajtától. Késői szedés esetén a kocsánynál gyümölcsrepedés előfordulhat. A 'Gala' alapfajtánál kicsivel erősebb növekedésű, habitusa viszont hasonló. Hasonló klónok: nagyon hasonló gyümölcsöt fejleszt a 'Fulford' (Regal Gala) és a 'Scarlet Gala', de az utóbbinak az alapfajtánál is kisebb koronája van. ÁE.

Relinda

Németországban nemesítették. Közvetlen szülőfajtája egyrészt a 'Jonathan' szabadmegporzású magoncaként keletkezett 'Undine', másrészt a *Malus floribunda* utáni F3 nemzedék egyik hibridje. Igen kései érésű, október elején szüretelhető, sűrítménygyártásra alkalmas

ipari célfajta. Gyümölcse középnagy v. nagy, kerekded v. kissé lapított. Halványpiros gyümölcsféját néha hálózatos perzselődés borítja. Húsa kemény, durvaszövetű, magas sav- és cukortartalommal, mandarinra emlékeztető aromával. Áprilisig jól préselhető, optimális feldolgozási ideje novembertől februárig, márciusig tart, íze savas. Középerős v. erős növekedésű, ágrendszere feltörő, erősen elágazódó, elsűrűsödésre hajlamos, rendszeres ritkítást igényel. Virágzása középkései, jó pollenadó. Korán termőre fordul, évente rendszeresen terem. Varasodással (*Vf=Rvi6*) és ágrákosodással szemben rezisztens, a lisztharmattal szemben mérsékelten ellenálló, az almaterméűek tűzelhalására enyhén fogékony. ÁE.

Remo

Németországban állították elő a 'James Grieve', valamint a *Malus floribunda* harmadik generációjú utódjának keresztezésével. Hazánkban szeptember közepén, egyes évjáratokban az első dekádban szüretelhető, s minőségét november végéig jól megőrzi. A sűrítménygyártás célfajtája, de meleg évjáratokban és tárolás után friss étkezési almaként is értékesíthető. Gyümölcse középnagy, enyhén lapított gömb alakú, a felület 50–70%-a borvörös, mosott fedőszínnel s gyakran hálószerű perzselődéssel borított. Magas sav- és cukortartalommal rendelkezik. Gyenge növekedésű, laza koronájú, hajtásrendszere vékony és lecsüngő, ipari célültetvényben legalább M. 26 v. erősebb alany javasolható. Virágzási ideje középkorai. Kiváló termőképességű, terméshozása rendszeres. Rezisztens a varasodással (*Vf=Rvi6*) és lisztharmattal szemben, vizsgálataink szerint a tűzelhalással szemben hajtásai mérsékelt rezisztenciát, virágai mérsékelt fogékonyságot mutattak. A téli fagyoknak jól, a késő tavaszi fagyoknak viszonylag ellenáll, s a piros gyümölcs takácsatka sem nagyon károsítja. ÁE.

Rewena

Németországban állították elő a *Malus floribunda* harmadik nemzedékű utódjának és a 'Cox narancs renet' x 'Oldenburg' hibridjének keresztezésével. Szeptember végén szüretelhető. Gyümölcse középnagy v. nagy, kissé megnyúlt alakú, jellegzetes hosszú kocsánnyal. Viaszos héját 80%-ban borítja a piros, mosott fedőszín, amelyen nagyon apró világos pontok láthatók. Húsa savanykás-édes, ledús, kellemes aromájú, magas sav- és cukortartalmú. Fája gyenge v. középerős növekedésű, lecsüngő, ritka koronát nevel. Korán termőre fordul, rendszeresen, a 'Golden Delicious'-nél is jobban terem. Középkési v. késői virágzású. A kritikus téli lehűléseket közepesen tűri, a tavaszi fagyokra nem érzékeny. Varasodással (*Vf=Rvi6*), lisztharmattal és tűzelhalással szemben ellenálló. ÁE.

Rozela

A 'Vanda' és a 'Bohemia' keresztezésével Csehországban nemesítették. A 'Golden Delicious' előtt egy héttel szüretelhető. Gyümölcse középnagy v. nagy, csonkakúp alakú, a csészénél enyhén bordázott, szinte az egész gyümölcsfelület élénkpiros fedőszínnel borított, rajta ritka fehér lenticellákkal. Húsa sárgás, közepesen kemény, ropogós, ledús, édes, kevés savassággal, kellemes aromával. Fája gyenge v. közepes növekedési erélyű. A fajtára korai termőrefordulás és rendszeres bő termés jellemző. Varasodásra rezisztens (*Vf=Rvi6*), lisztharmatra toleráns.

Sirius

A 'Golden Delicious' és a 'Topaz' keresztezésével Csehországban nemesítették. A 'Golden Delicious' után 10 nappal szüretelhető. Gyümölcse középnagy v. nagy, lapított gömbölyded. Alapszíne zöldessárga, majd sárga, a napos oldalon alkalmanként halványrózsaszín pír ala-

kul ki. Húsa sárga, kemény, ropogós, ládús, íze savas-édes, aromás. Korán fordul termőre, s rendszeres a terméshozása. A középkorai csoportban virágzik, triploid. Varasodással szemben ellenálló (*Vf=Rvi6*).

Snygold (márkanév: Earligold)

Amerikai eredetű, a 'Golden Delicious' magonca. Augusztus első dekádjában két menetben szedhető, gyümölcse rövid ideig eltartható. Középnagy, kissé aszimmetrikus csonkakúp alakú gyümölcsének színe a 'Golden Delicious'-énél világosabb, kezdetben zöldessárga, majd inkább fehéressárga. Íze mérsékelten savas, enyhe parfümös illattal kísért. Parásodásra nem hajlamos, de nyomódásra nagyon érzékeny. Fája középerős növekedésű, koronahabitusa a 'Golden Delicious'-éhez hasonlít. Termőrefordulása korai, kezdeti termőképessége a többi nyári fajtán belül kiemelkedő. A középkorai csoportban virágzik. ÁE.

Starkrimson Delicious

A 'Starking' mutációja (USA). Október elején szüretelhető. Az áruvákészítést, szállítást jól bírja, márciusig tárolható. Gyümölcse középnagy v. nagy, felületén az intenzív bíborpiros, egyes évjáratokban előnytelenül sötét fedőszín jóval a szedési érettség előtt kialakul. Húsa zöldesfehér, kevésbé ízletes, mint a 'Starking'. Hiányos vízellátás v. téli fagykárosodás esetén keserűfoltosság jelentkezik, ezért kalciumos permetezéseket igényel. Spur típusú, fája 30–50%-kal kisebb az alapfajtánál. Alternanciára hajlamos. Virágzási ideje középkései. Varasodásra nagyon fogékony. ÁE.

Tenroy (márkanév: Royal Gala)

Szeptember elején szedhető, s a gyümölcsök a szedéstől kb. 3–4 hónapig tekinthetők jó minőségűnek. Gyümölcse sárgás alapszínen fénylőpiros, amelyet jellegzetes hosszanti sávok, ill. csíkok tarkítanak. Egyéb tulajdonságaiban megegyezik az alapfajtával. Hasonló klónok: ugyancsak csíkozott a 'Galaxy', s egyes évjáratokban hasonlóan csíkozott lesz az Imperial Gala ('Mondial Gala') fedőszíne. ÁE.

Topaz

Csehországban nemesítették a 'Rubin' és a 'Vanda' keresztezésével. Szeptember végén érik, friss étkezési fajta, mely áprilisig tárolható. Gyümölcse középnagy, lapított gömb alakú, hazánkban a kocsánymélyedésnél erősen perzselődik. Sárga alapszínét a gyümölcsfelület 1/4–3/4 részén narancsvörös színű csíkozott és mosott fedőszín borítja. A fedőszínt jellegzetes fehér lenticellák tarkítják. Húsa sárga, kemény és finom szövetű, bőlevű. Íze enyhén édeskés v. harmonikus. Középerős, erős növekedésű, elágazódási hajlama jó. Korán termőre fordul, rendszeresen és bőven terem. Virágzása középkorai. Rezisztens a ventúriás varasodásra (*Vf=Rvi6*), ágrákosodással szembeni ellenállósága is egészen jó, de lisztharmatra és tűzelhalásra fogékonynak bizonyult. Korábban és jobban színeződő rügymutációja a 'Red Topaz', mely fajtavédelem alatt áll.

Topspur Delicious (syn.: Kemp Delicious)

'Bisbee Delicious' mutáció (USA). Szeptember végén, október elején szedhető. Gyümölcse középnagy, aszimmetrikus alakú, intenzív piros fedőszínű. Fájának kissé erősebb növekedésével tér el a 'Starkrimson Delicious'-től.

Watson Jonathan

A 'Jonathan' USA-ban felfedezett rügymutációja. Szeptember harmadik dekádjában szüretelhető. Az alapfajtáénál nagyobb méretű gyümölcse szeptember második felére intenzív sötétpiros lesz. A fa jellemzői megegyeznek az alapfajtáéval. ÁE.

Wellspur Delicious

A 'Starking' spur típusú természetes rügymutációja (USA). Összehasonlító jellemzése a 'Redspur Delicious' leírásánál található. ÁE.

4. KÜLFÖLDI KLUBFAJTÁK

A nemzetközi fajtahasználatban évről évre nő a klubrendszerben termesztett fajták száma. Az egy-egy fajtára szerveződött klubokban a nemesítés, a faiskolai szaporítás, a termesztés és a gyümölcskereskedés részéről vesznek részt partnerek. A klub célja a minél nagyobb árbevétel megszerzése, amelyet egyfelől folyamatos marketing munkával, másfelől a termesztés korlátozásával érnek el. A klubfajták egyik fontos kritériuma a karakteres gyümölcs, a termesztési tulajdonságok (pl. növényvédelmi igény, növekedési tulajdonságok) kevésbé számítanak. Tehát a klubfajták sem tökéletesek, rájuk is igaz az, hogy vannak előnyös és hátrányos tulajdonságaik. Erre jó példa az első klubfajta, a Pink Lady márkanév alatt bevezetett 'Cripps Pink', amely számos előnytelen tulajdonsága (túlzottan kései érés, feltörő habitus, betegségekre való fogékonyság) ellenére vált klubfajtává. A termesztési klubba több kontinensről vettek be termesztőket, s eddig több mint 16.000 ha területen létesítettek belőle ültetvényeket (Bladvarter 2012). A reklám és a kereskedelmi kiszerelés a jellegzetes világospiros fedőszínhez illesztett.

A piaci bevezetés érdekében folytatott reklámok eredményeként a klubfajták gyümölcse magasabb áron értékesíthető, s ennek megtartása érdekében a konzorcium csak akkor és annyival bővíti a termőterületet, amivel még a magasabb ár fenntartható. Tehát a klubfajták csak a termelők szűk körének biztosítanak magasabb jövedelmezőséget. Az is igaz persze, hogy szigorú előírásokkal a termesztéstechnológia színvonalát is javítják az érintett termelőüzemekben.

Bizonyos klubfajták a klubon kívül is termeszthetők, de a márkanév alatt nem értékesíthetők. Például a Kiku ('Brak') a 'Fuji' legszebben színeződő változata, de a klubon kívül termesztve csak az alapfajta nevével értékesíthető. Ezért is tűnik úgy az eddigi tapasztalatok alapján, hogy az ismert fajták változatainak [a 'Jonagold' jól színeződő változataként a Red Prince ('Jonaprince')] vagy az ismert fajtákhoz nagyon hasonló klubfajtáknak [a 'Granny Smith'-re nagyon emlékeztető Greenstar ('Nicogreen')] kisebb esélye van a sikerre, mint az egyedi küllemű hibrideknek (Szabó 2006 szóbeli közlés). A klubfajták esetében is lehetnek adaptációs gondok, például a termőképesség, és bizonyos gyümölcstulajdonságok eltérhetnek a különböző régiókban. Mindamellett a klubfajták sikere országonként változhat, a helyi ízléstől is függ elfogadottságuk.

Minden önérdekű hozzáállás ellenére megemlíthető azonban egy óriási előnye a klubfajták rendszerének. Nevezetesen az, hogy a világtermés ma még csak pár százaléknyi, remélhetőleg egyre növekvő szeletében – a választék bővítésével – becsempésznek egy kis biodiverzitást a kereskedelembe. Talán ezzel megváltoztatható az a végtelenül káros hatású, „homogén áruból nagy mennyiséget" igény, amit a kereskedelmi láncok manapság diktálnak a beszállítók felé.

A Magyarországról indított kezdeményezések valamely klubhoz való csatlakozás céljából eddig nem nagyon voltak sikeresek. Sokatmondó Gonda és Fülep (2011) beszámolója

az egyik klubfajta megvásárlásának elutasításával kapcsolatban. A fajtaklub konzorciumának álláspontja szerint a magyar faiskolák licence-díjfizetési hajlandósága eléggé kétséges, a termelőkhöz kikerülő fajták illegális továbbszaporításának veszélye is nagy, ezért csak legalább 10 ha ültetvény egyidejű létesítése esetén hajlandók tárgyalásba bocsátkozni. Talán éppen ezért is lenne érdemes a hazai termesztőknek elgondolkozni azon, hogy a külföldi klubok kései követése helyett nem lenne-e jobb egy önálló hazai fajtahasználat felépítésében gondolkozni, követve ezzel a lengyel, olasz, svájci, dél-koreai stb. termesztők példáját.

A közelmúltban, Európában 34 klubfajta termesztésbe vonásáról számoltak be. Az eddig eltelepített ültetvényfelület a világon kb. 22.000 ha (Bladvarter 2012). A fajtaválaszték gyümölcsminőségének bemutatására példaként az alábbiakban olvasható rövid jellemzés néhány klubfajtáról. A forgalmazási gyakorlat miatt az alábbi leírásoknál a márkanév van elől, s ha az eltér, zárójelben található a fajta hivatalosan regisztrált neve.

Ariane

Franciaországban nemesítették, egyik szülőfajtája a 'Florina' és a 'Prima' hibridje, másik a 'Golden Delicious' szabad megporzású magonca. Öt nappal a 'Golden Delicious' után szüretelhető friss étkezési alma. Gyümölcse kicsi v. középnagy, csaknem teljes felületen fényespirossal mosott, valamint apró lenticellákkal fedett. Sárgás, kemény és roppanó húsa enyhén savas, karakteres aromával. Gyümölcse 7 hónapig jól tárolható. Varasodásrezisztens (*Vf=Rvi6*), s ezen kívül a tűzelhalással és a liszharmattal szemben is jó az ellenállóképessége.

Cameo (Caudle)

Az USA-ban nemesítették a 'Red Delicious' szabad megporzású magoncaként. Kései érésű, két héttel a 'Golden Delicious' után szüretelhető. Gyümölcse megnyúlt csonkakúp alakú, felülete sárgás alapszínen narancsvörössel mosott, amit piros csíkozottság borít. Húsa kemény, lédús, íze édes és aromás. Hátránya, hogy a reklám alapját képező tetszetős fedőszíne nem minden termőhelyen alakul ki. Probléma az alternanciára való hajlam is.

Evelina (RoHo3615)

A 'Pinova' (Corail) jobban színeződő rügymutációja, s klubfajtaként kezdték meg forgalmazását.

Honeycrunch (Honeycrisp)

A 'Macoun' és a 'Honey Gold' keresztezésével az USA-ban nemesítették, de genetikai vizsgálatok nem igazolták a feltételezett szülőket, ezért jelenleg ismeretlen származásúnak tartják. Két héttel a 'Golden Delicious' előtt érik. Gyümölcse sárga alapszínen fényespirossal bemosott, mely sok-sok apró lenticellával fedett, s ettől a gyümölcs jellegzetes vibráló hatást kelt. Alakja szabályos v. lapított gömbölyded, húsa krémszínű, roppanó, lédús, savas-édes v. édeskés, de ez utóbbi függ a termőhelytől is.

Kanzi (Nikoter)

A 'Gala' és a 'Braeburn' hibridje, Belgiumban nemesítették. A 'Golden Delicious'-szel azonos időszakban érik. Gyümölcse megnyúlt csonkakúp alakú, tetszetős mélypiros mosott fedőszínű. Húsa szilárd, roppanó húsú, íze édes, egy kis savas beütéssel, kellemes aromával. Probléma az elvártnál kisebb gyümölcsméret és az, hogy számos termőhelyen a fedőszín csak a gyümölcs kis felületén alakul ki.

Mairac (La Flamboyant)

Svájcban nemesítették a 'Gala' és a 'Maigold' keresztezésével. A 'Golden Delicious' után 10 nappal szüretelhető, márciusig tárolható. Középnagy v. nagy gyümölcsű, csonkakúp alakú, a csészénél bordázott. Zöldessárga alapszínén a narancs- vagy kárminpiros bikolor jellegű fedőszín szinte az egész gyümölcsöt fedi. Húsa kemény, roppanó, lédús, íze enyhén savas. Probléma a napégésre és üvegesedésre való hajlam.

Modi (CVVG198)

Olaszországban nemesítették a 'Gala' és a 'Liberty' keresztezésével. Gyümölcse középnagy v. nagy, megnyúlt alakú, mélyvörös fedőszíne a gyümölcs teljes felületét borítja. Húsa kemény, roppanó, lédús, íze édes, s nagyon jó a pultállósága. Rezisztens a varasodással szemben (*Vf=Rvi6*), s toleráns a liszharmatra és a levéltetűre. Egyes piacokon probléma lehet a túlságosan sötét fedőszín.

Redlove

A Svájcban nemesített vöröshúsú almák három fajtája ('Circe', 'Era', 'Sirena') a Redlove kereskedelmi előnévvel termeszthető és forgalmazható. A három fajta augusztus utolsó dekádjától szeptember második dekádjának végéig tartó érési sort képez. Mindhárom fajta gyümölcse fényespiros fedőszínű, vörös húsuk eléggé szilárd, s mindháromra jellemző a kissé fanyar íz, ill. jellegzetes zamat, az 'Era' a legédesebb. A fajtatulajdonos közlése szerint varasodással szemben ellenállóak.

Rubens (Civni)

Olaszországban nemesítették a 'Gala' és az 'Elstar' keresztezésével. Közel három héttel a 'Golden Delicious' előtt érik. Narancsvörös alapon piros sávokkal tetszetős bikolor gyümölcse van. Húsa kemény, roppanó, íze édes, jellegzetes illattal. Magyarországi teszteléseken eddig jól szerepelt.

Tentation (Delblush)

Franciaországban a 'Golden Delicious' és a 'Grifer' keresztezésével állították elő. Egy héttel a 'Golden Delicious' után szüretelhető. Gyümölcse a 'Golden Delicious'-hez hasonlít, a gyümölcsök napnak kitett oldalán narancsvörös pírral lehelt. Húsa kemény, roppanó, lédús, és íze édeskés, kellemesen gyümölcsös. Hátránya, hogy az árnyékolt gyümölcsök külleme nem nagyon különbözik az alapfajtától, ill. jól ismert változataitól, s a termőképességgel kapcsolatban is aggályok merültek fel.

XVIII. GAZDASÁGI JELENTŐSÉG, FELHASZNÁLÁS

1. TERMELÉS, FORGALMAZÁS

Az alma a legjelentősebb mérsékeltégövi gyümölcs. A világon megtermelt alma mennyisége a második világháború óta az ötszörösére, az elmúlt harminc évben pedig a duplájára emelkedett. Az utóbbi három évben a világ évi almatermése megközelítette a 70 millió tonnát, ami az összes gyümölcstermés 11,6%-át teszi ki. A 2008–2010-es évek átlagában a citrusfélék (123 mill. tonna) és a banán (98 mill. tonna) mögött az alma a harmadik helyet foglalja el a világ legjelentősebb gyümölcsei között.

a) Az almatermelés nemzetközi és hazai helyzete

A 31. táblázat adatai szemléltetik, hogy az elmúlt 60 évben hogyan alakult az egyes földrészek részesedése a világ almaterméséből. A második világháború utáni évtizedekben a világ almatermelésében egyértelműen Európa, majd Európa és Amerika szerepe volt meghatározó, de az utóbbi évtizedekben ez jelentősen megváltozott. Jelenleg a termés közel 60%-át Ázsiában termelik, és Európa almatermelésből való részesedése az egykori 70%-ról 21%-ra mérséklődött. Európában közel 25 millió tonna mennyiséggel 1982-ben volt a terméscsúcs. Az amerikai kontinens termelési részaránya jelenleg közel 13%-os, ami 9%-kal alacsonyabb, mint közvetlenül a világháború után volt, s a kontinensen belüli arány is jelentősen módosult. Észak-Amerikában stagnálás tapasztalható, ugyanakkor Közép-Amerikában ötszörös, Dél-Amerikában pedig 13-szoros termésnövekedés következett be a II. világháború óta. A termés abszolút mennyiségét tekintve a tárgyalt időszakban Afrika termésmennyisége 35-szörösére, a világtermésből való részesedése 0,5%-ról 3%-ra növekedett. Óceánia termelése abszolút értékben körülbelül háromszorosára növekedett, miközben a világtermelésen belüli részarányuk a felére csökkent.

Az alma nemcsak világviszonylatban a legjelentősebb gyümölcs, hanem nagyon sok gyümölcstermelő országban is. Ezt bizonyítja, hogy az utóbbi években, 62 országban az évenkénti almatermés átlagos mennyisége meghaladta a 100.000 tonnát. A legjelentősebb 10 almatermelő országot és annak sorrendjét a 32. táblázat tartalmazza, s 11-ik országként Magyarország adata is megtekinthető. Kína fokozódó jelentőségét mutatja, hogy 2004 óta az évenkénti termésük folyamatosan, kb. 2 millió tonnával emelkedett. Lengyelországban a téli fagyok miatt egyes években akár 1 millió tonnás terméskieséssel is számolni kell, Iránban pedig az utóbbi két évben volt jelentős terméskiesés. A többi vezető országban a fenti évenkénti termésekre lehet számítani a közeljövőben is. Az Európai Unió termése meghaladja a 11,3 millió tonnát (FAOSTAT 2012).

31. táblázat

A világ almatermésének (ezer tonna) alakulása kontinensek szerint (O'ROURKE 1994, FAOSTAT 2012)

Kontinens	1948–52	1961–65	1969–71	1979–81	1989–91	1999–2001	2008–2010
Világ összesen	13.512	20.663	26.788	34.388	39.966	56.815	69.700
Európa	9.508	13.878	18.020	19.506	18.523	15.150	14.984
Észak-Amerika	2.758	3.099	3.373	4.202	4.964	5.140	4.730
Közép-Amerika		115	180	316	524	439	576
Dél-Amerika	273	688	732	1.437	2.383	3.341	3.579
Afrika	61	166	273	532	907	1.525	2.162
Óceánia	247	432	387	528	688	872	674
Ázsia	676	2.284	3.654	7.866	11.977	30.344	42.993

32. táblázat

Vezető almatermesztő országok (FAOSTAT 2012)

Sorrend	2000		2006-2010 átlag	
		ezer t		ezer t
1	Kína	20437	Kína	29746
2	Amerikai Egyesült Államok	4682	Amerikai Egyesült Államok	4335
3	Törökország	2400	Törökország	2469
4	Olaszország	2232	Irán	2348
5	Franciaország	2157	Olaszország	2220
6	Irán	2142	Lengyelország	2132
7	Oroszország	1832	Franciaország	1873
8	Lengyelország	1450	India	1840
9	Brazilia	1153	Oroszország	1504
10	Németország	1131	Chile	1244
	Magyarország (16. hely)	695	Magyarország (24. hely)	470

Az elmúlt 50 évben tehát nem egyformán alakult az almatermelés a világon (O'ROURKE 1994, 2003). A 60-as években gyors fejlesztések voltak Nyugat-Európában, majd a 70-es években a további ültetvénylétesítésekkel párhuzamosan kivágási programokkal is kezelni kellett a túltermelésből adódó problémákat. Ennek a 80-as évekre is áthúzódó túltermelési válságnak két szegmense volt. Egyrészt a nyugat-európai országokban termesztett jó minőségű almára nem volt elegendő fizetőképes kereslet, Kelet-Európában pedig a minőségileg nem versenyképes almából volt túltermelés. Ezzel párhuzamosan Észak-Amerikában is megindult a korszerűsítés, de kiugróan gyors fejlesztések elsősorban a déli féltekén és a tradicionálisan az almatermesztéshez nem kötődő fejlődő országokban (pl. India, Irán, Törökország) valósultak meg a 70-es években. Ezeket a termelésfejlesztéseket egyrészt világbanki hitelekkel segítették, másrészt egyes nemzeti kormányok és magánbefektetők az agrárgazdaság fejlesztését tekintették fontos kitörési lehetőségnek. A 80-as években jelentős ültetvény-beruházások zajlottak az USA, Mexikó, Chile, Új-Zéland, Dél-Afrika, Brazília, Törökország és Franciaország területén.

A 90-es években az európai és észak-amerikai termésmennyiség alig változott, de a fejlődő térségekben és a déli féltekén folytatódott a termelésbővülés. A déli féltekén két fő tényező ösztönözte az újabb beruházásokat. Egyrészt az értékesítés zöme a piacokról áttevődött a szupermarketekbe, amelyek felépítették az igényt az egész éves folyamatos ellátásra. Másrészt kedvező költségekkel megoldódott a hajóval történő szállítás a tengeren, és így a déli féltekén leszüretelt alma hűtött konténerekben tavasszal 3–4 hét alatt eljutott az északi féltekén található fizetőképes piacokra. Ez eredményezte többek között a dél-amerikai országok további jelentős termelésfejlesztését Chilében, Brazíliában és Argentínában. Ezzel egyidejűleg tovább folytatódtak a termelésfejlesztések azokban az ázsiai országokban, ahol rendkívül gazdag öntözővízkészlet áll rendelkezésre (pl. Törökország, Irán, India, Pakisztán).

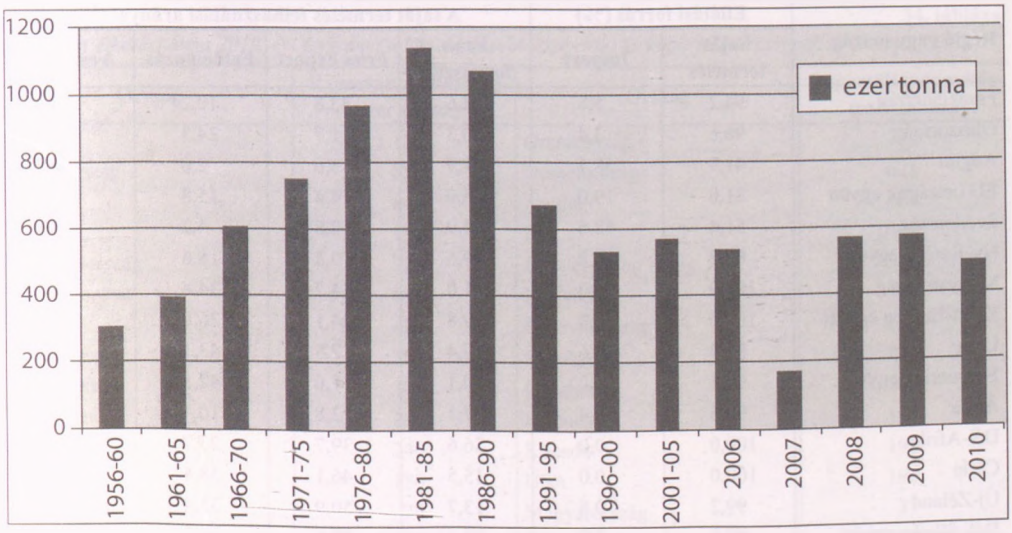
A 90-es években Európa intenzitásnöveléssel járult hozzá az almatermesztés jelentőségének fokozásához. Ebben az időszakban elsősorban Olaszországban és Franciaországban a korábbiaknál és a nemzetközi átlagnál nagyobb terméshozamot eredményező termesztéstechnológiai fejlesztések valósultak meg. Ezzel párhuzamosan Európa más területein, pl. a volt NDK-ban (az egykori Német Demokratikus Köztársaság), felszámolták a jórészt alkalmatlan termőhelyre létesített nagyüzemi ültetvényeket. A 2000-es években néhány országban, pl. hazánkban is, a politikai és gazdasági változások az alma szempontjából előnytelenül módosították a termelési környezetet és a piaci lehetőségeket.

Külön foglalkozni kell Kína szerepével, hiszen elsősorban a káprázatos kínai termelésfejlesztésnek köszönhető a világ almatermésének nagymértékű emelkedése. A 90-es évek

elején még 4 millió tonna volt Kína összes termése, ami az évtized végére ötszörösére, mára pedig nyolcszorosára emelkedett. Kínában alapvetően a termőterület nagymértékű kiterjedése eredményezte a termésnövekedést. 1998-ban következett be az, hogy a kínai almatermő terület meghaladta a világ többi részén összesen művelt termőterületet. A 2000-es évek elején már 2,3 millió hektár volt Kínában az almaültetvények összes területe (O'Rourke 2003), s a FAO adatok szerint 2010-ben a termőre fordult ültetvények területe 2 millió hektár fölött volt. Ezért is sarkalatos kérdés a jövőre vonatkozóan, hogy a jelenlegi szerény, mintegy 15 t/ha-os kínai termésátlag emelkedése, vagy a termőterület esetleges további növelése milyen versenyhelyzetet teremt a világ almatermelésében. Minden bizonnyal a jobb minőség és az önköltség csökkentése jelenthet megoldást a világ más termelőinek, köztük hazánknak is. Úgy tűnik viszont, hogy még egy további kínai expanzió esetén sem fog a világtermés oly mértékben gyarapodni, mint a Föld népessége, vagyis emelkedő gyümölcsfogyasztással és igazságosabb fogyasztási elosztással a jelenleginél sokkal több alma termelésére lenne szükség.

Magyarországon az 1930-as évektől az 50-es évekig az alma aránya az összes gyümölcsön belül 20–25% körüli volt. Ez az arány folyamatosan növekedett, s 1966 és 1970 között elérte az 50%-ot, 1986-ra pedig a 70%-ot (Gyuró 1990). Az alma aránya az utóbbi években is meghaladta a 60%-ot (FruitVeb 2009). A 80-as években hazánk világelső volt az országban termett, egy főre jutó alma mennyiségében. Akkoriban évenkénti 1 millió tonnás, ill. azt meghaladó országos almaterméssel dicsekedhettünk (109. ábra). A 90-es évek második felétől az almatermés nagyjából a felére csökkent, s a 2007-es fagykáros évet kivéve a hazai termés mennyisége 5–600 ezer tonna között alakult az utóbbi években. 2001 és 2003 között a termés több mint 80%-át dolgozta fel az élelmiszeripar, de nem elsősorban nagy hozzáadott értékű termékek, hanem sűrítmény és félkész termékek előállítására. Ez azzal is magyarázható, hogy a termés több mint 40%-át elöregedett ültetvényekben, korszerűtlen technológiával termelték.

A jövőre vonatkozóan hazánkban szakmai egyetértés mutatkozik abban, hogy az almatermelés újból a kiugrás egyik lehetősége lehet a magyar agrárgazdaságban. A Zöldség-Gyümölcs Szakmaközi Szervezet stratégiájában az almatermesztés is a fejlesztendő területek közé tartozik. A fajtahasználat javításával, a termesztéstechnológia és a művelési rendszerek korszerűsítésével az almatermelés számottevően hozzájárulhat ahhoz, hogy a zöldség-gyümölcs ágazat a termelési értéket 130–140 milliárd Ft-tal, az áruértéket 3–400 milliárd Ft-tal, az új munkahelyek számát pedig 100 ezerrel növelje (FruitVeb 2012). Erre garanciát



109. ábra. A hazai almatermés alakulása (Gyuró 1990; Ksh 2011)

jelentenek azok a modern hazai gazdaságok pl. a Nyírségben, Szatmárban, Zalában, amelyek almaültetvényeiben a fajta- és alanyhasználat, valamint a termesztéstechnológia európai színvonalúnak tekinthető.

b) Az almatermés nemzetközi forgalma

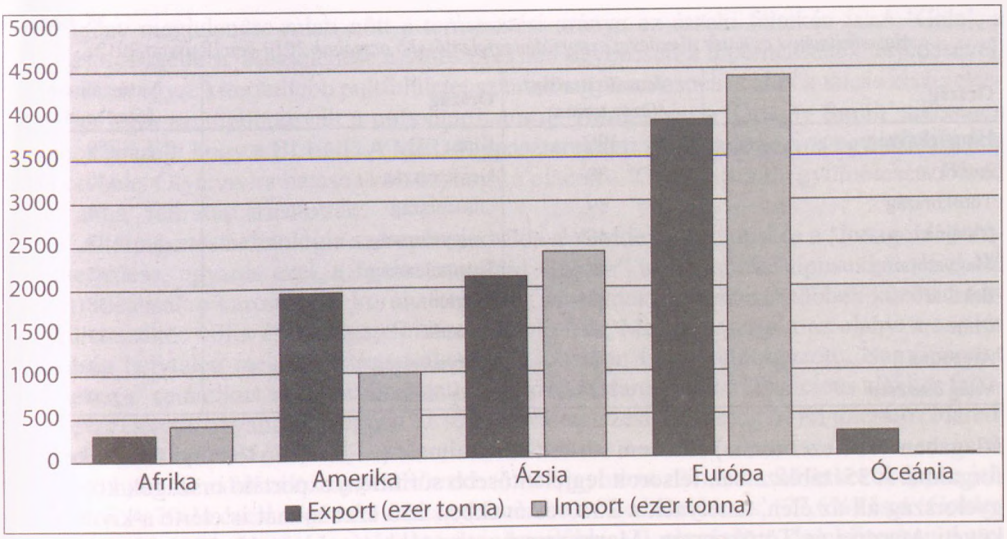
A 90-es években O'Rourke (1994) elemezte 33 kiemelt ország, illetve régió almaellátásának forrását és a felhasználási formákat. Az elemzés szűkített változatát a 33. táblázatban mutatjuk be. Figyelemre méltó, és a hazai almatermesztés akkori nemzetközi ismertségét és jelentőségét bizonyította, hogy hazánk is a vizsgálatra kiemelt országok között szerepelt. A táblázatból látható, hogy a nyugat-európai országokban és Kanadában a saját termelésű áru mellett az import is fontos almaellátási forrásnak számított. Ezzel szemben a kelet-európai országokban és a déli félteke országaiban – Brazília kivételével – csupán saját termelésre alapozták a belső fogyasztást. A legjelentősebb exportáló országok közé tartozott Franciaország, Belgium, Hollandia, Magyarország és a déli félteke országai. A feldolgozott alma aránya Svájcban, az észak-amerikai és a kelet-európai országokban, valamint a déli féltekén egyaránt jelentős volt, s nem vagy alig képezte a termés a feldolgozás alapját Ausztriában, az Egyesült Királyságban, Svédországban és Brazíliában.

Az utóbbi évtizedekben még jobban megnövekedett az alma kereskedelmi forgalma az országok és a kontinensek között. A 80-as évek elején az almatermés 9%-a került külkereskedelmi forgalomba, s 2010-re ez az arány csak a friss étkezési gyümölcs tekintetében 12%-ra emelkedett. A 110. ábra alapján megállapítható, hogy az egyes földrészek közül Óceánia országaiban nem számottevő az import, viszont a megtermelt terméshez képest igen jelentős a külforgalmazásban való részvétel, hiszen 2010-ben is 48% volt az exportált gyümölcsük aránya. A többi kontinensen mind kivitel, mind behozatal tekintetében jelentős a friss étkezési alma mozgatása. Napjainkban is Európa a legnagyobb forgalmazó, de ma már Európa több friss almát importál, mint amennyit külpiacra szállít. Amerikában az export duplája az importnak, és Ázsiában hasonló a két adat (110. ábra).

33. táblázat

Az almaellátás forrásának és a termés fő felhasználási formáinak százalékos összetétele néhány kiemelt földrészen és országban (O'Rourke 1994)

Régió vagy ország	Ellátási forrás (%)		A saját termelés felhasználási arányai (%)			
	Saját termelés	Import	Friss fogyasztás	Friss export	Feldolgozás	Veszteség
Franciaország	94,2	5,8	52,6	33,8	10,2	3,4
Olaszország	96,6	3,4	60,3	11,7	24,3	3,7
Anglia	41,9	58,1	91,9	3,6	2,0	2,5
EU országok együtt	81,0	19,0	66,9	14,4	15,8	2,9
Svédország	51,4	48,6	94,9	0,8	4,2	0,0
Ny-Európa együtt	82,2	17,8	79,6	0,3	18,6	1,5
Magyarország	100,0	0,0	31,0	34,2	34,8	0,0
Kelet-Európa együtt	100,0	0,0	39,8	24,1	36,0	0,0
USA	97,4	2,6	49,4	7,5	43,1	0,0
É-Amerika együtt	95,8	4,2	50,1	7,6	42,3	0,0
Ázsia	96,6	3,4	87,1	2,8	10,1	0.0
Dél-Afrika	100,0	0,0	36,6	39,7	23,7	0,0
Chile	100,0	0,0	15,5	46,1	38,4	0,0
Új-Zéland	99,2	0,8	13,7	50,9	35,4	0,0
Déli félteke együtt	97,1	2,9	35,1	28,6	36,3	0,0



110. ábra. Az egyes kontinensek export-import forgalma

A legjelentősebb exportáló országok között szereplő öt európai ország (Olaszország, Lengyelország, Franciaország, Hollandia, Belgium) adja mostanság is a világ összes exportjának harmadát (34. táblázat). Sajnálatos, hogy Magyarország szerepe a korábbiakhoz viszonyítva – GYURÓ (1990) szerint 1981-ben 560 ezer tonna volt a friss almaexport – elenyésző mértékre (20 ezer tonna) csökkent. Az export forgalomba kerülő friss étkezési alma zöme az ázsiai és amerikai kontinensről, valamint Óceánia országaiból származik. A déli félteke országainak részesedése az export forgalomban évtizedek óta kb. 20%-os. A kínai friss étkezési almaexport először 2007-ben haladta meg az 1 millió tonnát, és vélhetően minőségi elmaradások miatt napjainkig ez csak 100 ezer tonnával emelkedett. A legjelentősebb importáló országok 2010-ben: Oroszország, Németország és Anglia.

Az alma jelentős része nem friss áruként, hanem feldolgozott állapotban kerül külkereskedelmi forgalomba. Manapság ezek közül legjelentősebb az almasűrítmény (2008–2010

34. táblázat

A friss étkezési alma 2010. évi forgalma a legjelentősebb exportáló és importáló országokban (FAOSTAT 2012)

Ország	Exportált mennyiség (ezer tonna)	Ország	Importált mennyiség (ezer tonna)
Kína	1.184	Oroszország	1.204
Olaszország	857	Németország	621
Chile	843	Anglia	461
USA	790	Irak	408
Lengyelország	728	Kína és Hong Kong	347
Franciaország	696	Hollandia	324
Irán	421	Spanyolország	253
Hollandia	353	Mexikó	221
Dél-Afrika	306	Ukrajna	198
Új-Zéland	284	Indonézia	197
Belgium	246	Kanada	192
Argentina	180	USA	192
Magyarország	20	Magyarország	37
Világ összesen	8.560	Világ összesen	8.242

35. táblázat

Almasűrítményt és natúr almalevet exportáló legjelentősebb országok 2010-ben (FAOSTAT 2012)

Ország	Almasűrítmény (ezer tonna)	Ország	Natúr almalé (ezer tonna)
Lengyelország	196	Kína	789
Ausztria	88	Németország	310
Törökország	59	Olaszország	88
Ukrajna	46	Lengyelország	43
Magyarország	44	Spanyolország	42
Brazília	38	Belgium	38
Chile	38	Ausztria	37
Argentína	30	Magyarország	3
Világ összesen	737	Világ összesen	1.579

átlagában ~730 ezer tonna) és a nem sűrített natúr almalé (~1,5 millió tonna) külkereskedelmi forgalma. A 35. táblázatban felsorolt legjelentősebb sűrítményexportáló országok közül Lengyelország áll az élen, amelynek a 2000-es években 220 ezer tonnát is elérte a kivitele. Ezt követi Ausztria és Törökország. Magyarország az utóbbi években 40–50 ezer tonna sűrítményt exportált, ami kb. fele a 90-es években kivitt mennyiségnek, s ráadásul 13 ezer tonna behozatalunk is van évente. Sűrítményből a legnagyobb importőr az USA (450 ezer tonna), ezt követi kb. 100 ezer tonna évenkénti importtal Anglia, Oroszország és Ausztria.

Natúr almaléből 2010-ben legnagyobb mennyiséget (közel 800 ezer tonnát) Kína vitt külpiacra, s ezt követte Németország 310 ezer tonnás kivitele. Utóbbi csaknem ennyit importál is ugyanebből a termékből. A jövőben itt is számolni kell a kínai export növekedésével, ami fokozott versenyhelyzetet jelenthet az európai országok számára. Részben a friss étkezési áru esetében is, de különösen az ipari feldolgozás alapanyagának biztosításához a legjobb megoldást az alacsonyabb önköltséggel termeszthető rezisztens fajták termesztésbe vonása jelentheti.

Hazánkban 1950-ben még gyakorlatilag nem volt almakivitel, aztán a 60-as években évről-évre növekedett az export, s ebben az évtizedben 31 ezer tonnát ért el a friss almaexport, s ehhez adódott még kb. 10 ezer tonna kivitel feldolgozott almából (GYURÓ 1974). GYURÓ (1990) szerint a friss gyümölcsexport a 80-as években volt a legnagyobb jelentőségű. Az 1981–85 évek átlaga 416 ezer tonna volt, melynek 80%-a szocialista, 20% egyéb országokba irányult.

c) A fajtahasználat változása és helyzete

Almából régóta széles fajtaválaszték áll a termesztők rendelkezésére. A fajták eléggé különböznek megjelenésükben, ízükben, tárolhatóságukban, felhasználhatóságukban, környezeti igényükben, károsítókra való fogékonyságukban, s a nemesítés eredményeként egyre jobb fajtákkal bővül a fajtaválaszték. A fogyasztók a friss étkezési és feldolgozott árukínálat bővítésében lennének érdekeltek, ennek ellenére az üzemi fajtahasználatban régóta néhány fajta dominanciája tapasztalható. Úgy tűnik, hogy egy adott fajta előnyös tulajdonságainak és a fogyasztói elvárásoknak a szerencsés találkozása önmagában nem elegendő a sikerhez, a fajták népszerűvé válását a kereskedelmi, árukezelési és logisztikai szempontok, termesztéstechnológiai változások, vagy nem célzott reklámok is jelentősen befolyásolják. A jelentős marketing tevékenység eredményeként az alma esetében a fogyasztók a fajtákat eléggé jól ismerik.

O'ROURKE (2003) például említi, hogy a Red Delicious és Golden Delicious fajtákat az 50-es és 60-as években részben az tette népszerűvé az USA-ban, hogy gyümölcseik jól mutattak az akkor sorra nyíló szupermarketek polcain. A 'Granny Smith' először szezonon kívüli almaként érkezett a déli féltekéről, s a 70-es és 80-as években a savasabb gyümölcs

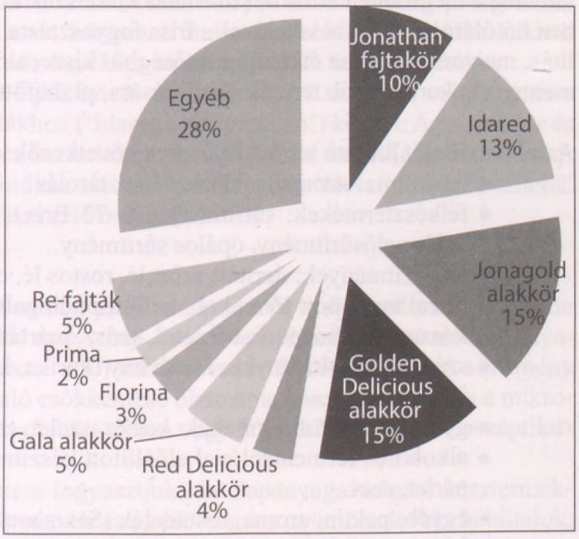
iránti igény megjelenése miatt nőtt a termesztési aránya az északi féltekén is. A 'Gala', a 'Fuji' és a 'Braeburn' megjelenése a 90-es években egybeesett a hipermarketek terjedésével, amelyekben egyre kiterjedtebb pultfelületet szántak a gyümölcsnek, s ahol a tálcás kiszereléshez elsődleges szemponttá vált a pultontarthatóság. Hazánkban a 'Granny Smith' sikeréhez az is hozzájárult, hogy a BLEND A MED fogpasztareklám végén a fogorvos egy zöldalmába harapott bele. Olyannyira hatásos volt ez, hogy a piacon a 'Granny Smith' gyümölcsét „Blend a med alma" felirattal árusították.

A termesztéstechnológia szerepére jó példa a 'Golden Delicious' és a 'Jonagold' európai elterjedése, ugyanis ezek a fajták „standard Golden" terméshozási típusukkal (lásd IV. fejezet) ideálisak a karcsú orsó koronaformához, amelynek bevezetését többek között a termőterület szűkös volta és a magas földárak indokolták. Magyarországon az alany, a sor- és tőtávolság helytelen megválasztása, valamint a Jonathan fajtára kidolgozott „Nagy Sándor féle metszés" sematikus alkalmazása miatt végződött kudarccal a Red Delicious alakkör fajtáinak bevezetése, s ugyanakkor éppen ez segítette a metszési technológiát jól toleráló 'Idared' elterjedését (Tóth 1995, 2000).

A fajtahasználat változása O'Rourke (1994) nyomán röviden a következőképpen jellemezhető. A 70-es évek végén 32 ország felmérése a 'Red Delicious' (27,6%) és a 'Golden Delicious' (22,8%) vezető szerepét igazolta. Az előbbit 21 országban, de elsősorban Amerikában, Ázsiában és Óceániában termesztették. Az utóbbi, vagyis a 'Golden Delicious' 23 országban volt jól ismert, de főleg Európában vált fő fajtává. A 'Jonathan' 17 országban fordult elő, de csak Kelet-Európában (leginkább hazánkban) és Ausztráliában vált jelentőssé, nemzetközi viszonylatban aránya alig haladta meg a 3%-ot. A 'Granny Smith' 20% feletti arányban szerepelt a déli félteke országaiban, de már Franciaországban, Olaszországban és Spanyolországban is megjelent a termesztésben. A világon 4%-os arányt képviselő 'McIntosh' Észak-Amerikában és Lengyelországban volt fő fajta, a 'Rome Beauty' (4,9%) Olaszország, a 'Cox narancs renet' Észak-Európa fő fajtája volt.

A 80-as évek végén megváltozott sorrenddel a 'Golden Delicious' (24,6%) és a 'Red Delicious' (23,3%) megőrizte vezető szerepét. A 'Jonathan', a 'Rome Beauty' és a 'McIntosh' teljesen elveszítette korábbi jelentőségét, s helyettük az 'Idared' és újabb fajták kezdtek elterjedni. Európában egyes tradicionális fajták ('Boskoop', 'James Grieve', 'Ingrid Marie') termesztésben maradásával párhuzamosan terjedtek az új fajták ('Jonagold', 'Elstar'). Az először Japánban sikeressé vált 'Fuji' és 'Mutsu', illetve az importként a déli féltekéről behozott Gala alakkör a 90-es években kezdett Európában és Amerikában is elterjedni. Egyes országokban máshol egyáltalán nem jelentős fajták – pl. Angliában a 'Bramley Seedling' – is a termesztésben maradtak, biztosítva ezzel egy változatosságot a különböző országok és kontinensek között.

Magyarországon hosszú ideig a 'Jonathan' volt a fő fajta, még 2001-ben is 60% feletti aránnyal. Az 1995 és 2003 között létesült ültetvényekben már 10%-ra csökkent az aránya, s hazánkban is elterjedtek az előbb említett világfajták (111. ábra),



111. ábra. Almafajták aránya az 1995 és 2003 között létesült hazai ültetvényekben (Tóth 2006)

s megjelentek a varasodásrezisztens fajták. A Nemzeti Élelmiszerlánc Biztonsági Hivatal Kertészeti Fajtakísérleti Osztály adatai (SZANI 2012) szerint a rezisztens fajtákat az elmúlt négy évben közel 40%-os arányban szaporították a hazai faiskolák. Jóllehet, ebből a szaporítóanyag export-import miatt nem lehet egyenes következtetést levonni a hazai termesztési arányokra, de a tendencia utal a rezisztens fajták iránt megnyilvánuló kelet-európai érdeklődésre.

Mindent összevetve megállapítható, hogy néhány fajta dominanciájával együtt azért hosszú ideig meglehetősen eltérő volt az egyes földrészek fajtahasználata. Nagyjából az ezredforduló óta viszont a globalizálódott almakereskedelem s annak az üzemi fajtaösszetételre gyakorolt hatása miatt jelentősen megváltozott a helyzet, s világszerte néhány almafajta egyre fokozódó terjedése tapasztalható. Egy Kínát nem érintő, de a 34 legjelentősebb termesztő országra kiterjedő felmérés szerint 2000-ben mindössze öt fajta (mennyiségi sorrendben: 'Red Delicious', 'Golden Delicious', 'Granny Smith', 'Gala', 'Fuji') adta a világ almatermésének 60%-át (O'ROURKE 2003, HANCOCK et al. 2008). Ha Kínát is figyelembe vesszük, s a közelmúltra vonatkozóan végzünk számításokat, akkor az említett fajták kb. 50%-os aránya mellett, 20%-os részesedéssel a 'Fuji' került az élre. A további fajták közül csak a 'Jonagold' és az 'Idared' mennyisége számottevő. A világfajták arányát a fajtaklubok (nemesítők, kiválasztott faiskolások, termesztők és kereskedők adott fajta forgalmazására és termesztésére létrehozott üzleti társulása) az önkorlátozó termésmennyiség miatt lényegesen nem módosítják.

Ha a tendencia folytatódik, akkor ez mind a friss étkezési gyümölcs, mind a feldolgozott élelmiszeripari termékek vonatkozásában a választék jelentős beszűkülését eredményezi, s ráadásul egy esetleges epidémia veszélyével is számolni kell. Ezért európai és amerikai almanemesítési hálózatok, s az ezekben tömörülő almanemesítők egyik fontos célkitűzése a fajtahasználat újbóli diverzifikálása, s a környezettudatos termesztésnek legmegfelelőbb, de régiónként önálló fajtaválaszték kialakítása.

2. ÉLELMISZERIPARI FELHASZNÁLÁS

Az alma egyik legfontosabb pozitív tulajdonsága, hogy rendkívül sokrétű a felhasználhatósága, a friss fogyasztás mellett számos formában feldolgozható és értékesíthető. Hazánkban jelenleg a megtermelt alma hasznosítása kissé szűk körű. Egy része étkezési almaként – részben hűtőtárolás igénybevételével – friss fogyasztásra kerül. Jelentős a lé- és sűrítmény-előállítás, melynek során az étkezési minőségből kiszoruló hányadot dolgozzák fel. Csak igen kis mennyiség kerül egyéb termék előállítására, pl. befőtt, szárítmány stb.

Az almából előállítható terméktípusok a következők:

- friss alma: azonnali felhasználás, tárolás
- félkésztermékek: sűrítmény (70–72 Brix), félsűrítmény (40–45 Brix), aszeptikus velő, velősűrítmény, opálos sűrítmény
- lékészítmények: derített szűrt lé, rostos lé, opálos lé, nektár, ital, szörp, bébiital
- hővel tartósított termékek: befőtt, pudingalma, lekvár, íz, dzsem, rétes alma, almakocsonya, almapüré, bébiétel, szósz, mártás
- szárított készítmények: aszalvány (karika, kocka, gerezd), almaszirom, por, pehely, instant por,
- gyorsfagyasztott termékek: kocka, szelet, csík, püré, krém
- alkoholos fermentációval előállított készítmények: pálinka, bor, habzóbor, vermut, párlat, ecet
- egyéb: pektin, aroma, rostadalék (STÉGERNÉ 2007).

A feldolgozóipar általános követelménye az egyenletes zöldes- vagy sárgásfehér hússzín, kellemes savanykás íz, tömör szövetszerkezet, kemény állomány, 90–95%-os érettség,

mérsékelt barnulási hajlam. Természetesen egyes termékek esetében előfordulhatnak speciális követelmények is. A hazai termesztésben nyári és téli almafajták egyaránt megtalálhatók. Keményebb húsállományuk, nagyobb savtartalmuk és kedvezőbb ízük alapján a téli fajták alkalmasabbak feldolgozásra.

a) Sűrítmény, lé

(1) Nyersanyag

Almalégyártáshoz fehérhúsú, ízletes, bőlevű, tömött húsállományú, roppanó, édes-savas almák a legjobbak, ezek a kora őszi és őszi fajták. Néhány kivételtől eltekintve a nyári almák nem megfelelők erre a célra, mert többnyire savszegények, kásás állományúak. A feldolgozásra kerülő gyümölcs ép, egészséges és érett kell legyen. A feldolgozók inkább előnyben részesítik azokat a fajtákat és érettségi állapotokat, ahol a cukor–sav arány 12:1 – 14:1 között van, a vízoldható szárazanyag-tartalom legalább 12–13 Brix, a savtartalom pedig 0,6–0,7 %. Alakja, nagysága közömbös. Bizonyos felületi hibák (foltos, elparásodott seb stb.) megengedhetők, és csak olyan elváltozások kifogásolhatók, amelyek a lé minőségére (íz, illat, szín, mikrobiológiai állapot) károsak. Ipari feldolgozásra az étkezési célú alma körszedése után visszamaradó gyümölcsök hasznosulnak, vagy az étkezési célra hűtőtárolás előtt esztétikai és alaki hibák miatt kiválogatott mennyiség, valamint a régi telepítésű, ma már étkezési célra nem keresett közvetlenül lerázva betakarított fajták. Az új fajták bevezetése miatt folyamatos munkát igényel a sűrítménygyártásra való alkalmasság vizsgálata. A BCE Konzervtechnológiai Tanszékén 14 fajta tesztelését végeztük el, mely során a minősítés fő szempontjai a sűrítmény szín (T%) értéke és tárolhatósága volt. A kísérletek alapján megállapítást nyert, hogy a 'Jonagold', 'Idared', 'Gloster', és a 'Granny Smith' gyümölcseiből jobb minőségű sűrítmény gyártható, mint a Jonathan és Golden Delicious fajtákéból. A tárolhatóságot tekintve az 'Idared', és a 'Golden Delicious' sűrítménye bizonyult megfelelőnek.

A rezisztens fajták közül a Remo, Rewena és Reanda fajtákat vizsgáltuk ebből a szempontból. Megállapítottuk, hogy a rezisztens fajták sűrítményének tárolás alatti színértékcsökkenése kevésbé intenzív, mint a kontroll fajtáké ('Idared' és 'Jonathan'). A rezisztens fajták a feldolgozás-technológia szempontjából szintén nincsenek hátrányban a hagyományos fajtákkal szemben, sőt a keményebb szövetszerkezetnek köszönhetően jobban préselhetők, valamint a magasabb cukortartalom miatt a kihozatali mutatóik jobbak. A belőlük készült sűrítmények a magasabb savtartalom eredményeként a piacon jobban értékesíthetők.

Az új nemesítésű multirezisztens fajták közül az Artemisz, a Rosmerta, a Hesztia, és a Cordelia fajtákat vizsgáltuk kontroll fajtákhoz ('Idared' és 'Jonathan') képest. Az Artemisz és Cordelia fajtáknak kiemelkedően magas a savtartalma (3,6 % 70 Brix-nél). A két fontos tulajdonság, a transzmittancia (T%) és a turbiditás eredményei alapján a 'Hesztia' és a 'Cordelia' mutatkozik legjobbnak sűrítmény-gyártásra (Nótin et al., 2010).

(2) A sűrítmény-gyártás rövid leírása

Az almasűrítmény a gyümölcs préselt levéből, azaz az almaléből a víztartalom fizikai úton történő részleges eltávolításával készülő, mag-, héj- és szöveti részektől, hozzáadott anyagoktól (cukor, sav, édesítőszer, tartósítószer stb.) mentes, natúr félkésztermék. A sűrítmény tartósságát a víztartalom olyan szintre való csökkentése biztosítja, amely már gátolja a mikroorganizmusok élettevékenységét. Tárolása hűtött térben vagy hőkezelést követően aszeptikus rendszerben történik.

Az almasűrítményt önmagában nem fogyasztjuk, de alapanyaga számos késztermékek (pl. különböző gyümölcstartalmú almalevek és egyéb vegyes gyümölcslevek, bébiitalok, almaszörp és egyéb almaalapú szörpök, almapor, almazselé), valamint más élelmiszeripari ágazatok (pl. tejipar, sütőipar, édesipar) termékeinek is. Az almasűrítménynek két típusa van,

a fényesre szűrt, tisztán átlátszó vagy a kolloidális méretű részecskéktől opálos (cloudy) típus. A magyarországi sűrítőüzemekben alkalmazott technológiák a fő lépésekben megegyeznek egymással, azonban apróbb kérdésekben, mint pl. a mosás módja, létisztítási eljárások, felhasznált segédanyagok alkalmazásában kismértékben eltérhetnek.

A technológia főbb lépései:

A megfelelő minőségű nyersanyag beszállítása lehet konténeres, esetleg ömlesztett, az átmeneti tárolást bunkerekben, vagy silókban lehet megoldani. Az alma üzemi szintre való juttatását úsztatóvályúk végzik (közben az alma mosása is megtörténik), majd hevederek szállítják a válogató szalaghoz. Erre a műveletre különösen nagy gondot kell fordítani, a penészes vagy romlóhibás gyümölcsöket ki kell válogatni, ugyanis a mikroorganizmusok, ill. azok anyagcsere-termékei a sűrítménybe kerülve minőségi problémát okoznak.

A következő lépés a lényerés, melynek folyamata több műveletre bontható. Először a gyümölcsöt zúzzák, melynek hatására a szövetszerkezet felszakad. Az aprítás gyümölcsmaró/almamaró géppel történik, amelynek rozsdamentes acélból készült fogazott kései a kívánt méretűre aprítják az almát. Ezt követően a zúzalékot különböző kezeléseknek vetik alá, melyek célja egyrészt a léhozam növelése, másrészt a jobb aroma, íz és szín elérése érdekében egyes nemkívánatos folyamatok gátlása. Az ismert előkezelési eljárások (termikus, az enzimatikus, a fagyasztásos, a vibrációs, ultrahangos, elektroplazmolízises és ionizáló sugárzásos kezelés) (SZENESNÉ 1991) közül hazánkban az enzimatikus előkezelést alkalmazzák. Ennek során a zúzalékot pektinbontó enzimekkel kezelik, melynek során főleg a vízoldható pektineket darabolják szét. Ezek a készítmények főként nagy PTE (pektintranszelimináz) és PG (poligalakturonáz) tartalommal rendelkeznek. A folyamatot lehet melegen (45–55 °C) is végezni, de a mai korszerű készítmények általában 10–30 °C közötti hőmérséklettartományban is képesek hatékonyan pektinbontást végezni. A kezelés ideje 0,5–1 óra. Az alkalmazott pektinkészítmények összetétele és a kezelés körülményei a feldolgozási szezon során a fajta és a tárolás függvényében (melyek befolyásolják a pektin mennyiségi és minőségi összetételét) változnak.

Ezt követően kerül sor a lé kinyerésére. A cél, minél szárazabb törkölyt nyerni. A szétválasztási művelet elvégzésére különböző módszerek ismeretesek, mint a préselés, a diffúziós extrakció, a centrifugálásos eljárás és a membrántechnikán alapuló reverzozmózis (SZENESNÉ 1991). A legáltalánosabban alkalmazott eljárás a préselés, mely során a kezelt zúzatból kipréselik a levet. A művelet kiegészíthető a törköly extrakciójával. A lékihozatalt alapvetően a prés milyensége, valamint a nyersanyag jellemzői és előkészítettsége határozza meg. A gyümölcsfeldolgozó iparban alkalmazott prések szakaszosan (csomagprések, kosaras prések) és folyamatosan működő (szalag-, csigaprések, dekanterek) berendezések lehetnek. Alma préselésére legelterjedtebbek a szakaszos működésű, fekvő kosaras ún. Bucher prések, de alkalmazzák a folyamatos üzemű szalagpréseket is.

A préslé durva gyümölcsszöveteket, sejtfoszlányokat, kolloidálisan lebegő anyagokat tartalmaz. Ezek eltávolítása a lé és sűrítmény stabilizálásának és utózavarosodásának megelőzése miatt fontos. A lé tisztítása történhet enzimek felhasználásával, fizikai-kémiai módszerekkel, mechanikai eljárásokkal vagy ezek kombinációjával.

A gyakorlatban kétféle létisztítási módszer áll rendelkezésre:

- A préslevet szűréssel, centrifugálással megtisztítják a durva szennyeződésektől, majd aroma-visszanyeréssel kombinált elősűrítés után enzimes pektin és keményítőbontást végeznek, szűrési segédanyagokkal (pl. bentonit, kovasav, aktív szén) fényesre szűrik a levet. Ez az eljárás idő, segédanyag és tárolótartály igényes.
- Csőmembrános ultraszűrő (UF) berendezés alkalmazásával az eljárás leegyszerűsödik. Az elősűrített, aromaszegényített, pektinbontott léből leválasztják a zavarosító anyagokat, majd ultraszűrő segítségével tükrösre szűrik.

Az elősűrítés-aromakinyerés során a híg préslevet töményítik 20–22 Brixre, miközben a mikrobaszámot is jelentősen csökkentik. A sűrítésnél keletkező páragőzökből visszanyerik a gyümölcsaromát.

A technológia legfontosabb lépése a besűrítés. Gyümölcslevek sűrítésére alkalmazott eljárások a bepárlás, a fagyasztásos sűrítés és a reverzozmózis, melyek közül a bepárlás az iparban a legelterjedtebb. A művelet célja a termék tartósítása a mikroorganizmusok szaporodásának gátlásával oly módon, hogy a víztartalmat a szaporodási szükségletük alá csökkentjük. A besűrítés további előnye, hogy a termék tömegét a hatodára csökkenti, tárolása, szállítása kevésbé hely- és költségigényes.

A sűrítmény a magas cukorkoncentráció ellenére is szobahőmérsékleten tartva megerjedhet bizonyos élesztők hatására, ezért a készterméket 0–5 °C között kell tárolni. Az almalé pasztőrözésével ezek az élesztők elpusztíthatók, és ez esetben hűtőtárolásra sincsen szükség.

A besűrítés többféle rendszerű berendezésen végezhető. Az alapvető cél, hogy alacsony nyomáson (vákuumban) vékony filmrétegben és lehetőleg rövid tartózkodási idővel sűrítsünk. Kíméletes bepárlással kell biztosítani a lé értékes anyagainak és színének megőrzését. Almalé besűrítésére az esőfilmes lemezes, ill. csöves, többfokozatú bepárlók ajánlottak. Az almasűrítményt a nemzetközi gyakorlatban is 70–72 Brix-re sűrítik, majd 5 °C alatt tárolják rozsdamentes tartályokban vagy aszeptikus zsákokba töltik, melyek szobahőmérsékleten is tarthatók. Speciális fogyasztói igények esetén ettől el lehet térni, de 65 Brix esetén 0–2 °C között kell tárolni a sűrítményt.

A különleges összetételű (cloudy, rostos) sűrítmények, melyek koncentrációja csak 40–45 Brix, vagy azalatti, csak fagyasztott állapotban vagy aszeptikus technológiával tárolhatók biztonságosan (Horváth-Kerkai–Stéger-Máté 2012).

(3) Az almasűrítmény minősége

Az almasűrítmény világpiac által történő minősítésénél legfontosabb szempont a sűrítmény színe és színének stabilitása, vagyis azon tulajdonsága, hogy huzamosabb ideig színromlás nélkül tárolható. Ennek mérésére világszerte elfogadott a 440nm-en mért transzmittancia érték (T%), mely 0–100 közötti lehet és rögtön felvilágosítást ad a sűrítmény minőségéről. Fontos értékmérő a sűrítmények HMF (hidroxi-metil-furfurol) tartalma, melyet az egyes cégek igen szigorú határértékben szabnak meg, általában 10 mg/kg alatt kell lennie. A HMF bepárlás közben hő hatására képződik a cukrokból, és tárolás közbeni polimerizálódás miatt, nem enzimatikus barnulási folyamatok lejátszódása következtében barna színű anyagokat képez. Ezek mennyisége jelentősen rontja a sűrítmény tárolás alatti stabilitását és eladhatóságát. Másik fontos paraméter az összes polifenol mennyisége. A polifenolok enzimes barnulási folyamatok következtében keletkeznek a technológiai folyamat során, mely elkerülhetetlen velejárója az almasűrítmény előállításának és szintén barna színű anyagok keletkezésével jár. A HMF és a polifenolok együttesen alakítják ki a sűrítmény végső színét, így a T%-ot is. A korszerű feldolgozó vonalakat ma már kiegészítik olyan adszorbens gyantás kezeléssel, mely megköti a HMF és polifenol jelentős részét, javítva ezzel a minőségi mutatókat.

Fontos még a sűrítmények savtartalma, amely piacosságát nagymértékben befolyásolja, hiszen a sűrítmény hozzáadott savat nem tartalmazhat, ugyanakkor a nemzetközileg meghatározott minőségi előírások és megállapodások a savtartalmat bizonyos határértékek közé szorítják.

Európában először Németországban dolgoztak ki ajánlásokat a gyümölcslevek eredetiségének megítélésére, és létrehozták az ún. RSK-könyvet (Bielig et al. 1987). Több gyümölcslére is összegyűjtötték az egyes összetevők referencia-értékekeit (átlag, alsó-felső határérték), pl. relatív sűrűség, Brix, titrálható sav, sav-összetétel, glükóz-fruktóz arány, ásványi anyagok. Az értékek elfogadása és betartása nem kötelező, de a legtöbb nyugat-európai országban és hazánkban is irányadó.

A legnagyobb sűrítményvásárlók (pl. Coca-Cola, Pepsi-Cola, egyes amerikai, kanadai, angol svéd vásárlók) külön exportelőírásokat szabnak. Ezek sokkal részletesebbek és szigorúbbak.

Léteznek más szervezetek is, melyek kidolgozták a saját követelményrendszerüket. A Gyümölcs- és Zöldséglé, valamint Nektáripari Egyesülés (AIJN) több száz gyümölcslé előállító és palackozó számára dolgozta ki a gyakorlati kódexét (www.aijn.org), mely tartalmazza az általánosan elfogadott analitikai jellemzőket és ún. „Referencia Irányelvek" címen kiadott kiegészítő magyarázatok segítik a kapott eredmények kiértékelését, a termék hamisítatlanságának, tisztaságának és minőségének megállapítását. Az AIJN 1994-ben önálló szervezetként megalapította Európai Minőségellenőrző Rendszerét (EQCS), amelyhez Magyarország is csatlakozott. 1994 szeptemberében megalapították a Magyarországi Gyümölcslé Előállítók Önkéntes Minőségellenőrző Szervezetét (HFQ).

(4) Almalékészítmények előállítása

A derített, szűrt almalé vagy sűrítmény különböző minőségi kategóriájú levek előállítására alkalmas. Ennek feltételeit a Magyar Élelmiszerkönyv 1–3–2001/112 számú előírása „A gyümölcslevekről és egyes hasonló, emberi fogyasztásra szánt termékekről" címmel tartalmazza (36. táblázat).

100%-os almalé: Gyártása történhet közvetlen vagy közvetett úton. Közvetlen gyártásnál általában a cloudy típusú présleveket töltik a hőkezelést követően. Ezek a ma igen divatos „bag-in-box" csomagolásban kerülnek forgalomba, melyek fogyasztói kiszerelésben 3–5 l-es polietilén vagy polietilén-alumínium társított, ún. csappal ellátott zsákok papírdobozban. Közvetett gyártásnál a 100%-os almalé 70–72 Brix %-os sűrítményből kerül visszahígításra az eredeti szárazanyag-tartalomra, mely általában 11,5–13 Brix. A 100%-os almalé esetén csak a saját aroma adható vissza, a maximálisan adható és ízkorrekciót szolgáló cukor és sav mennyiségét az 36. táblázat tartalmazza. Sav hozzáadása csak citromlé vagy citromsűrítmény formájában történhet, cukor és sav együttes hozzáadása nem megengedett.

Almanektár: Szinte minden esetben közvetett úton, sűrítményből visszahígítva állítják elő. A Magyar Élelmiszerkönyv 1–3–2001/112 számú előírása szerint alma esetében az 50%-os gyümölcshányad jelenti a nektár kategóriát. Ennél alacsonyabb gyümölcstartalom esetén a terméket almaitalnak kell nevezni. Almanektár esetében maximálisan 20% cukor adható a termékhez, aroma hozzáadása külön nem engedélyezett, csak amit a sűrítményhez az aromavisszanyerés során egyébként is visszaadagoltak. Édesítőszer hozzáadása megengedett a Magyar Élelmiszerkönyv 1–2–94/35 számú előírás „Az élelmiszerekben használható édesítőszerekről" szerint.

36. táblázat

Gyümölcslevek és nektárok készítéséhez felhasználható anyagok (ME 1-3-2001/112 alapján)

	Gyümölcslé (juice)	Nektár
Gyümölcs % (min.)	100	50
Cukor % (max.)	1,5*	20
Víz	-	igény szerint
Sav (g/l) (max.)	3*	3
Aroma	csak saját	-
Színezék	-	-
Tartósítószer	-	-
C-vitamin	eredetire kiegészítve	igény szerint
Édesítőszer	-	engedély szerint
Tartósítási mód	hőkezelés	hőkezelés

* csak külön-külön adható

Almaszörp: Almaléből vagy sűrítményből cukor és adalékanyagok hozzáadásával előállított, sűrűn folyó állományú, vízzel hígítva történő fogyasztásra szánt termék. A szörp vízben oldható szárazanyag-tartalma legalább 60,0 refr.%, gyümölcshányada minimum 33% kell legyen a Magyar Élelmiszerkönyv 2–33 számú „Tartósított élelmiszerek" irányelve szerint. A termékhez szükséges cukor részben vagy egészben helyettesíthető mézzel, ízesítésükre a felhasznált gyümölcsre jellemző aromaanyagok használhatók. A felhasznált alapanyagoktól függően a szörp lehet szűrt vagy rostos.

A szörpök gyártása a cukrok feloldásából, a termékhez szükséges anyagok homogénre keveréséből, majd a szörp töltéséből áll. A szörp gyártása történhet hidegen vagy melegen, a szirup felfőzésével. Tartósítását hőkezeléssel vagy tartósítószerrel végezhetik.

b) Aszeptikus velő

(1) Nyersanyag

Aszeptikus gyümölcsvelőnek csak megfelelő érettségi állapotú, ízharmóniával rendelkező, ép, érett, egészséges, romlóhibától, kár- és kórokozóktól, illetve azok kártételétől mentes, idegen anyagot nem tartalmazó gyümölcs dolgozható fel. Almavelő gyártásra (mivel főleg bébiételek és lekvárfélék alapanyaga lesz) általában kisebb savtartalmú fajták alkalmasak, nagyon kedvelt a Golden Delicious fajtakör nyersanyagként. Fontos követelmény a csekély barnulási hajlam. Előnyös a magas pektintartalom, ami növeli a velő reológiai tulajdonságait. Pürégyártásra átfogóan vizsgáltuk az Idared, Florina, Artemisz, Cordelia fajtákat, valamint az MR-13 hibridet. Kiemelkedően jó értékeket (pektintartalom, adhéziós érték, organoleptikus tulajdonságok alapján) kaptunk a Cordelia fajta esetében. Megfigyelhető volt az 'Artemisz' és az MR-13 hibrid esetében a héjban található antocianinok beoldódása a velőbe a technológia során. Ennek hatására halványrózsaszín velőt kaptunk, mely a további termékfejlesztések során figyelemreméltó lehet (Nótin et al. 2009).

(2) Az aszeptikus almavelőgyártás rövid leírása

Az almavelő a gyümölcshúst áttört, pépes formában tartalmazó, mag- és héjmentes, natúr, hozzáadott anyagoktól mentes félkésztermék. Tartósítása aszeptikus rendszerben hőkezeléssel vagy fagyasztással történik. A gyümölcsvelőt önmagában nem fogyasztjuk, de számos gyümölcskészítmény (pl. bébiételek, lekvárfélék, rostos italok, gyümölcsmártások, öntetek, szószok) alapanyagául szolgál, valamint más élelmiszeripari ágazatok (pl. tejipar, sütőipar, édesipar) termékeinek fontos alkotója.

(3) Aszeptikus velő további felhasználása

Az aszeptikus velőből szintén készíthető rostos almanektár és almaital a 36. táblázatnak megfelelően, valamint rostos almaszörp is. Fő felhasználási területe a lekvárfélék, valamint a bébiételek és italok előállítása. Az alma különösen fontos helyet foglal el a bébitáplálásban, mivel a kisgyermekek szilárd ételekre való áttérésének egyik legfontosabb összetevője. Felhasználják más gyümölcsökkel vagy zöldségekkel keverve, valamint számos desszertjellegű gyümölcsös bébiétel is készül belőlük.

c) Szárított termékek

(1) Nyersanyag

Szárításra kizárólag jó minőségű, érett, egészséges, felületi hibáktól és mikroorganizmusok okozta elváltozásoktól mentes nyersanyag használható fel, megfelelő cukor-sav aránnyal. Lehetőség szerint barnulásra nem hajlamos fajták megfelelőek. Általában a sűrítménygyártásra alkalmas fajták szárításra is használhatók. A Golden Delicious fajtakör és a 'Húsvéti rozma-

ring' szép színű, de ízetlen termékeket adnak, a 'Granny Smith' túl savas, viszont kevésbé barnul. Az 'Idared' íz szempontjából nagyon kellemes, de barnulásra kissé hajlamos. Az almaszárítmányok világos színének biztosítása érdekében a technológia során kénes oldatban való áztatást alkalmaznak. A fogyasztók kénnel szembeni negatív ellenérzése következtében próbálnak a kutatók olyan fajtákat keresni, melyeknél a kénes kezelés elhagyható vagy valamilyen egyéb, egészségre kevésbé ártalmas kezelőoldattal megoldható.

Ezen megfontolás alapján kezdtük el tesztelni a multirezisztens fajták közül az Artemisz, a Rosmerta, a Hesztia, és Cordelia fajtákat a kontrollként használt 'Idared' és 'Jonathan' mellett. A fajtákat vizsgáltuk szárítmány előállításra való alkalmasság szempontjából előkezelés nélkül, citromsavas és aszkorbinsavas kezelés hatására. Eredményeink alapján az 'Idared' mellett a 'Hesztia' és 'Cordelia' bizonyult megfelelőnek a színmérési, reológiai és organoleptikus vizsgálatok alapján (NÓTIN et al. 2011, STÉGERNÉ et al. 2010).

(2) A szárítmányok és aszalványok gyártásának rövid technológiája

Almából igen széles választék áll rendelkezésre a szárított termékeket illetően, melyek a gyümölcs szárának és magházának, esetenként a héjának eltávolítása után, vízelvonással (szárítással) kerülnek tartósításra, csomagolása aroma- és vízgőzzáró polietilén tasakokba, erősen higroszkópos termékek esetében többrétegű társított fóliába történik. Felhasználásuk széleskörű, gyümölcs snackek, müzlikeverékek, müzliszeletek, gyümölcsteák és egyéb készítmények alkotóelemei lehetnek.

A technológia főbb lépései:

A rekeszekben vagy ládákban beérkező gyümölcs feldolgozása a mosással kezdődik. Ha a nyersanyag minősége (pl. mérete nem egyöntetű) megkívánja, válogatást, osztályozást kell végezni. Ez fontos lehet pl. a körkéses mechanikai hámozás hatékonyságának biztosítására. Fontos művelet az alma hámozása, de vannak héjjal együtt szárított termékek is. A héj sérülését követően, fajtától függően megkezdődik az enzimes barnulási folyamat, ezért a hámozott almát kezelőoldatba kell tenni további felhasználásig. A kezelő oldat általában kénessav. Darabolást (szelet, kocka stb.) követően történik a színrögzítés, melyet citromsavas, kénes kezelőoldatban való áztatással végeznek. Az alma teljes körű feldolgozását tekintve, egyedül szárítmány-előállítás esetén engedélyezett a kén alkalmazása, melynek mennyiségét a Magyar Élelmiszerkönyv 1–2–95/2 számú előírása „Az élelmiszerekben használható adalékanyagok, az édesítőszerek és színezékek kivételével" szárított alma esetében 600 mg/kg SO_2-ként engedélyezi.

Az alma szárítására leginkább alagútszárító vagy tálcás szárítóberendezéseket használnak, de szalagos szárítóberendezésben is szárítható. A késztermék minőségét nagyban befolyásolja a tálcák vagy szalagok helyes terítése. A tálcákat érdemes rozsdamentes acélból kialakítani, mert ez a nyersanyaggal érintkezve nem okoz rajta semmiféle elváltozást, és a hőhatásoknak is ellenáll. Perforációján az anyag nem hullhat át, de minél nagyobb mértékben légáteresztő kell legyen.

Az alma szárítása különböző maradéknedvesség-tartalomig történhet. A hagyományos aszalványok esetében általában 18–20%, kockánál 5–10%, sziromnál 2–3% a maradéknedvesség-tartalom. A szárítási idő nyersanyagtól és berendezéstől függően 8–12 óra. A szárítás legmagasabb hőmérséklete 68–70 °C.

A fajlagos nyersanyag felhasználás 9–11 kg/kg közötti a 18–20% nedvességtartalmú aszalvány esetében, míg 14–15 kg/kg az 5–6% nedvességtartalmú szárítmányok esetében. A termékek hűtése részben az alagútszárítóba már beépített utószárító részen, részben pedig a berendezésből kikerülve a fémdetektorral ellátott végtermék válogatószalagon történik. Az így elkészült szárított termék bekerül a légkondicionált, hűtött készáru raktárba, ahol a további manipulációs műveletek elvégzése történik.

Az utókezelés, kikészítés műveletei nagyon fontosak, ugyanis a szárítóból kikerülő késztermék méretben, színben, tisztaságban, esetleg nedvességtartalomban eltérő lehet. Az egyöntetű megjelenés kialakítása a raktári műveletek közé tartozik. Az alapkövetelményeket biztosító műveletek során szükséges lehet a késztermék méret vagy szín szerinti osztályozására, nedvességtartalom vagy tisztaság szerinti válogatására, végső ellenőrzésre, fémdetektálásra. A feljavító, választék- és értéknövelő műveletek során alkalmazni lehet aprítást, finom méretosztályozást meghatározott frakciókra, szitálást, őrlést, esetleg keverékek előállítását.

(3) Vákuumszárítás

A barnulás megakadályozása és az értékes hatóanyagok, pl. antioxidáns hatású vegyületek minél nagyobb mértékű megóvása érdekében egyre terjed a vákuumszárítás alkalmazása. A technikát elsősorban olyan hőérzékeny anyagok víztelenítésére használják, amelyek esetében az anyag hőmérsékletét forráspontja alatt kell tartani. A hőre érzékeny anyagokban ugyanis olyan kémiai reakciók mehetnek végbe, amelyek a fontos és értékes komponenseket károsíthatják, így minőségi romlás következhet be. A hőre érzékeny anyagok víztelenítése a vákuumszárítással károsodás nélkül valósítható meg. A berendezésben az anyag enyhe hőkezelésnek van kitéve, s gyakorlatilag levegőmentes környezetben megy végbe a szárítás, ezért oxigén jelenlétére érzékeny élelmiszerek esetében is alkalmazható.

Előnye abból adódik, hogy a vízelvonás csökkentett nyomású térben történik, így viszonylag kis hőmérsékleten is nagy száradási sebesség érhető el, és az alkalmazott más szárítási eljárásokkal szemben jelentős energia-megtakarítás biztosítható. A vízelvonás a termék minőségének lényeges károsodása nélkül végezhető el, értékes anyagainak jelentős részét megőrzi. Vákuumszárítással előállítható darabos, formatartó termék jó rehidratációs képességgel, ugyanakkor instant porterméket is lehet gyártani a sűrítményből.

Az instant por előállításánál a vákuum hatására a folyadékban apró buborékok képződnek, a folyadék expandál, s ennek eredményeként a vízleadás sebessége megnő. A buborék és a hordozóanyag segítségével a vákuumkamrában a folyadék fázisú anyagból, pl. a sűrítményből 7–10 cm magas tömör hab képződik. Az egész művelet során meg kell tartani a képződött szerkezetet. A teljes kiszáradás után a hab aprítható, porítható. A portermék raktározása, szállítása, csomagolása egyszerű, de a visszanedvesedést meg kell akadályozni. További felhasználása igen széleskörű, készülhetnek belőle bébiételek, cukrászati fagylaltporok, krémek, édesipari-, tej- és sütőipari termékek, cukorkák, üdítőitalok, levek, koktélporok.

d) Befőttfélék

(1) Nyersanyag

Befőttgyártásra legmegfelelőbb a nem teljesen érett gyümölcs, amelynek szín-, íz- és illatanyagai már kifejlődtek, de szövetszerkezete még kellőképpen szilárd. A befőtt gyártása elsősorban friss gyümölcsből történik. Fontos, hogy barnulásra kevésbé hajlamos fajták kerüljenek befőttgyártásra.

(2) Az almabefőtt gyártásának rövid leírása

Az almabefőtt olyan hőkezeléssel tartósított termék, melyben a gyümölcs megfelelően előkészítve (mosva, hámozva, kívánt méretűre és alakúra darabolva) található édesített felöntőlében. A gyümölcsön és cukron kívül tartalmazhat alkoholt, ecetet, fűszereket, színező, ízesítő vagy díszítő növényi részeket és adalékanyagokat (pl. citromsavat, szilárdító anyagokat).

A felöntőlé cukortartalma és ízesítettsége szerint lehet hozzáadott cukrot nem tartalmazó (cukormentes), cukrozott (14–20 refr.%), illetve alkoholos (pl. bólé vagy édesipari alapanyag) és ecetes befőtt, valamint ún. nagy gyümölcshányaddal készülő, befőttjellegű puding-gyümölcs. A termékekre vonatkozó előírásokat a Magyar élelmiszerkönyv 2–33 „Tartósított

élelmiszerek" irányelve rögzíti. Mivel az alma alkoholban keserű ízt kap, így alkoholos, bólé jellegű almabefőttet nem gyártanak, mint ahogyan az ecetes változat sem jellemző. A pudingalma kevés felöntőlevet és sok gyümölcsöt tartalmaz, cukorral vagy cukor nélkül készül, vevői igény szerint. Készítik citromsavas felöntőlével vagy 100%-os almalével is. Tulajdonképpen egy félkésztermék, melyből más gyümölcskészítmények vagy sütőipari termékek készülhetnek. Hazánkban kevéssé ismert, inkább exportra készül.

A technológia főbb lépései

A nyersanyag előkészítése általános, valamint a gyümölcs és a befőtt jellegétől függően speciális műveleteket tartalmaz. Minden esetben fontos a válogatás, a nyersanyag mosása, hámozása és a magház eltávolítása, melyre speciális hámozógépeket alkalmaznak. A magház eltávolítására különösen nagy gondot kell fordítani, mert ez a barnulási folyamatok elsődleges helye.

A közvetlen befőttgyártás kiemelkedően fontos művelete az előfőzés, mely az alma esetében nem hagyományos úton, hanem vákuumhúzatással (vákuumban, 100 °C alatti kezelés) történik. A folyamat alatt lejátszódó hasznos változások javítják a késztermék minőségét, növelik élvezeti értékét és külső megjelenését. A hő hatására kialakul a rugalmas állag, a fehérjék denaturálódnak, aminek hatására az enzimműködés csökken, a diffúziós folyamatok felgyorsulnak. A gyümölcsszövet járataiban lévő gáz jelentős része eltávozik, helyét folyadék foglalja el. Ezek következtében a gyümölcs nem „száll fel" az üvegben, kevésbé zsugorodik vagy reped és a termék nem lesz „rövidleves". A húzató oldat tartalmazhat étkezési savakat (pl. citromsav, aszkorbinsav), glicerint és cukrokat, különböző koncentrációban. Az előfőzőből, illetve húzatóból kijövő anyagot át kell válogatni, és az előfőzés, illetve húzatás során felpuhult, fellazult, elszíneződött darabokat el kell a gyümölcsből távolítani (Szenesné 1991).

Az előkészített nyersanyagot befőttgyártásra alkalmas üvegbe, ritkán dobozba rakjuk, és felöntőlével töltjük fel. Mivel a befőtt végleges vízoldható szárazanyag-tartalma és savtartalma a felöntőlével szabályozható, úgy kell a levet összeállítani, hogy a diffúziós folyamatok lejátszódása után a termékre jellemző paraméterek az előírásoknak megfeleljenek. A felöntőlevet melegen (80–85 °C-os hőmérsékleten) kell a gyümölcsre önteni, és az üveget, lehetőleg gőzvákuumzárást alkalmazva, azonnal le kell zárni. A zárás helyességét ellenőrizni kell. A befőttek tartósítása 92–96 °C-on, pasztőrözéssel történik, a hőkezelés időtartamát az üvegben lévő gyümölcs pH értéke, a darabok mérete, valamint a csomagolás mérete határozza meg.

e) Lekvárfélék

A lekvárfélék egy vagy többféle, áttört vagy darabos gyümölcsből készült, a kívánt töménységűre befőzött, meghatározott fogyasztói vagy felhasználói célra készült termékek. A gyümölcsön kívül cukrot vagy egyéb édesítő anyagot, sűrítő vagy zselésítő, illetve savanyító anyagot, fűszernövényt vagy kivonatokat és egyéb adalékanyagokat tartalmazhatnak. Állományuk a célnak vagy a termék jellegének megfelelően lehet félsűrűn vagy sűrűn kenhető, kocsonyás vagy darabosan szakadó, vágható, alaktartó. Tartósításuk általában hőkezeléssel történik, de bizonyos lekvárfélék tartósítószerrel is készülhetnek.

A lekvárfélék lehetnek fogyasztói kiszerelésűek, de speciális ipari igényeket is kielégítenek, pl. sütésálló, tejipari, édesipari készítmények. Alma esetében inkább édes- és tejipari lekvárfélék készülnek, a sütésálló almalekvár nem jellemző. Főbb típusai a Magyar Élelmiszerkönyv szerint az alábbiak.

Lekvár (MÉ 2-33/1/03-1)

Részben darabos gyümölcsöt is tartalmazó, jellegzetes állományú készítmény, melynek vízoldható szárazanyag-tartalma legalább 40 ref.%. A 100 g termékhez felhasznált előkészített gyümölcs mennyisége legalább 35 g.

Íz, gyümölcsíz (MÉ 2-33/1/03-2)
Legalább 0,8 mm lyukátmérőjű szitán áttört, egy vagy többféle gyümölcsvelőből készül, egyenletes, viszonylag homogén állományú termék. Fogyasztói felhasználásra sűrűn folyó vagy kenhető, ipari továbbfeldolgozásra nagyrészt szeletelhető, alaktartó változatban állítják elő, vízoldható szárazanyag-tartalma legalább 40 ref.% 100 g termékhez felhasznált előkészített gyümölcs mennyisége legalább 35 g.

Gyümölcssajt (MÉ 2-33/1/03-4)
Olyan lekvárkészítmény, amely egyféle áttört gyümölcsből készül. Szeletelhető, alaktartó állományú. Dió, mandula stb. magbelével ízesíthető és díszíthető. Készülhet cukor hozzáadásával, ill. anélkül.

Dzsem (MÉ 1-3-2001/113)
Az érvényes előírásokban rögzített minimális gyümölcshányaddal, egy vagy többféle gyümölcsből készült, megfelelően kocsonyás állományú, többnyire gyümölcsdarabokat is tartalmazó termék, melynek vízoldható szárazanyag-tartalma legalább 60 ref. %. 100 g termékhez felhasznált előkészített gyümölcs mennyisége legalább 35 g, extradzsem esetében 45 g.

Megkülönböztető minőségi jelöléssel ellátott egyes feldolgozott gyümölcstermékek (MÉ 2-101)
A különleges minőségű lekvárok olyan készítmények, amelyeket egy vagy többféle friss vagy tartósított gyümölcsből édesítve vagy édesítés nélkül a kívánt sűrűségűre főznek. A termékben a gyümölcs darabos és/vagy áttört (passzírozott) formában van jelen. A termékre jellemző a magas gyümölcs- és alacsony hozzáadott cukortartalom. Vízoldható szárazanyag-tartalma legalább 25 ref.%, 100 g termékhez felhasznált előkészített gyümölcs mennyisége legalább 60 g.

A technológia rövid leírása
A lekvárfélék előállítása történhet közvetlenül a nyersanyagból, vagy félkésztermékből, elsősorban aszeptikus gyümölcsvelőből. A lekvárfélék elkészítésén a késztermék minőségi jellemzőihez igazított főzet összeállítását és készrefőzését értjük. A főzet a gyümölcsön kívül tartalmazhat cukrot vagy más édesítő anyagot, étkezési savat, zselírozó anyagot (pektin), esetenként aromát és színezéket.

A lekvárkészítés művelete az alkotók kimérésével, az adalékanyagok kevés vízben vagy gyümölcslében történő feloldásával, a gyümölcs/gyümölcsvelő melegítésével kezdődik.

A 70–80°C-ra felmelegített gyümölcsbe kerül a cukor, melynek feloldását a gyümölcsből kiváló lé azonnal megkezdi, miközben az anyag a párolgás miatt töményedik is. Az előírt szárazanyag-tartalom elérésekor a főzethez a kívánt állomány biztosítása érdekében pektinoldatot kell adni, hogy a víz-cukor-pektin rendszerből térhálós szerkezet alakulhasson ki. A kialakuló gél szilárdsága a pektin koncentrációjától és tulajdonságaitól, a közeg pH-jától és cukortartalmától függ. A lekvárfélékhez szükséges pektinkoncentráció 1,0–1,5% között van. A pektinek pH-érzékenyek. A különböző típusok gélképzéséhez az optimális pH érték eltérhet (tulajdonságoktól függően kisebb mértékben), de általában 3 körül van, ezért a lekvár pH-ját megfelelő mennyiségű citromsav adagolásával be kell állítani. Az előzetesen feloldott savat közvetlenül a főzés befejezése után kell a főzethez adni, mert amennyiben a lekvárt a savval együtt főzik, a szacharóz inverziója káros mértéket ölthet, és megsérülhetnek a pektinláncok, ami a kötőképesség csökkenését eredményezi. Amennyiben egyéb adalékanyagot (aroma, tartósítószer stb.) is tartalmaz a lekvár, azokat is a főzés végén kell a termékhez adni. Lekvárfélék főzésére lapos duplikátorüstöt vagy gömbvákuumot használnak.

A közvetlen fogyasztásra szánt lekvárféléket többnyire kisméretű üvegekbe, az ipari feldolgozáshoz dobozokba vagy fedeles műanyag vödrökbe, rozsdamentes acéltartályokba

töltik. Az üveges fogyasztói lekvárok tartósítása hőkezeléssel történik, de a nem hőálló anyagba csomagolt, főként ipari készítményeknél tartósítószeres eljárást alkalmaznak. A hőkezelés, üvegek esetében hagyományos, 92–98 °C-on történő pasztőrözés, míg az acéltartályokba töltött terméket aszeptikus technológiával tartósítják. A pasztőrözéssel tartósított terméket azonnal le kell hűteni, hogy a pektinlánc és a gélszerkezet ne károsodjon.

f) Gyorsfagyasztott termék

A gyorsfagyasztott almatermékek köre igen szűk. Napjainkban inkább a fagyasztott almakocka vagy almacsík készáru iránt van kereslet, mint cukrászipari alapanyagok. A termék héjasan vagy hámozva kerül feldolgozásra mosás, válogatás, aprítás (kocka, csík), csomagolás, fagyasztás (alagút/box), gyűjtőcsomagolás után (Balla 2007).

A fagyasztás -25 °C-os maghőmérséklet eléréséig történik. A fagyasztott terméket a minőségjavítás érdekében válogatják, osztályozzák, majd polietilén tasakba vagy bélelt hullámkarton dobozba töltik. A csomagolt terméket fémdetektorral ellenőrzik. Tárolása fagyasztva történik. A gyártott termékek további feldolgozási célokra használhatók. Fogyasztói csomagolásban áruházláncok és üzletek értékesítik háztartási felhasználásra. Nagyfogyasztói csomagolásban társiparágak (pl. sütő-, édes-, tej-, konzervipar) használják további termékek előállításához.

g) Cukormentes almatermékek

Az alma cukorösszetételénél fogva az egyik legkiválóbb alapanyag cukormentes, illetve diabetikus termékek előállításához. Cukorösszetételében a fruktóz dominál, a fruktóz: glükóz arány 2:1 (Rodler 2005, Souci et al. 2008). Almából készülhetnek cukormentes és diabetikus termékek. A diabetikus termékek szigorú ellenőrzés alá tartoznak. Csak akkor tekinthetünk egy terméket diabetikusnak, ha mono- és diszacharidot nem adtak hozzá, és természetes mono- és diszacharid-tartalma nem haladja meg a 3%-ot (36/2004. (IV.26.) ESzCsM rendelet a különleges táplálkozási célú élelmiszerekről).

Almából elsősorban lékészítmények (nektár, ital, „light"), cukormentes lekvárfélék és befőttek kaphatók kereskedelmi forgalomban. A cukor (szacharóz, izocukor stb.) helyettesítésére főként nagy intenzitású mesterséges édesítőszereket használnak, mint a Na-szacharinát, ciklamát, aceszulfám-K és aszpartám. Ezek engedélyezéséről és az adott termékben felhasználható maximális mennyiségéről a Magyar Élelmiszerkönyv 1–2–94/35 számú előírása „Az élelmiszerekben használható édesítőszerekről" rendelkezik. Az utóbbi évtized táplálkozási szokásainak megváltozása érinti többek között a mesterséges édesítőszereket is, növekszik ugyanis a velük szembeni negatív hozzáállás, ami főként az egészségügyi hatását és az esetleges allergiás tüneteket jelenti. A legtöbb gyártó próbálja a termékeit természetes, energiamentes édesítőanyagokra átállítani. Várhatóan ez a jövőben a termékek széles skálájának megjelenését fogja jelenteni, mivel 2011. november 11-én az EU engedélyezte a *Stevia rebaudiana* Bertoni növény leveiből előállítható szteviol glikozidok élelmiszerekben történő felhasználását (Bizottság 1131/2011/EU rendelete). A hatóanyagnak ráadásul az édesítő hatása mellett számos, az emberi szervezetre előnyös hatása van, pl. vérnyomás- és gyulladáscsökkentő. Kedvezőtlen humánegészségügyi hatásokat még a legrégebbi és legnagyobb fogyasztónak számító ázsiai országokban sem tapasztaltak (Kinghorn et al. 2001). A JECFA 2006-ban biztonságosnak minősítette a sztíviát, kiemelve előnyös egészségügyi hatásait magas vérnyomás és 2-es típusú cukorbetegséggel szemben (Benford et al. 2006).

h) Alkoholos fermentációval készült almatermékek

Az almából számos, igen jó minőségű, esetenként világszerte ismert alkoholos italokat lehet előállítani.

Almapálinka

Az Európai Unió területén, illetve export esetén is csak a Magyarország területén termett gyümölcsökből, erjesztéssel készült gyümölcscefre (cukortartalmát egyéb cukorral javítani tilos) lepárlásával előállított párlatokat lehet pálinkának nevezni. Fajtái a következők:

- Pálinka: Magyarországon termesztett almagyümölcs cefréjéből főzött párlat.
- Valódi kisüsti pálinka: kétszeri lepárlással, maximum 400–500 l-es lepárló üstben készített gyümölcs- vagy törkölypálinka.
- Érlelt pálinka: a pálinkát 60–65 V/V%-ra hígítják lágy vízzel és fahordóban érlelik.
- Ópálinka: olyan pálinka, melyet legalább 1 évig érleltek 1000 l-nél kisebb vagy legalább 2 évig 1000 l-nél nagyobb fahordóban.
- Ágyas pálinka: nyers vagy aszalt almára almapálinkát töltenek és érlelik.

Hazánk híres terméke az eredetvédett „Szabolcsi almapálinka" (Panyikné 2007).

Almabor

A gyümölcsborok alapanyagai között az alma áll az első helyen. Az almából erjesztéssel előállított italok többfélék lehetnek, de ezek elnevezése nem mindig egyértelmű. A legtöbb almafelhasználó ország a következők szerint csoportosítja a termékeket:

- 0,5 V/V%-nál kevesebb alkoholt tartalmazó termék neve almalé,
- 0,5–8,0 V/V% közötti alkoholt tartalmazó termék neve cider,
- 8,0 V/V%-nál több alkoholt tartalmazó termék neve almabor.

A cider és az almabor nemcsak közvetlen fogyasztásra kerül, hanem jelentős mennyiséget lepárolnak, vagy ipari szesz készítésére használják. Világhírű ital a francia Calvados almabrandy, ami szigorúan szabályozott technológiával, speciális lepárlással, majd érleléssel készül. Az észak-amerikai kontinensen az ecetgyártás szinte kizárólag ciderre alapozott (Nagyné 2007a).

Almaecet

Ha az almabor erjesztése a levegő kizárása nélkül, aerob körülmények között megy végbe, a kezdetben keletkezett alkoholtartalom tovább bomlik, és belőle ecetsav képződik. Az alkoholos erjedést követő ecetképződés szintén erjedési folyamat, melynek előidézője az ecetsavbaktérium. Az almaecet önmagában vagy fűszerekkel ízesítve is készülhet. Alapanyaga általában olyan almabor, melynek alkoholtartalma min. 5,5 V/V%, tartósítószerként legfeljebb kénessavat tartalmaz, maximum 20 mg/l mennyiségben (Nagyné 2007b).

i) Egyéb termékek

Az alma préselése és passzírozása után visszamaradó magot, héjat és zárványokat tartalmazó élelmiszeripari melléktermékет nevezzük törkölynek. Az almatörköly hasznosítása többféle lehet, melyre az utóbbi években igen nagy figyelem irányul, főként a környezetvédelmi szempontból előnyösebb hulladékmentes feldolgozás-technológiák megvalósítása érdekében. Az almatörköly felhasználási lehetőségei a következők.

Pektingyártás

A citrusfélék mellett az almatörköly a második legfőbb pektinforrás, bár a belőle előállított pektin picit sötétebb árnyalatú, mint a citrusféléké. Az előállított pektin típusától függően a gyártás többlépcsős. Először a törkölyből forró, savas oldattal történik az extrahálás. Ezt követően a folyékony kivonatot tisztítják centrifugálással, majd többszöri szűréssel. A koncentrált pektin oldatból (2–3%) alkohollal, a higított oldatból (0,3–0,5%) alumíniumsókkal történik a pektin elválasztása. Így nyerhető a HM-pektin (magasan észterezett, észterezettségi fok > 50%). Alacsonyan észterezett, ún. LM pektin (észterezettségi fok < 50%) előállítása esetén dezészterfikációt végeznek (Guillotin 2005). Mindkét pektint használja az élelmiszer-

ipar E 440-es számmal, mint adalékanyagot különböző lekvárfélék, mártások, öntetek stb. állományának kialakításához. Az LM pektin diabetikus termékekhez is alkalmazható, mivel felhasználása nem függ a szárazanyag-tartalomtól és a pH-tól sem.

Tejsav kinyerésre azért alkalmas, mert magas poliszacharid tartalma van (főként cellulóz, hemicellulóz, keményítő) és monoszacharidokat, di- és oligoszacharidokat, citromsavat, almasavat, valamint fémionokat tartalmaz, amit a tejsavbaktériumok le tudnak bontani (Gullón et al. 2007).

Sütőipari adalék

Az almatörköly megszárítva és finom porrá őrölve sütőipari termékekbe keverve is használható. Hatására növekszik a lisztek vízfelvevő képessége, csökken a fehérje-, összes szénhidrát és energiatartalom. Így rostban gazdag sütőipari termékeket tudnak előállítani (Papp 2009).

Állományjavító adalék

A BCE Konzervtechnológiai Tanszékén kísérletek folynak sütőipari lekvárok esetében a pektin egy részének almatörköly porral való helyettesítésére, mellyel a termék fagyaszthatósága és sütésállósága javítható.

Természetes tartósítószer

Mivel az almatörköly igen gazdag értékes fenolos vegyületekben, így ezek extrakciós úton való kinyerése és töményítése révén mikroorganizmusokat gátló hatását lehet vizsgálni. A törköly optimális szárítási paraméterei, valamint extrakciós körülményei kidolgozottak Idared fajtára (Szabó-Nótin et al. 2012), jelenleg hazai nemesítésű MR fajták tesztelése zajlik.

3. FARMAKOLÓGIAI HATÁS, FELHASZNÁLÁS A FITOTERÁPIÁBAN

a) Az alma bioaktív hatóanyagai

Az alma kellemes ízű, jól tolerálható, allergéneket nem tartalmazó gyümölcs, melyet az emberiség őstörténetétől kezdve ismer és fogyaszt szerte a világon. Számos fajtáját termesztik, és napjainkban is kiemelten foglalkoznak új fajták előállításával. A nemesítéseknek köszönhetően az alma beltartalmi értékei kedvezően változnak.

A korszerű elválasztástechnikáknak (LC-DAD-MS/MS, sHS-SPME-GC-MS, GC-MS) köszönhetően egyre több élettanilag jelentős vegyületet azonosítanak a kutatók. Az alma fő bioaktív hatóanyagai a fenolos vegyületek, szacharidok, vitaminok, illatanyagok, fémes elemek. Fenolos vegyületei: flavonoidok (főleg kvercetinglikozidok) dihidrokalkonok, flavanolok, antocianinok, továbbá hidroxi-fahéjsav származékok és egyéb szerves savak. Az alma fontos kalkonjai a floretin és floridzin. Különösen jelentős a pektintartalma. Az alma illatanyagai között kimutattak szeszkviterpéneket (farnezén, dendrolazin) és rövid szénláncú alifás észtereket (etil-butirát, etil-2-metil-butirát, butil-butirát, etil-hexanoát, butil-2-metil-butanoát, hexil-propionát, butil-hexanoát, hexil-butanoát, etil-oktanoát, hexil-2-metil-butanoát, hexil-hexanoát, hexil-oktanoát), valamint rövid szánláncú alkoholokat, pl. hexanolt. Az alma számos vegyülete gyökfogó (scavenger), illetve antioxidáns. Az elemei összetevők közül említhető a Ca, Fe, K, Mg, Na és a Zn (Fuleki et al. 1994, Miller et al. 1997, Abrosca et al. 2007, Chen et al. 2007, Diñeiro García et al. 2009, Reis et al. 2009, Arias Abrodo et al. 2010, Muhammad et al. 2011, Balázs et al. 2012, Szőke 2012, Manzoor et al. 2012).

Az alma a humánegészség megőrzése szempontjából értékes vegyületeinek köszönhetően minden korcsoportban fogyasztható gyümölcs. Az alma fogyasztásának kedvező élettani hatása jól ismert, ezért több betegségben is napi rendszerességgel ajánlják. Az almával kap-

csolatos kutatások eredményei megerősítik, hogy a gyümölcs antiatherogén, antiproliferatív, anticarcinogén, gyulladáscsökkentő, és ezek a hatások érvényre jutnak a rákos folyamatok, a szív- és érrendszeri, illetve a vírusos betegségek előfordulásának csökkentésében is. Megfigyelték, hogy az alma fogyasztása mérsékli a szérumglükóz koncentrációját 2 típusú cukorbetegségben, befolyásolja a génexpressziót gyulladásos bélbetegségben (Ehrenkranz et al. 2005, Alberto et al. 2006, He et al. 2007, Jung et al. 2009).

Az orvos-biokémiai és molekuláris-biológiai kutatásoknak köszönhetően ma már jól ismert, hogy a szabadgyök-antioxidáns egyensúly rendkívül fontos az egészség szempontjából. A mérsékelt oxidatív stressz befolyásolja a jelátvitelt, és létfontosságú mind a proliferáció mind az apoptotikus sejthalál során. Az antioxidáns túlsúly nem kívánatos, sőt komoly veszélyeket hordoz, mivel világossá vált, hogy az antioxidáns molekulák többsége nemcsak a redox-homeosztázis eltolódása miatt, hanem egyéb hatás: direkt kötődés, a fehérje alegységek összeszerelésének gátlása, enzimatikus degradáció, a membrán transzlokáció gátlása, aktiválása és egyéb, még felderítetlen mechanizmusok következtében szignifikáns változásokat okozhatnak a szignálutakban (Blázovics 2006).

(1) A fenolos vegyületek hatásmechanizmusa

A közvetlen szabadgyök-befogásban és a lipidperoxidáció megakadályozásban fontos szerepet kapnak a táplálékkal szervezetbe jutó polifenolok és ezen belül a difenil-propán-vázas oxigéntartalmú heterociklusos flavonoidok és nyíltláncú szerkezeti izomerjeik. A flavonoidok a fenolos hidroxilcsoportok, valamint a hozzájuk kapcsolódó cukorkomponensek számában és helyzetében mutatnak nagy variabilitást. A flavonoidok antioxidáns hatása a molekula funkciós csoportjainak elhelyezkedésétől függ, de ezek a szubsztitúciós helyek felelősek a gyakori toxicitásért is. Feltételezhető, hogy reakcióikban a redoxi-átmenetek is szerepet játszanak. A lipidperoxidációt gátló antioxidánsok láncmegszakító, fémkomplexképző és $^1O_2$ közömbösítő hatásúak. Az antioxidánsok kémiai reakcióik során maguk is szabad gyökökké válnak, azonban reakciósebességük nagyságrendekkel eltér a radikális gyökökétől. Relatív stabil gyökök. A fenolszármazékok kiváló komplexképző tulajdonsága hozzájárul az oxidatív stressz csökkentéséhez. Annak ellenére, hogy kísérletes és klinikai tanulmányok sokasága bizonyítja, hogy e vegyületeket tartalmazó élelmiszerek fogyasztása az egészséges táplálkozás szempontjából nélkülözhetetlen, és jelentős szerepet kap az érelmeszesedés, az infarktus vagy a rákos megbetegedések megelőzésében, ezen vegyületek *in vitro* biológiailag releváns pH-n autooxidálódnak, és kémiai reakcióikban toxikusak az állati és humán sejtekre. Ez felveti annak kérdését, hogy maguk az alapvegyületek vagy azok metabolitjai felelősek-e az eltérő hatásokért. Ezek a vegyületek koncentrációtól függően antioxidáns és prooxidáns tulajdonságúak lehetnek. Különböző adatok szerint a flavonoidok napi bevitele a néhány mg-tól az 1 g-ig terjedhet. A teljes flavonoidbevitelből azonban eredeti molekulaformában csupán az elfogyasztott flavonoidok 1–2%-a éri el a keringést, és jut el a célszervekhez. Ez a tény jelentősen megkérdőjelezi sok *in vitro* tanulmány eredményét. Az antioxidáns flavonoid-glikozidok rosszul szívódnak fel a béltraktusból, míg az aglikonok közvetlenül is felszívódhatnak.

A flavonoid glikozidok a terminális ileumban és a colonban kolonizálódott bélbaktériumok hatására jelentős változásokon mehetnek keresztül. Az intenzív anyagcsere következtében fenolsavak keletkeznek, melyek felszívódásuk után tovább alakulhatnak (kettős kötések telítése, dekarboxiláció, demetiláció). A szabaddá váló aglikonok a felszívódást követően konjugálódnak, metilálódnak vagy glükuronidálódnak. A szervezetben a mikroszomális kevertfunkciójú oxidázok képesek e molekulákat is átalakítani, és előfordulhat, hogy a termékek toxikussá válnak, illetve jelentős szabadgyök-termelés indul be. A flavonoidok metabolizálódásának legfőbb helye a máj, a bél, de a vese szerepe sem kizárt. A polifenolos vegyületek befolyásolhatják a fémionok felszívódását, mert komplexet képezhetnek velük. A polifenolok kedvező hatása, hogy képesek a nehézfémionokat eltávolítani a szervezetből.

A flavonoidok számos metabolikus és katabolikus utat befolyásolhatnak. A leggyakrabban előforduló flavonoidok közül a kvercetin gátolja a lipoxigenázok aktivitását, ezáltal antiinflammatorikus hatású. Hasonlóan gyulladáscsökkentő a ciklooxigenáz-2 (COX2)-blokkoló és indukálható NO szintetáz (iNOS) indukáló kempferol is. A polifenolos vegyületek részt vehetnek a fehérjeszintézis szabályozásában. A cholereticus hatású flavonoidok laxatív hatást mutatnak.

Az utóbbi évek kutatásai egyre több polifenolról bizonyították be, hogy részt vesznek a celluláris antioxidáns hálózatban. Számos flavonoid és fenolsav gátolja a nukleáris faktor kappa B (NF-κB) és aktivátor protein–1 (AP-1) szignálfehérjéket. A flavonoidok a matrix-metalloproteinázok (MMP-ázok) hatásos inhibítorai. A glikoziláció fokozza a gátló hatást. A flavonoidok térszerkezete, a funkciós csoportok száma a foszfatidil-inozitol 3-kináz (PI3-kináz) gátlás szempontjából jelentős. A glikoziláció sztérikus okok miatt csökkenti a gátlást. A flavonoidok a protein kináz C (PKC) és a mátrix-metalloproteináz gátlásán keresztül, valamint a direkt gyökfogó-képesség révén gátolják a tumorképződést és az áttétek kialakulását (Lugasi 2000b, Tarr 2002, Hagymási 2002, Simopoulos–Ordovas 2004, Blázovics 2006, 2007a).

(2) Floridzin

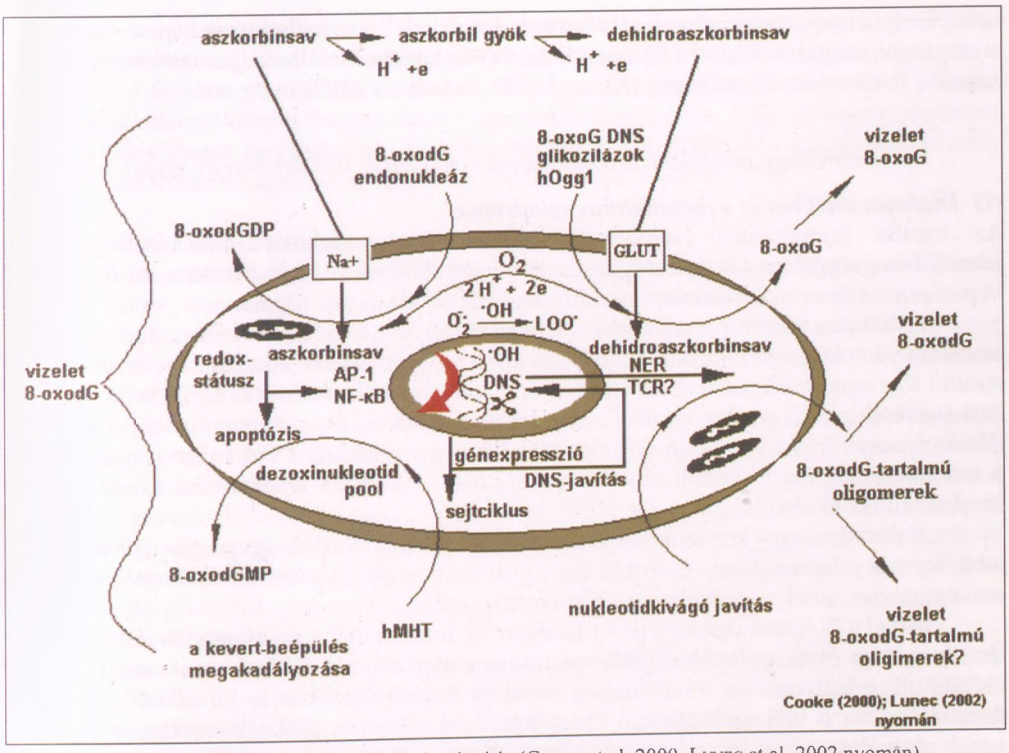
A floridzin (a floretin 2'glükozidja) a flavonoidok dihidrokalkon csoportjához tartozik. A floridzin mind a vese, mind a bél glükózabszorpcióját képes gátolni, ezáltal a vércukorszint csökkenését eredményezi.

A glükóztranszportban két nagy transzporter család ismert, a GLUT és az SGLT család. A GLUT család uniporter, facilitált diffúzióval juttatja át a membránon a glükózt, az SGLT családban kotranszporter fehérjék vannak. Az *SLC5A1* gén kódolja SGLT családhoz tartozó proteineket, amelyek a glükóz és a galaktóz transzportjában vesznek részt. Az SGLT1 nátrium/glükóz kotranszporter-1 és az SGLT2 nátrium/glükóz kotranszporter-2, glükóztranszportot szabályozó integráns membránproteinek. Az SGLT1 a vékonybélben található nagy affinitású és kis kapacitású kotranszporter, de a vesében is expresszálódik. Az SGLT2 a fő glükóztranszporter kis affinitású nagy kapacitású transzporter a vesében 90%-ban vesz részt a glükóz véráramba történő reabszorpciójában. A SGLT2 szelektív gátlása potenciális stratégia a 2-es típusú cukorbetegségben.

A legújabb kutatások megerősítik, hogy a floridzin kisebb koncentrációban olyan hepatikus gének expresszióját is indukálja, amely a szénhidrát és zsírmetabolizmussal kapcsolatos fehérjék szintézisét eredményezi (Ehrenkranz et al. 2005, Gosch et al. 2009, Balázs et al. 2012).

(3) C-vitamin

A C-vitamin lánctörő antioxidáns. Feltételezik, hogy az aszkorbinsav megakadályozza a fehérjék glikációját, ezáltal csökkenti a következményes komplikációk kialakulását diabetes mellitusban. Az aszkorbát oxidált formája, a dehidroaszkorbát önmaga képes glikálni a fehérjéket, de a reakció mechanizmusáról és az aszkorbilált fehérjék jelentőségéről keveset tudunk. Az aszkorbinsav koncentrációjától és a fémionok jelenlététől függően antioxidáns vagy prooxidáns tulajdonságú. Cooke et al. (2000) és Lunec et al. (2002) molekuláris biológiai kutatásai az aszkorbinsav DNS-javító és károsító hatását is feltételezik. Feltételezésük szerint a C-vitamin úgynevezett „redox-úton" szabályozza a 8-oxo-2'-dezoxiguanozin (8-oxodG) javítását (112. ábra). Az aszkorbinsav direkt DNS-oxidáló hatása függ *in vivo* koncentrációjától. A DNS-károsodást követően új javító enzimek de novo szintézise indul el, amely a fos és jun fehérjék komplexének kialakulásával hozható kapcsolatba. Az aszkorbinsav fontos szerepe az AP-1 (fos és jun fehérjékből épül fel) aktiválásban prooxidáns hatásának köszönhető. Az AP-1 a DNS oxidatív károsodását követően így részt vehet egy generalizált adaptív vagy stresszválaszban. Az aszkorbinsav továbbá, mint redukáló ágens erősíti a redoxfaktor-1 (Ref-1) által szabályozott AP-1 DNS-hez történő kötődését.



112. ábra. Aszkorbinsav és a DNS redox-javítás (Cooke et al. 2000, Lunec et al. 2002 nyomán)
Jelmagyarázat: 8-oxodG = 8-oxo-2'-dezoxiguanozin; hOgg1 = humán 8-oxoguanin–glikoziláz; NER = nukleotid kivágó javítás; hMHT = MutT-enzim humán-homológ; TCR = transzkripcitó, GLUT = glükóztraszporter; Na^+ = Na^+-transzport; 8-oxoG = 8-oxo-guanozin

Feltételezik, hogy a 8-oxodG 25%-át a „long patch" javítómechanizmus távolítja el. A nukleotid kivágó javítás (NER) szerepe ebben nem szignifikáns, bár a különböző körülmények hatására aktiválódó NER alternatív út lehet a javításban. A C-vitamin és az E-vitamin génszintű hatásaiban sok hasonló vonás fedezhető fel. Az érfalak normális funkcióját a C-vitamin és a flavonoidok együttesen biztosítják (Cooke et al. 2000, Lunec et al. 2002).

(4) Fémek

A nyomelemek nélkülözhetetlenek a jelátvitel szabályozásában, és a transzkripciós faktorok működésén keresztül a génkifejeződések egész sorát befolyásolják. A fémek közvetlenül vagy közvetett módon képesek befolyásolni a jelátviteli utakat, a génátíródást, fehérjeszintézist, fehérjék aktiválódását, gátlását stb. A fémionok befolyásolják a gyulladásos folyamatokat.

Az utóbbi években azt is feltételezik, hogy hasonlóan az inhibitor kappa B (IκB)-kinázok vagy a fémionok által vezérelt redoxirendszerek működéséhez, a fémek kulcsfontosságúak az NF-κB és AP-1, illetve az NF-κB proteaszoma degradátumok esetében is. Az NF-κB DNS-hez történő kapcsolódása a DNS-kötő doménben található p50 alegység „apo62"cisztein redoxi-állapotának függvénye.

A lipidperoxidációs folyamatok során a fémionok kitüntetett szerepet játszanak. Az oxidatív stressz következtében azonban aktiválódik a Zn-függő szulfhidrilcsoportokban gazdag metallotionein, továbbá a toxikus fémelemek indukálják a metallotioneinekért felelős gének expresszióját, aminek az lesz a következménye, hogy ezek a proteinek fokozott mértékben megkötik a fémeket, azaz antioxidáns funkciót fejtenek ki. Ismert az is, hogy a Zn-metallotionein

befolyásolja a nyomelemek eloszlását a hepatocitákon belül. A metallotionein képes a Fe-ionokat is megfogni, ezáltal csökkenti a lipidperoxidációt. Az almában található fémionok szerepet kaphatnak a fémion-homeosztázisban (KUDRIN 2000, BLÁZOVICS 2007a).

b) Az almafogyasztás kedvező hatásának ismertetése néhány betegség kapcsán

(1) Diabetes mellitus és a metabolikus szindróma

Az inzulin szenzitivitás csökkenése számos, kardiovaszkuláris kockázati tényezőt jelentő betegséggel mutat összefüggést, ezek közé tartozik pl. a hypertonia, az obesitas, a hyperlipoproteinaemia, a diabetes mellitus és a metabolikus szindróma.

A diabetes mellitus a szénhidrát anyagcsere zavara. (Akkor beszélünk diabetesről, ha az éhomi vércukorszint tartósan meghaladja a 6 mmol/l értéket és étkezés után ez az érték 11 mmol/l fölé emelkedik, és nem tér vissza 2 óra elteltével a kiindulási szintre.) Ha nem áll rendelkezésre elegendő inzulin, a glükóz nem jut be a sejtekbe, és ezért energiadeficit alakul ki. (Ha a vércukor értéke 9–10 mmol/l-re emelkedik, akkor a glükóz a vizeletben is megjelenik.) A cukorbetegség legsúlyosabb szövődményei közé tartoznak a vesekárosodás, a különböző idegbántalmak és a vakság.

A vércukor nagy koncentrációja miatt a fehérjék glikálódnak, így pl. glikozilált hemoglobin formák jöhetnek létre. A HbA1c vagy glikohemoglobin-koncentráció fontos laboratóriumi paraméter, amely a cukorbetegség súlyosságát jelzi.

Mivel a 2. típusú diabetes mellitus egyre gyakoribb már a fiatal populációban is, ezért lényeges, hogy olyan gyümölcsfajtákat ajánljunk a napi étkezések alkalmával, amelyek szénhidrátprofilja kedvező, és mindemellett bioaktív hatóanyagokban is bővelkedik. Az alma floretintartalma a glükózabszorpció csökkentésével, illetve a glükózháztartást befolyásoló gének aktiválásával javítja a betegek életminőségét. Polifenolos vegyületeinek antioxidáns tulajdonsága, valamint aszkorbinsavtartalma megakadályozza a proteinek glikációját diabetes mellitusban, ezáltal csökkenti a következményes komplikációk kialakulását. Fémiontartalma javítja a fémion-háztartást, ami szintén hozzájárul a cukorbetegek életminőségének javulásához.

Az almafogyasztás előnybe részesítése azért is fontos, mert a 2-es típusú diabeteses betegek száma világszerte egyre nő, és 2000–2030 között várhatóan 37%-kal emelkedik a betegség prevalenciája (BALDEWEG et al. 2000, EHRENKRANZ et al. 2005).

(2) Coeliakia

A coeliakia vagy lisztérzékenység organikus, provokált autoimmun betegség, mely az immunreakciók révén más szervek megbetegedéseit is okozza. A betegség gluténtartalmú élelmiszerek fogyasztása miatt alakul ki. Mai ismereteink szerint a coeliakiás antitestek a transzglutamináz-2 enzimhez kötődnek, aminek következtében nemcsak a vékonybél és az appendix, hanem a bőr, máj, izom, nyirokcsomók és az erek is érintettekké válnak. A laboratóriumi vizsgálatok alacsony szérumvas és kalcium-szint mellett alacsony szérum-össz-fehérje értékeket mutatnak. A kezeletlen betegek szérumából IgA és IgG (IgA hiányában) ellenanyag, antigliadin, antireticulin, antiendomysium és transzglutamináz antitestek mutathatók ki. A betegek B12-vitamin és fólsav-hiányban is szenvednek.

A csendes coeliakia során beindulnak a kóros immunfolyamatok, és a vékonybélben jellegzetes boholyátépülések jelennek meg, melyek bármikor súlyosbodhatnak. A „csendes" forma 7-szer gyakoribb, mint a manifeszt megjelenés. A leggyakrabban előforduló klinikai tünetek kisgyermekeknél sorrendben: a hasmenés (steatorrhoea), haspuffadás, súlycsökkenés, étvágytalanság, hányás, hasi fájdalom, mérsékelt súlygyarapodás, magatartási zavar, oedema, obstipatio, rectumprolapsus, szájnyálkahártya-ulceratio. A leggyakoribb kapcsolt betegség felnőtteknél az inzulin dependens diabetes mellitus, az autoimmun hepatitis és az autoimmun

tyreoiditis. A coeliakia rákmegelőző állapotnak fogható fel. Ha sikerül az egész életen át tartó diéta pontos betartása, akkor minimálisra csökkenthető a szövődmények megjelenése.

Mivel az alma nem tartalmaz allergéneket és a benne lévő polifenoloknak is köszönhetően gyulladáscsökkentő hatású, ezért javasolható fogyasztása. Vas- és kalciumtartalma javítja a hiányállapot megszűnését. Az alma pektintartalma mérsékli a hasmenést. Veszély nélkül fogyasztható minden korosztály számára (Blázovics 2007b).

(3) Gyulladásos bélbetegségek

Az egész életen át tartó, krónikus gyulladásos bélbetegségek (Inflammatory Bowel Diseases /IBD), a colitis ulcerosa (CU) és a Crohn-betegség (CD) kialakulásában a genetikai adottságok, az immunrendszer és a környezeti hatások együtt játszanak döntő szerepet, de még napjainkban sem tisztázott, hogy mi ezen betegségek kiváltó oka. A helytelen táplálkozási faktorok jelentősége nem elhanyagolható.

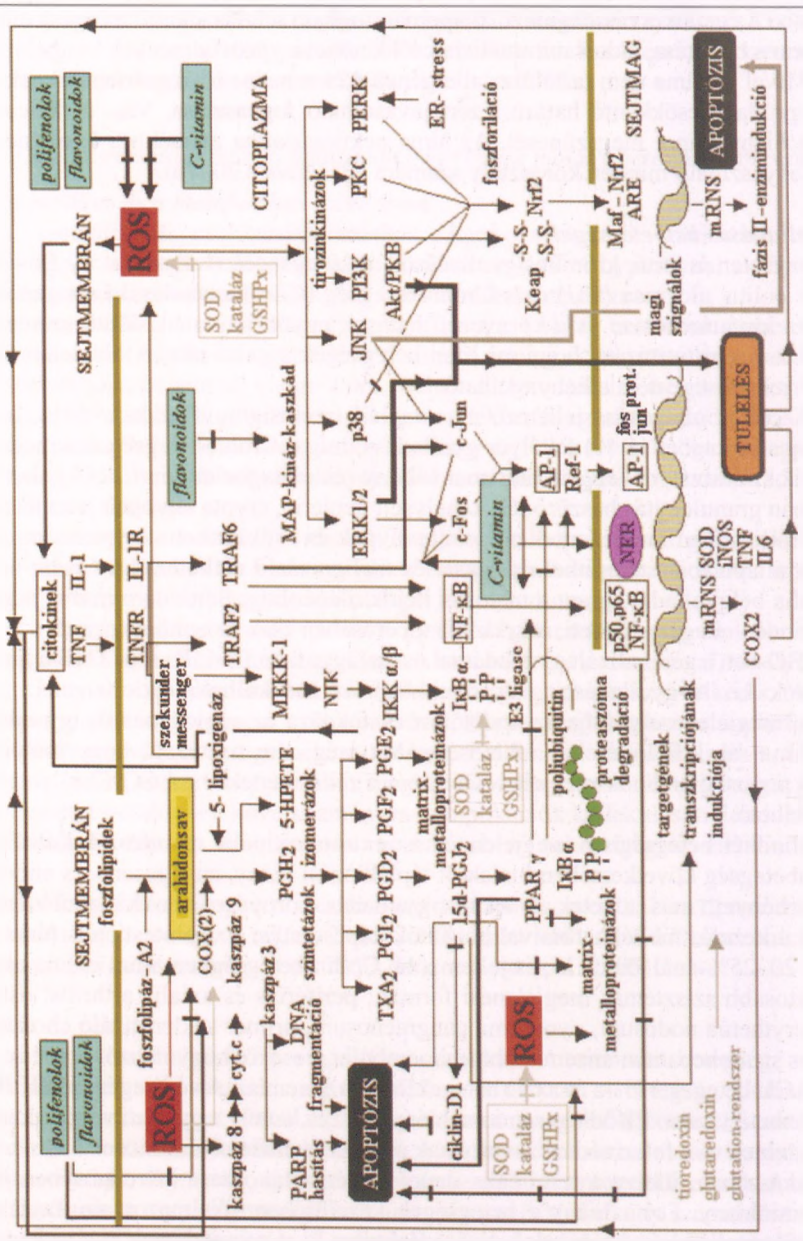
A colitis ulcerosára jellemző a vastagbél (rectosigmoid szakasz 54%, bal colonfél 28%, teljes vastagbél 18 %) fekélyes gyulladása, míg a Crohn-betegség az emésztőrendszer bármelyik szakaszát, de leggyakrabban a vékony- és vastagbelet érinti. A CU akut fázisban a mucosában granulocytás beszűrődés, kehelysejt depletio, crypta tályogok jelenléte figyelhető meg. Remisszióban megjelennek a pseudopolypok és csökkenhet a cryptaszám. A betegség krónikus állapotában az epithel dysplasia és malignizáció alakulhat ki. Crohn-betegségben (regionális bélgyulladás, granulomatosus ileitis, ileocolitis, ileitis terminalis) a gyulladás a bélfal minden rétegét érintheti, míg colitis ulcerosában csak az epithel érintett.

IBD-ben a generalizált gyulladással összefüggésben IL-1, IL-6 és TNF-α interleukinek mutathatók ki. A gyulladásos folyamatokban az indukálható ciklooxigenáz 2 (COX2) izoenzim megjelenése gátolja az apoptózist és fokozza az angiogenesist, így mindkét úton fokozódik a rák kifejlődésének lehetősége. Ma még nem tisztázott, hogy melyik sejttípus felelős a prosztaglandinok megjelenéséért, bár a rákos sejtekben a COX2 túlzott képződése megfigyelhető.

Mindkét betegségben megjelennek az extraintestinális manifesztációk. Egyes tünetek a bélbetegség következtében kialakult táplálkozási hiány, anyagcsere- és endokrin zavar következményei, más tünetek a lokális gyulladás környezetében kialakuló ártalmakkal, valamint a kezelés mellékhatásaival hozhatók kapcsolatba. Extraintestinalis tünet a betegek mintegy 20–25%-ánál alakul ki, és jellemzőbb Crohn-betegségben, mint colitis ulcerosában. A legfontosabb szisztémás megjelenési formák: perifériás és axialis arthritis, osteoporosis, uveitis, erythema nodosum, pyoderma gangraenosum, primer szklerotizáló cholangitis, nem alkoholos steatohepatitis, anaemia, thromboembolia, vesekő, húgyúti szövődmény.

A CU betegek 37%-a és a CD betegek 26%-a anaemiás. A vérszegénység IBD-ben több okra vezethető vissza. Elsődlegesen a vashiány okozza, amely a gyakori vérzéseknek, a csökkent bevitelnek és a felszívódási zavaroknak a következménye. Különösen a Crohn-betegség aktív szakaszában, illetve a terminális ileum műtéti eltávolítása következtében jelentkezik B12-vitaminhiány. Folsavhiány e betegségek kezelésében alkalmazott szulfaszalazin vagy metotrexát tartalmú készítmények hatására alakulhat ki. A nyomelemek hiánya kedvezőtlenül hat az immunrendszer fejlődésére és működésére, valamint a redox-homeosztázisra.

Az alma polifenoljai és flavonoidjai közvetlen antioxidáns és gyökfogó hatásukkal mérsékelik a szabadgyökös reakciók miatt kialakuló szöveti nekrózist, baktericid és fungicid hatásuk következtében gátolják a bélben élő káros mikrobák szaporodását. A C-vitamin és B-vitamin-család tagjai javítják a betegek életminőségét. A szerves kötésben lévő vas mérsékli az anaemiát. Az alma Ca- és Mg-tartalma mérsékli a csontok korai leépülését, illetve javítja a membránranszport aktivitását. A pektin vízmegkötő képessége miatt csökkenti a székelések gyakoriságát (Gorinstein et al. 2001, Blázovics et al. 2004, Scalzo et al. 2005, Gerhauser 2008, Kovács–Lakatos 2012).



Jelmagyarázat: **AP-1** = aktivátor protein–1; COX2 = indukálható ciklooxigenáz 2 enzim; DNS = dezoxiribonukleinsav; EGR = transzkripciós faktor; ERK1/2 = szignálregulált kináz 1/2; GSHPx = glutation-peroxidáz; HIF1α = hipoxia-indukált faktor; IKK = IκB-kináz; IL-(1,6)= interleukin (1,6); JNK/SAPK = c-Jun N-terminális kinázok; Keap = kihorgonyzó szignálfehérje; Maf = kisméretű szignálfehérje; MAPK = mitogénaktivált proteinkinázok; MEKK-1 = mitogénaktivált proteinkináz-kináz-1; NER = nukleotid kivágó javítás; NF-κB = nukleáris faktor; NIK = NF-κB-indukáló kináz; Nrf2 = redox-szenzitív szignálfehérje; PG = prosztaglandin; PGE_2 = prosztaglandinszármazék; PGI2 = prosztaciklin; 15d-PGJ_2 = 15-deoxi-$\Delta^{12,14}$-PGJ_2; PPAR = peroxiszóma-proliferátor akvivált receptor (peroxisome proliferator activated receptor); Ref-1 = redoxfaktor-1; RNS = ribonukleinsav; ROS = reaktív oxigén szabad gyökök; SH-csoport = szabad szulfhidril-csoport; SOD = szuperoxid-diszmutáz; TNF-α = tumornekrózis faktor-α; TNFR= tumornekrózis faktor-α receptor; TXA2 = tromboxán A2.

113. ábra. Szabad gyökök, jelátviteli utak és antioxidáns tulajdonságú bioaktív molekulák (BLÁZOVICS 2007a nyomán)

(4) Vastagbéldaganat

A colorectális rák kialakulása során annak ellenére, hogy a p53 gén mutációja korán kimutatható, az adenomatosus polipus csak későn jelentkezik, úgynevezett „flat" tumorok kialakulása figyelhető meg. A COX2 enzimaktivitás fokozódása és a lipoxigenáz út erősödése társul a tumorogén tényezőkhöz. Az arachidonsavkaszkád beindulása teret nyit a szabadgyökös reakciók felerősödésének és a lipidperoxidációnak. A gyulladásos folyamatokban a mononukleáris sejtek infiltrációja miatt megnövekszik a proinflammatorikus citokinek mennyisége. A citokintermelésért az NF-κB nukleáris faktor tehető felelőssé. Glikozilációs abnormalitások is megfigyelhetők a gyulladásos bélbetegségekkel asszociált colontumorban. E változások közé tartoznak az intracelluláris O-glikozidok rövidülése, a fokozódó szializáció, pl. a di- és tri-szialil Lewis-antigének megjelenése, a mucin redukált szulfatálása és az onkofetális antigének, mint például a Thomsen-Friedenriech (TF) (galaktóz - béta - 1,3 - acetilgalaktózamin - alfa) vagy a szialil - Tn (szialil - 2,6 N-acetilgalaktózamin - alfa). A TF- antigént hordozó egyénekben a táplálékból származó vagy bakteriális eredetű lektinek (pl. amerikai mogyoró lektin) intraluminális megjelenése szignifikánsan növeli a rectumban a mitotikus indexet. Ily módon az intraluminálisan jelenlévő lektin hozzájárul a mucosa proliferációjához. A lektinfelvétel galaktózban gazdag növényi rost fogyasztásával kompetitíven gátolható. Ezért az alma fogyasztása kimondottan előnyös a vastagbéltumor kialakulásának megakadályozásában, illetve késleltetésében.

A szabadgyökös mechanizmusok a transzkripciós faktorok DNS-hez történő kötődését bizonyítottan befolyásolják. Ezekben a reakciókban az -SH, -S-S- kötéseknek különösen nagy jelentősége van, ha maga a DNS molekula szenved szabadgyökös károsodást. Az aktiváció során - melyet például a TNF-α is elindíthat - intracelluláris Ca^{2+}-szint növekedés és szabadgyök-képződés figyelhető meg. A c-jun és fos gének termékéből felépülő AP-1 faktor oxidatív stressz hatására fokozottan kötődik a DNS molekulákhoz. A relatíve kis mennyiségben keletkező szabad gyök és a különböző reakcióutakon – például a szuperoxid-diszmutáz (SOD) aktivitásának eredményeképpen – képződő H_2O_2 szekunder messenger szerepet tölt be a szignáltranszdukció folyamatában. Az oxidatív stresszre adott válasz során az NF-κB és az AP-1 transzkripciós faktorok hatására megindul az antioxidáns enzimek szintézise, illetve a szabad gyököket termelő folyamatok is gátlódnak.

Az alma polifenolos vegyületei és C-vitamintartalma, valamint fémtartalma részt vesz a jelátviteli mechanizmusokban, így közvetlen befolyással van a rák kialakulásának késleltetésében. Triterpenoid származékai gátolják a sejtek proliferációját (Dubois 2000, He et al. 2007, Gerhauser 2008, Speisky 2010).

A 113. ábra összefoglalja a jelátviteli útvonalakat és az azt befolyásoló prosztaglandin és citokin vegyületek aktiváló, ill. gátló hatását, valamint bemutatja a szabadgyökök és az alma antioxidáns vegyületeinek jelentőségét a sejthalál és a sejtburjánzás szempontjából.

Következtetésként megállapítható, hogy az alma antioxidáns és gyökfogó tulajdonságú bioaktív hatóanyagai, illetve derivátumai a béltraktus teljes hosszában védenek a szabadgyökös károsodásokkal szemben. A polifenolok gyulladáscsökkentő, COX2 és iNOS gátló hatása, lipidperoxidációt kivédő és membránstabilizáló tulajdonsága is kifejeződik. Mivel a polifenolok rosszul szívódnak fel a béltraktusból, illetve eredeti molekulaformájukban csak igen kis %-ban jutnak el a keringéssel a célszervekhez, nagy valószínűséggel metabolitjaik jelentőségét is vizsgálni kell. Az alma triterpenoid vegyületei gátolják a sejtburjánzást, ezért védenek a rákos folyamatokkal szemben. E vegyületek és az almában található szerves fémkomplexek befolyásolják a jelátviteli utakat, a génkifejeződéseket és a javító mechanizmusokat. Az alma floridzin tartalma koncentrációfüggően csökkenti a glükózabszorpciót a bélben és a reabszorpciót a vesében, valamint speciális gének aktiválásával a szénhidrát- és zsíranyagcserét. Pektintartalma hasmenéssel járó betegségekben enyhíti a tüneteket.

IRODALOM

ABBOTT, D. L. 1970: The role of bud scales in the morphogenesis of apple fruit bud. p. 65–80; in: LUCKWILL, L. C.–CUTTING, C. V. (eds.): Physiology of tree crops. Academic Press, New York.

ABROSCA, B. D.–PACIFICO, S.–CEFARELLI, G.–MASTELLONE C.–FIORENTINO, A. 2007: Limoncella apple, an Italian apple cultivar: phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. Food Chem. **104.** p. 1333–1337.

AEPPLI, A.–GREMMLINGER, U.–RAPILLARD, –CH. RÖTHLISBERGER, K. 1983: 100 Obstsorten. Landw. Lehrmittelzentrale Zollikofen. **1.** Aufl. p. 249.

AGRIOS, G. N. 1988: Plant Pathology. 3rd Ed. Academic Press Inc., London. p. 558–565.

AHERNE, S. A.–O'BRIEN, N. M. 2002: Dietary flavonols: Chemistry, food content, and metabolism. Nutr. **18.** p. 75–81.

ALBERTO, M. R.–RINSDAHL-CANAVOSIO, M. A.–MANCA DE NADRA, M. C. 2006: Antimicrobial effect of polyphenols from apple skins on human bacterial pathogens. Electron. J. Biotechnol. **9.** ISSN: 0717–3458.

ALBERT ZS.–IVANICS B.–MOLNÁR A.–DEÁK CS.–MISKÓ A.–TÓTH M.–PAPP I. 2011: Characterization of gene expression in apple, connected potentially to cuticular wax production. Acta Biol. Szeged. **55**(1) p. 59–61.

ALDWINCKLE, H. S. 1975: Flowering of apple seedlings 16–20 months after germination. HortScience. **10.** p. 124–126.

ALDWINCKLE, H. S.– GUSTAFSON, H. L.–LAMB, R. C. 1975: Early determination of genotypes by forced flowering of test progenies. Euphytica. **25.** p.185–191.

ALDWINCKLE, H. S.–NORELLI, J. L.–SCHWAGER, S. J. 1984: Evaluation of fire blight resistance of apple cultivars and breeding new resistant cultivars. Acta Hortic. **151.** p. 259.

ALDWINCKLE, H. S.–PEARSON, R. C.–SEEM, R. C. 1980: Infection periods of *Gymnosporangium juniperi-virginianae* on apple. Phytopathology **70.** p. 170–173.

ALINEI, M. 2003: Interdisciplinary and linguistic evidence for palaeolithic continuity of Indo-European, Uralic and Altaic populations in Eurasia, with an excursus on Slavic ethnogenesis. Conf. Ancient Settlers in Europe, Kobarid, 29–30 May 2003. Forthcoming in "Quaderni di semantica". p. 26.

ALLAN, A. C.–HELLENS, R. P.–LAING, W. A. 2008: MYB transcription factors that colour our fruit. Trends Plant Sci. **13.** p. 99–102.

ALSTON, F. H. 1981: Pest resistance in apple breeding. XII.3 Eucarpia/IOBC working group breeding for resistance to insects and mites. SROP/WPRS Bulletin **4**(1) p. 83–88.

ALSTON, F. H. 1983: Progress in transferring mildew (*Podosphaera leucotricha*) resistance from Malus species to cultivated apple. IOBC/WPRS Bull. p. 87–95.

ALSTON, F. H.–BRIGGS, J. B. 1970: Inheritance of hypersensitivity to rosy apple aphid *Dysaphis* plantaginea in apple. Can. J. Genet. Cytol. **12.** p. 257–258.

ALSTON, F. H.–KELLERHALS, M. 1990: Breeding apples to develop integrated production. Acta Hortic. **285.** p. 135–141.

ALSTON, F. H.–PHILIPPS, K. L.–EVANS, K. M. 2000: A Malus gene list. Acta Hortic. **538.** p. 561–570.

AN, X. H.–TIAN, Y.–CHEN, K. Q.–WANG, X. F.–HAO, Y. J. 2012: The apple WD40 protein MdTTG1 interacts with bHLH but not MYB proteins to regulate anthocyanin accumulation. J. Plant Physiol. **169.** p. 710–717.

ANDERSEN, M. B.–HALL, S.–DRAGSTED, L. O. 2011: Identification of European allergy patterns to the allergen families PR–10, LTP, and profilin from *Rosaceae* fruits. Clin. Rev. Allergy Immunol. **41.** p. 4–19.

ANDRÁSFALVY B. 1975: A Duna mente népének ártéri gazdálkodása Tolna és Baranya megyében az ármentesítés befejezéséig. 7. Tolna megyei Tanács Levéltára, Szekszárd.

ANDRÁSFALVY B. 2007: A Duna mente népének ártéri gazdálkodása. Ekvilibrum Kiadó, Budapest.

ANGYAL D. 1925: Gyümölcstermesztés. Pátria Kiadó, Budapest.

ANGYAL D. 1926. Gyümölcsismeret. Pátria Irodalmi és Nyomdai Rt. Budapest. (Sajtó alá rendezte: Mohácsy Mátyás).

APICIUS, M. G. 1996: Szakácskönyv a római korból. Enciklopédia Kiadó, Budapest.

ARAUZ, L. F.–SUTTON, T. B. 1989: Temperature and wetness duration requirement for apple infection by *Botryosphaeria obtusa*. Phytopathology **79.** p. 440–444.

ARCHIBOLD, D. D.–BROWN, G. R.–CORNELIUS, P. L. 1987. Rootstock and In-Row Spacing Effects on Growth and Yield of Spur-type Delicious and Golden Delicious Apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **212.** 219–222.

Arias Abrodo, P.–Díaz Llorente, D.–Junco Corujedo, S.–Dapena de la Fuente, E.–Gutiérrez Álvarez, M. D.–Blanco Gomis, D. 2010: Characterisation of Asturian cider apples on the basis of their aromatic profile by high-speed gas chromatography and solid-phase microextraction. Food Chem. **121.** p. 1312–1318.

Arnold, T. W. 1965: Painting in Islam. Dover Public. Incl. New York.

Asada, T.–Ogasawara, M. 1998: The effect of shading on the growth of young 'Fuji' apple trees. J. Jpn Soc. Hortic. Sci. **67.** p. 655–659.

Ashebir, D.–Deckers, T. –Nyssen, J. –Bihon, W.–Tsegay, A.–Tekie, H. –Poesen, J. –Haile, M. –Wondumagegneheu, F. –Raes, D. –Behailu, M. –Deckers, J. 2010: Growing apple (*Malus domestica*) under tropical mountain climate conditions in northern Ethiopia. Expl. Agric. **46.** p. 53–65.

Atkinson, D. 1980: The distribution and effectiveness of the roots of tree crops. Horticultural Reviews. **2.** p. 424–490.

Atkinson, D.–Lewis, J. K. 1979: Time-lapse cinematographic studies of fruit trees' root growth. J. Photogr. Sci. **27.** p. 253–257.

Atkinson, D.–Wilson, S. A. 1980: The growth and distribution of fruit tree roots: some consequences for nutrient uptake. p. 137–150; in: Atkinson, D.–Jackson, J. E. (eds.): The mineral nutrition of fruit trees. Butterworths, Borough Green, UK.

Award, A. M.–Jager, A.–Westing, L. M. 2000: Flavonoid and chlorogeic acid levels in apple fruit: characterisation and variation. Sci. Hort. **83:** 249–263.

B. Lőrincz É. (szerk.) 1979: Új magyar Tájszótár I. köt. Akadémiai, Budapest. p. 203–206.

Balázs A.–Tóth M.–Blazics B.–Héthelyi É.–Szarka Sz.–Ficsor E.–Ficzek G.–Lemberkovits É.–Blázovics A. 2012: Investigation of dietary important components in selected red fleshed apples by GC-MS and LC-MS. Fitoterapia. **83**(8) p. 1356–1363.

Balázs K. 1991: Ökoszisztéma vizsgálatok eredményeinek felhasználása az almaültetvények integrált védelmében. Kertgazdaság. **23**(1) p. 70–80.

Balázs K. 1992: The importance of the parasitoids of *Leucoptera malifoliella* Costa in apple orchards. Acta Phytopath. Entomol. Hung. **27.** p. 77–83.

Balázs K. 1993: Five years, experimences of IPM in Hungarian apple orchard. Acta Hortic. **347.** p. 347–348.

Balázs K. 1997: The importance of parasitoids in apple orchards. Biol. Agric. Hortic. **15.** p. 123–129.

Balázs K.–Mészáros Z. 1998: Lepkék – Lepidoptera. in: Jenser G.–Mészáros Z.–Sáringer Gy. (szerk.): A szántóföldi és kertészeti növények kártevői. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 435–439.

Balázs K.–Szeőke K. 2009: A levélaknázó molyok. Gyümölcsösökben károsító fontosabb aknázómolyok. Agrofórum Extra. **28.** p. 60–74.

Baldeweg, S. E.–Golay, A.–Natali, A. 2000: Insulin resistance, lipid and fatty acid concentrations in 867 healthy Europeans: European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). Eur. J. Clin. Invest. **30.** p. 45–52.

Bálint S. 1973: Karácsony, húsvét, pünkösd. Szent István Társulat, Budapest.

Bálint S. 1977: Ünnepi kalendárium I–II. Szent István Társulat, Budapest.

Ballagi M. 1873: A magyar nyelv teljes szótára I-II. Heckenast G., Pest. (Hasonmás: Nap Kiadó, Budapest. 1998)

Balla Cs. 2007: Gyorsfagyasztott gyümölcstermékek. In: (szerk.: Barta J.) A gyümölcsfeldolgozás technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 98–112.

Ballard, J. 1998: Some significant apple breeding stations around the world. Special report. Pacific Northwest Fruit Tester's Association. Selah, Washington. p. 24.

Ban, Y.–Honda, C.–Hatsuyama, Y.–Igarashi, M.–Bessho, H.–Moriguchi, T. 2007: Isolation and functional analysis of a MYB transcription factor gene that is a key regulator for the development of red coloration in apple skin. Plant Cell Physiol. **48.** p. 958–970.

Bancroft, I. 2001: Duplicate and diverge: the evolution of plant genome microstructure. Trends Genet. **17.** p. 89–93.

Bangerth, F. 1997: Can regulatory mechanism in fruit growth and development be elucidated through the study of endogenous hormone concentrations? Acta Hortic. **463.** p. 77–87.

Banks, N. H.–Nicholson, S. E. 2000: Internal atmosphere composition and skin permeance to gases of pepper fruit. Postharvest Biol. Technol. **18.** p. 33–41.

Barbaroux, C.–Bréda, N.–Dufrêne, E. 2003: Distribution of above-ground and below-ground carbohydrate reserves in adult trees of two contrasting broad-leaved species (*Quercus petraea* and *Fagus sylvatica*). New Phytol. **157.** p. 605–615.

Barbieri, M.–Belfanti, E.–Tartarini, S.–Vinatzer, B. A.–Sansavini, S.–Silfverberg-Dilworth, E.–Gianfranceschi, L.–Hermann, D.–Patocchi, A.–Gessler, C. 2003: Progress of map-based cloning of the Vf-resistance gene and functional verification: preliminary results from expression studies in transformed apple. HortScience **38.** p. 329–331.

Bárczi G.–Országh L. 1959: Magyar nyelv értelmező szótára (MNyÉSz) **1**. Akadémiai Kiadó, Budapest.
Barden, J. A. 1974: Net photosynthesis, dark respiration, specific leaf weight and growth of young apple trees as influenced by light regime. J. Amer. Soc. Hortic. Sci. **99.** p. 547–551.
Barden, J. A.–Neilsen, G. H. 2003: Selecting the orchard site. p. 237–265; in: Ferree, D. C.–Warrington, I. J. (eds.): Apples: Botany, production and uses. CABI Publishing, Wallingford, UK.
Bartal A. 1901: Glossarium Mediae Et Infimae Latinitatis Regni Hungariae. MTA, Budapest.
Bartha T. (szerk.) 1995: Keresztyén Bibliai Lexikon (KBL) II. Kálvin Kiadó, Budapest.
Batra, L. R. 1991: World species of *Monilinia* (Fungi): Their ecology, biosystematics and control. Mycologia Memoir **16.** J. Cramer Press, Berlin.
Bauhin, J. 1650: Historia plantaorum universalis. F. L. Agraffenfield, Ebrodum.
Beck, C. B. 2010: An introduction to plant structure and development. Plant anatomy for the twenty-first century. Cambridge University Press, Cambridge.
Bél M. 1984: Magyarország népének élete 1730 táján. ford. Wellmann I. Gondolat, Budapest.
Belfanti, E.–Silfverberg–Dilworth, E.–Tartarini, S.–Patocchi, A.–Barbieri, M.–Zhu, J.–Vinatzer, B. A.–Gianfranceschi, L.–Gessler, C.–Sansavini, S. 2004: The HcrVf2 gene from a wild apple confers scab resistance to a transgenic cultivated variety. P. Natl. Acad. Sci. USA. **101**. p. 886–890.
Bellini, E.–Giordani, E.–Gianelli, G.–Picardi, E. 2007: Be Le Specie legnose da Frutto Liste dei caratteri descerittivi. Arsia, Firenze.
Bénaouf, G.–Parisi, L. 2000: Genetics of host-pathogen relationships between *Venturia inaequalis* races 6 and 7 and *Malus* species. Phytopathology. **90**(3) p. 236–242.
Benedek P. 2002: Rovarmegporzás. p. 25–53. in: Nyéki J.–Soltész M.–Szabó Z. (szerk.): Fajtatársítás a gyümölcsültetvényekben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
Benedek, P.–Nyéki, J. 1996: Fruit set of selected self-fertile and self-sterile fruit cultivars as affected by the duration of insect pollination. Acta Hortic. **423.** p. 57–63.
Benedek P.– Soltész M.– Nyéki J.–Szabó Z. 1989: Almafajták virágainak rovarmegporzást befolyásoló tulajdonságai. Kertgazdaság **21**(6) p. 41–64.
Benford, D. J.–Dinovi, M.–Schlatter, J. 2006: Safety Evaluation of Certain Food Additives: Steviol Glycosides. WHO Food Ad (JECFA) **54.** p. 140.
Benkő L. (szerk.) 1967–1970: Magyar nyelv történeti etimológiai szótára (MNyTESz). I–II. Akadémiai Kiadó, Budapest.
Bereczki M. 1869: Az almárfélék rendszere. Kertészgazda. 1869. 95.
Bereczki M. 1877–1887: Gyümölcsészeti vázlatok. Gyulai Nyomda, Arad. p. 1–4.
Bereczki M. 1882: Gyümölcsészeti vázlatok. II. Kötet. Nyomtatott Gyulai Istvánnál, Arad.
Bereczki M. 1877–1887. Gyümölcsészeti vázlatok. Réthy és Gyulai, Arad. p. 20–24.
Bereczki M. 1884. Gyümölcsészeti vázlatok III. kötet. Nyomtatott Gyulai Istvánnál, Arad.
Bereczki M. 1886: Gyümölcsészeti vázlatok. I. Kötet. Második kiadás. Nyomtatott Gyulai Istvánnál, Arad.
Bereczki M. 1887: Gyümölcsészeti vázlatok. IV. Kötet. Nyomtatott Gyulai Istvánnál, Arad.
Berrár J.–Károly S. (szerk.) 1984: Régi magyar glosszárium. Akadémiai Kiadó, Budapest.
Bertsch, K.–Bertsch, F. 1949: Geschichte unserer Kulturpflanzen. Wissenschaftliche Verlag, Stuttgart.
Beythe A. 1595: Fives könüv. Manlius János, Németújvár.
Beythe I. 1584: Stirpium nomenclator Pannonicus. Chr. Pantini, Antwerpiae.
Biblia (szerk. és ford. Gál F.–Kosztolányi I. –Ruzsicsky É.) 1976: Szent István Társulat, Budapest.
Biebl, R.–Germ, H. 1967: Praktikum der Planzenanatomie. Zweite Auflage. Springer-Verlag, Wien – New York.
Biedermann H. 1996: Szimbólum-lexikon. Corvina Kiadó, Budapest.
Bielig, H. J.–Faethe, W.–Fuchs, G.–Koch, J.–Wallrauch, S.–Wucherpfennig, K. 1987: RSK-Values. The Complete Manual. Verlag Flüssiges Obst GmbH, Schönborn.
Billy, L.–Mehinagic, E.–Royer, G.–Renard, C.–Arvisenet, G.–Prost, C.–Jourjon, F. 2008: Relationship between texture and pectin composition of two apple cultivars during storage. Postharvest Biol. Tec. **47.** p. 315–324.
Bladvalter, M. 2012: Präsentation aller Apfelclubsorten. Obstbau-Weinbau. **1.** p. 10–13.
Blanke, M. M. 1993: Stomata of currant fruits. Angew. Bot. **67.** p. 1–2.
Blanke, M. M.–Lenz, F. 1989: Fruit photosynthesis – a review. Plant Cell Environ. **12.** p. 31–46.
Blanpied, G. D.–Ben-Davis, S. 1970: A New York study of 'MacIntosh' apple optimum harvest dates. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **95.** p. 151–154.
Blanpied, G. D.–Silsby, K. J. 1992: Predicting harvest date window for apple. Information Bulletin 221. Cornell Cooperative Extension Publication, Ithaca, New York, USA. p. 12.
Blasse, W.–Hoffmann, S. 1992: Phanologische Untersuchungen an Sorten von Apfel, Birne und Quitte. Erwerbsobstbau **34.** p. 140–144.

BLAZEK, J.–KRELINOVÁ, J. 2011: Tree growth and some other characteristics of new columnar apple cultivars bred in Holovousy, Czech Republic. Hort. Sci., Prague. **38**(1) p. 11–20.

BLAZOVICH L.–SCHMIDT J. 2001: Buda város jogkönyve I-II. SzKkK, Szeged.

BLÁZOVICS A. 2006: A redox–homeosztázis változása és az antioxidánsok jelentősége máj- és bélbetegségekben. MTA tézisek.

BLÁZOVICS A. 2007a: Redox homeostasis, bioactive agents and transduction therapy, Curr. Signal Transduction Ther. Bentham Science Publisher. **2.** p. 226–239.

BLÁZOVICS A. 2007b: Coeliakia Konszenzus Konferencia, beszámoló Magyar Belorvosi Archivum **60.** p. 315–317.

BLÁZOVICS A.–HAGYMÁSI K.– PRÓNAI L. 2004: Citokinek, prosztaglandinok, nutritív és nem nutritív faktorok gyulladásos bélbetegségekben. Orvosi Hetilap. **145**(50). p.19–25.

BLÁZOVICS A.–SZENTMIHÁLYI K.–LUGASI A.–BALÁZS A.–HAGYMÁSI K.–BÁNYAI É.–THEN M.–RAPAVI E.–HÉTHELYI É. 2003: *In vitro* Analysis of the Properties of Beiqishen Tea. Basic nutritional investigation. Nutr. **19.** p. 869–875.

BODOR P. 1812: Eladó válogatott gyümöltsfa-oltványok lajstroma. Kolozsvár.

BODOR P. 2009: Betegség-ellenálló almafajták és fajtajelöltek virágzás-fenológiai és termékenyülés-biológiai sajátosságai. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.

BODOR P.–GAÁL M.–TÓTH M. 2008: Metaxenia in apples cv. Rewena, Relinda, Baujade as influenced by scab resistant pollinizers. Int. J. Hort. Sci. **14**(3) p. 11–14.

BODOR P.–TÓTH M. 2008: Floral phenology investigation of scab resistant apple varieties and multi-resistant candidates – bred in Hungary – in 2007–2008. Int. J. Hort. Sci. **14.** p. 7–10.

BOGSCH, J. 1793: Kurze und auf Erfahrung gegründete Anleitung nützliche Obstbäume und unentbehrliche Küchengewechse für bürgerliche Hauswirthe zu erziehen. Zweite Aufl. Wien.

BOHÁR GY.–ZSOVÁK-HANGYÁL R. 2004: Identification of phytoplasmas on pomaceoous fruit tree species in Hungary. Acta Hortic. **657.** p. 443–448.

BOLHAAR, S. T. H. P.–ZUIDMEER, L.–MA, Y.–FERREIRA, F.–BRUIJNZEEL-KOOMEN, C. A. F. M.–HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K.–VAN REE, R.–KNULST, A. C. 2005: A mutant of the major allergen, Mal d 1, demonstrating hypo-allergenicity in the target organ by double-boind placebo-controlled food challenge. Clin. Exp. Allerg. **35.** p. 1638–1644.

BORDEIANU, T.–CONSTANTINESCU, N.–PÉTERFI, S.–STEFAN, N.–ANGHEL, G.–COSTETCH, M.–CVASNII, D.–MIRON, G.–OROS, F.–POMPEIUS, E.–TRANDAFIR, V. 1964: Pomologia Republicii Populare Romane. II. Acad. R. P. R., Bukarest.

BORHIDI A. 1998: A zárvatermők fejlődéstörténeti rendszertana. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. p. 486.

BORRELLO, M. A. 1984: The Lagozza culture (3rd millennium B. C.) in Nothern and Central Italy. Stud. Archeol. 3., Inst. Univ. Bergamo.

BOSKOVIC, R.–TOBUTT, K. R. 1999: Correlation of stylar ribonuclease isoenzymes with incompatibility alleles in apple. Euphytica **107.** p. 29–43.

BOUDET, A. M. 2007: Evolution and current status of research in phenolic compounds. Phytochemistry **68.** p. 2722–2735.

BOUDICHEVSKAIA, A.–FLACHOWSKY, H.–PEIL, A.–FISCHER, C.–DUNEMANN, F. 2006: Development of a multiallelic SCAR marker for the scab resistance gene Vr1/Vh4/Vx from R12740-7A apple and its utility for molecular breeding. Tree Genet. Genomes **2.** p. 186–195.

BOURGEAU, F. 1849: Flora du centrede la France. **2.** Paris.

BOURNIVAL, B. L.–KORBAN, S. S. 1987: Electrophoretic analysis of genetic variability in the apple. Sci. Hortic. Amsterdam **31.** p. 233–243.

BOWEN, J. K.–MESARICH, C. H.–BUS, V. G. M.–BERESFORD, R. M.–PLUMMER, K. M.–TEMPLETON, M. D. 2011: *Venturia inaequalis*: the causal agent of apple scab. Mol. Plant Pathol. **12.** p. 105–122.

BOYER, J.–LIU, R. H. 2004: Apple phytochemicals and their health benefits. Nutr. J. 3. http://www.nutritionj.com/content/3/1/5

BRAUN, W–LEMAN, A–TAUBERT, H. (1967): Pflanzenanatomisches Praktikum. Zur Einführung in die Anatomie der Vegetationsorgane der höheren Pflanzen (Spermatophyta). Gustav Fischer Verlag, Jena.

BRAVDO, B. A. 1986: Effect of environmental factors on leaf photosynthesis, leaf resistance and yield of apples and palm dates. in: LAKSO, A. N.–LENZ, F. (eds.): The regulation of photosynthesis in fruit trees. p. 75–79. Special Publication, NY State Agr. Exp. Sta., Geneva.

BROOKFIELD, P.–MURPHY, P.–HARKER, R.–MACRAE, E. 1997: Starch degradation and starch pattern indices; interpretation and relationship to maturity. Postharvest Biol. Technol. **11.** p. 23–30.

BROOTHAERTS, W. B. 2003: New findings in apple S-genotype analysis resolve previous confusion and request the re-numbering of some S-alleles. Theor. Appl. Genet. **106.** p. 703–714.

BROOTHAERTS, W.–JANSSENS, G. A.–PROOST, P.–BROEKAERT, W. F. 1995: cDNA cloning and molecular analysis of two self-incompatibility alleles from apple. Plant Mol. Biol. **27.** p. 499–511.

BROOTHAERTS, W.–KEULEMANS, J.–NERUM, I. 2004a: Self-fertile apple resulting from S-RNase gene silencing. Plant Cell Rep. **22.** p. 497–501.

BROOTHAERTS, W.–VAN NERUM, I. 2003: Apple self-incompatibility genotypes: an overview. Acta Hortic. **622.** p. 379–387.

BROOTHAERTS, W.–VAN NERUM, I.–KEULEMANS, J. 2004b: Update on and review of the incompatibility (S-) genotypes of apple cultivars. HortScience **39.** p. 943–947.

BROWN, A. G. 1975. Apples. p. 3–37. in: JANICK, J.–MOORE, J. N. (eds.). Advances in fruit breeding. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana.

BROWN, S. K.–MALONEY, K. E. 2003: Genetic improvement of apple: breeding, markers, mapping and biotechnology. p. 31–60. in: FERREE, D. C.–WARRINGTON, I. J. (eds): Apples. Botany, production and uses. CABI Publishing, Cambridge.

BRÓZIK S. 1957: Fenológia. In: BRÓZIK S.–RÉGIUS J. : Termesztett gyümölcsfajtáink I. Almástermésűek. p. 13–18.

BRÓZIK S.–NYÉKI J. 1974: Fenológia. in: GYŰRÓ F. (szerk.): A gyümölcstermesztés alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 299–318.

BRÓZIK S.–NYÉKI J. 1975: Gyümölcstermő növények termékenyülése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

BRÓZIK S.–REGIUS J. 1957: Termesztett gyümölcsfajtáink I. Almástermésűek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

BRÓZIK S.–RÉGIUS, J. 1959. Termesztett gyümölcsfajtáink. Almástermésűek. Alma. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

BRUNDRETT, M. C. 2002: Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. New Phytol **154.** p. 275–304.

BRUNNER T. 1990: Kis fákon nagy termés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

BUBÁN T. 1968: A rügyek tenyészőkúpjának hisztokémiai vizsgálata az alma virágzatkezdeményeinek kialakulásakor. Bot. Közl. **55**(4) p. 257–260.

BUBÁN T. 1974: Növekedés és virágrügyképződés. in: GYŰRÓ, F. (szerk.): A gyümölcstermesztés alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 319–354.

BUBÁN T. 1980: Gyümölcstermő növények virágképződése. p. 10–24; in: NYÉKI J. (szerk.): Gyümölcsfajták virágzásbiológiája és termékenyülése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

BUBÁN T. 1984: Virágrügy képződés, virágfejlődés, megtermékenyülés. in: PETHŐ F. (szerk.): Alma. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 172–197.

BUBÁN T. 1991: A gyümölcsfák termőképességének egyes tényezői és a szabályozás lehetősége. Doktori értekezés. Újfehértó.

BUBÁN T. 1996: Flower development and formation of sexual organs. p. 3–54; in: NYÉKI J.–SOLTÉSZ M. (eds.): Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits. Akadémiai Kiadó, Budapest.

BUBÁN T. 1998: A gyümölcstermő növények növekedési tulajdonságai. p. 75–97. in: SOLTÉSZ M. (szerk.): Gyümölcsfajtaismeret és -használat. Mezőgazda Kiadó, Budapest

BUBÁN T. 2001: Virágrügyképződés. in: SOLTÉSZ M. 2001. (szerk.): Integrált gyümölcstermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 332–352.

BUBÁN T. 2002: A virágképződés és gyümölcskötődés hormonális tényezői. p. 54–71; in: NYÉKI J.–SOLTÉSZ M.–SZABÓ Z. (szerk.): Fajtatársítás a gyümölcsültetvényekben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

BUBÁN T. 2003: A gyümölcstermő növények fejlődésének egyes sajátosságai. in: PAPP J. (szerk.): Gyümölcstermesztési alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 126–157.

BUBÁN T.–FAUST M. 1982: Flower bud induction in apple trees: Internal control and differentiation. Hortic. Rev. **4.** p.174–202.

BUBÁN T.–HESEMANN C. U. 1979: Cytochemical investigations of the shoot apex of apple trees. I. Acta Bot. Hung. **25**(1–2) p. 53–62.

BUBÁN T.–KÖKÉNDYNÉ INÁNTSY I. 1980: Ivarsejtek képződése, megtermékenyülés, emriófejlődés. in: NYÉKI J. (szerk.): Gyümölcsfajták virágzásbiológiája és termékenyülése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 25–33.

BUBÁN T–ZELLER O. 1975: Ultraviolet fluorescence microscopy of starch grains in shoot tips of untreated and morphactin-treated apple trees. Acta Bot. Hung. **21**(1–2) p. 1–7.

BUCHANAN, B.–GRUISSEM, W.–JONES, R. (EDS.) 2002: Biochemistry & Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists. Rockville, Maryland (USA)

BUDAGOVSZKIJ, V. I. 1973: Szlaboroszlije podvoji jablonyi i intenszifikacija plodovodsztva. Veszt. Szel. hoz Nauki, Moszkva **7.** p. 66–72.

BULLEY, S. M.–WILSON, F. M.–HEDDEN, P.–PHILLIPS, A. L.–CROKER, S. J.–JAMES, D. J. 2005: Modification of gibberellin biosynthesis in the grafted apple scion allows control of tree height independent of the rootstock. Plant Biotechnol. J. **3.** p. 215–223.

BURR, T. J.–HURWITZ, B. 1981: Sesonal susceptibility of Mutsu apples to *Pseudomonas syringae* pv. *papulant.* Plant Dis. Rep. **65.** p. 334–336.

BURR, T. J.–KATZ, B. 1984: Overwintering and distribution pattern of *Pseudomonas syringae* pv. *papulans* and *Pseudomonas syringae* pv *syringae* in apple buds. Plant Dis. Reporter **68.** p. 83–385.

BUS, V. G. M.–CHAGNÉ, D.–BASSETT, H.–BOWATTE, D.–CALENGE, F.–CELTON, J. M.–DUREL, C. E.–MALONE, M.–PATOCCHI, A.–RANATUNGA, A.–RIKKERINK, E.–TUSTIN, D.–ZHOU, J.–GARDINER, S. 2008: Genome mapping of three major resistance genes to woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum* Hausm.). Tree Genet. Genomes **4.** p. 223–236.

BUS, V. G. M.–ESMENJAUD, D.–BUCK, E.–LAURENS, F. 2009: Application of genetic markers in Rosaceous crops; in: FOLTA, K. M.–GARDINER, S. E.: Genetics and Genomics of Rosaceae. Springer, New York. p. 563–599.

BUS, V. G. M.–RIKKERINK, E.–ALDWINCKLE, H. S.–CAFFIER, V.–DUREL, E.–GARDINER, S.–GESSLER, C.–GROENWOLD, R.–LAURENS, F.–CAM, B. L.–LUBY, J.–MEULENBROEK, B.–KELLERHALS, M.–PARISI, L.–PATOCCHI, A.–LUMMER, K.–SCHOUTEN, H. J.–TARTARINI, S.–VAN DE WEG, W. E. 2009: A proposal for the nomenclature of *Venturia inaequalis* races. Acta Hortic. **814.** p. 739–746.

BUS, V. G. M.–RIKKERINK, E. H. A.–CAFFIER, V.–DUREL, C. E.–PLUMMER, K. M. 2011: Revision of the nomenclature of the differential host–pathogen interactions of *Venturia inaequalis* and Malus. Annu. Rev. Phytopathol. **49.** p. 391–433.

BUS, V. G. M.–RIKKERINK, E. H. A.–VAN DE WEG, W. E.–RUSHOLME, R. L.–GARDINER, S. E.–BASSETT, H. C. M.–KODDE, L. P.–PARISI, L.–LAURENS, F. N. D.–MEULENBROEK, E. J.–PLUMMER, K. M. 2005: The Vh2 and Vh4 scab resistance genes in two differential hosts derived from Russian apple R12740-7A map to the same linkage group of apple. Mol Breed. **15.** p. 103–116.

BUS, V. G. M.–VAN DE WEG, W. E.–PEIL, A.–DUNEMANN, F.–ZINI, E.–LAURENS, F. N. D.–BLAZEK, J.–HANKE, V.–FORSLINE, P. L. 2012: The role of Schmidt 'Antonovka' in apple scab resistance breeding. Tree Genet. Genomes **8.** p. 627–642.

BUSTAN, A.–GOLDSCHMIDT. E. E. 1999: Examination of 'hierarchical' and 'proportional' dry matter partitioning models with potted citrus trees. Acta Hortic. **499.** p. 81–90.

CABE, P. R.–BAUMGARTEN, A.–ONAN, K.–LUBY, J. J.–BEDFORD, D. S. 2005: Using microsatellite analysis to verify breeding records: a study of 'Honeycrisp' and other cold-hardy apple cultivars. HortScience **40.** p. 15–17.

CALU, M.–BONCIU, C.–TOFAN, I. 2009: Mineral content of apples stored in refrigeration conditions and controlled atmosphere conditions respectively for 6 months. J. Agroalim. Process. Tec. **15.** p. 245–248.

CAMPBELL, C. S.–EVANS, R. C.–MORGAN, D. R.–DICKINSON, T. A.–ARSENAULT, M. P. 2007: Phylogeny of subtribe *Pyrinae* (formerly the Maloideae, Rosaceae): Limited resolution of a complex evolutionary history. – Pl. Syst. Evol. **266.** p. 119–145.

CATO, M. P. 1966: A földművelésről. ford. KUN J. Akadémiai Kiadó, Budapest.

CHAGNÉ, D.–CARLISLE, C. M.–BLOND, C.–VOLZ, R. K.–WHITWORTH, C. J.–ORAGUZIE, N. C.–CROWHURST, R. N.–ALLAN, A. C.–ESPLEY, R. V.–HELLENS, R. P.–GARDINER, S. E. 2007: Mapping a candidate gene (MdMYB10) for red flesh and foliage colour in apple. BMC Genomics **8.** p. 212.

CHAGNÉ, D.–KRIEGER, C.–RASSAM, M.–SULLIVAN, M.–FRASER, J.–ANDRÉ, C.–PINDO, M.–TROGGIO, M.–GARDINER, S. E.–HENRY, R. A.–ALLAN, A. C.–MCGHIE, T. K.–LAING, W. A. 2012a: QTL and candidate gene mapping for polyphenolic composition in apple fruit. BMC Plant Biol **12.** p. 12.

CHAGNÉ, D.–LIN-WANG, K.–ESPLEY, R. V.–VOLZ, R. K.–HOW, N. M.–ROUSE, S.–BRENDOLISE, C.–CARLISLE, C. M.–KUMAR, S.–DESILVA, N.–MICHELETTI, D.–MCGHIE, T.–CROWHURST, R. N.–STOREY, R. D.–VELASCO, R.–HELLENS, R. P.–GARDINER, S. E.–ALLAN, A. C. 2012b: An ancient duplication of apple MYB transcription factors is responsible for novel red fruit-flesh phenotypes. Plant Physiol. pp.112.206771

CHAMPAGNAT, P. 1983. Bud dormancy, correlation between organs, and morphogenesis in woody plants. Soviet Plant Physiol. **30.** p. 458–471.

CHEN, X.–FENG, T.–ZHANG, Y.–HE, T.–FENG, J. –ZHANG, C. 2007: Genetic diversity of volatile components in xinjiang wild apple (*Malus sieversii*). J. Gen. Genom. **34.** p. 171–179.

CHEN, L.–ZHANG, S.–ILLA, E.–SONG, L.–WU, S.–HOWAD, W.–ARÚS, P.–VAN DE WEG, E.–CHEN, K.–GAO, Z. 2008: Genomic characterization of putative allergen genes in peach/almond and their synteny with apple. BMC Genomics **9.** p. 543.

CHENG, F.–WEEDEN, N.–BROWN, S. 1996: Identification of co-dominant RAPD markers tightly linked to fruit skin color in apple. Theor. Appl. Genet. **93.** p. 222–227.

CHENG, J. H.–HAN, Z. H.–XU, X. F.–LI, T. Z. 2006: Isolation and identification of the pollen-expressed polymorphic F-box genes linked to the S-locus in apple (*Malus × domestica*). Sex. Plant Reprod. **19.** p. 175–183.

CHENG, L.–LUO, X. 1997: Diurnal and seasonal stomatal regulation of water use efficiency in leaves of field-grown apple trees. Acta Hortic. **451.** p. 375–382.

CHENG, L.–ZHOU, R.–REIDEL, E. J.–SHARKEY, T. D.–DANDEKAR, A. M. 2005: Antisense inhibition of sorbitol synthesis leads to up-regulation of starch synthesis without altering CO_2 assimilation in apple leaves. Planta. **220.** p. 767–776.

CHEVREAU, E.–LESPINASSE, Y.–GALLET, M. 1985: Inheritance of pollen enzymes and polyploid origin of apple (Malus × domestica Borkh.). Theor. Appl. Genet. **71.** p. 268–277.

CHILDERS, N. F. 1983: Modern fruit science. Horticultural Publications. Gainesville, Florida.

CHOUREY, P. S.–BERÜTER, J. 1985: Sugar accumulation and changes in the activities of related enzymes during development of the apple fruit. J. Plant Physiol. **121.** p. 331–341.

CHURCH, R. M –WILLIAMS, R. R. 1983: Comparison of the compatibility and metaxenia effects of several dessert apple and ornamental *Malus* cultivars with Cox's Orange Pippin. J. Hort. Sci. **58.** p. 343–347.

CLIJSTER, H. 1999: On the photosynthetic activity of developing apple fruit. Qual. Plant Mater. Veg. **19.** p. 129–140.

CLINE, M. G. 1997: Concepts and terminology of apical dominance. Amer. J. Bot. **84(9)** p. 1064–1069.

CLUSIUS, C. 1583a: Stirpium nomenclator Pannonicus. MANLIUS János, Németújvár.

CLUSIUS, C. 1583b: Rariorum aliquot stirpium Pannoniam, Austriam et vicinas quasdam Provincias Observatarum Historia Antverpiae.

COART, E.–VAN GLABECKE, S.–DE LOOSE, M.–LARSEN, A. S.–ROLDÁN-RUIZ, I. 2006: Chloroplast diversity in the genus *Malus*: new insights into the relationship between the European wild apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) and the domesticated apple (*Malus domestica* Borkh.). Molecular Ecology. **15.** p. 2171–2182.

COKER, E. G. 1958: Root studies. XII. Root systems of apple on Malling rootstocks on five soil series. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **34.** p.111–121.

COLUMELLA, L. J. M. 2005: A mezőgazdaságról. ford. HOFFMANN Zs. Lectum Kiadó, Szeged.

CONNER, P. J.–BROWN, S. K.–WEEDEN, N. F. 1998: Molecular-marker analysis of quantitative traits for growth and development in juvenile apple trees. Theor. Appl. Genet. **96.** p. 1027–1035.

COOK, N. C.–BELLEN, A.–CRONJE, P. J. R.–DE WIT, I.–KEULEMANS, W. –VAN DEN PUTTE, A.–STEYN, W. 2005: Freezing temperature treatment induces bud dormancy in 'Granny Smith' apple shoots. Sci. Hortic. **106.** p. 70–176.

COOKE, M.–EVANS, M. D.–HERBERT, K.E.–LUNEC, J. 2000: Urinary 8-oxo-2'-deoxyguanosine: source significance and supplements, Free Radic. Res. **32.** p. 381–397.

CORDUS, V. 1561: Historia plantarum. Paris.

CORELLI-GRAPPADELLI, L.–LAKSO, A. N. 2007: Is maximizing orchard light interception always the best choice? Acta Hortic. **732.** p. 507–518.

CORELLI-GRAPPADELLI, L.–MAGNANINI, E. 1993: A whole-tree system for gas-exchange studies. HortScience **28.** p. 41–45.

CORNILLE, A.–GLADIEUX, P.–SMULDERS, M. J. M.–ROLDÁN-RUIZ, I.–LAURENS F.–LE CAM. B. NERSESYAN, A.–CLAVEL, J.–OLONOVA, M.–FEUGEY, L.–IVAN, G.–XIU-GUO-ZHANG, G.–TENAILLON, M. I– GIRAUD, T. 2012: New Insight into the History of Domesticated Apple: Secondary Contribution of the European Wild Apple to the Genome of Cultivated Varieties. PLoS Genet. **8.** p. 5. e1002703. doi:10.1371/journal.pgen.1002703

CRASSWELLER, R. M.– GREENE, G. M. 2003: Production and Handling Techniques for processing apples. p. 615–633; in: FERREE, D. C.–WARRINGTON, I. J. (eds.): Apples. Botany, production and uses. CABI Publishing, Cambridge, USA.

CROSBY, J. A.–JANICK, J.–PECKNOLD, P. C.–KORBAN, S. S.–O'CONNOR, P. A.–RIES, S. M.–GOFFREDA, J.–VOORDECKERS, A. 1992: Breeding apples for scab resistance: 1945–1990. Fruit Var. J. **46**(3) p. 145–166.

CUADRA, P.–HARBORNE, J. B.–WATERMAN, P. G. 1997: Increases in surface flavonols and photosynthetic pigments in *Gnaphalium luteo–album* in response to UV–B radiation. Phytochem. **45.** p. 1377–1383.

CUIZHI, G.–SPONGBERG, S. A. 2003: *Malus* Miller. – In Flora of China. **9.** p.179–189. (WU, Z.–RAVEN, P. H. eds.). Science Press, Beijing.

CUMMINS, J. N.–ALDWINCKLE, H. S. 1982. New and forthcoming apple rootstocks. Fruit Var. J. **36.** 66–73.

CUMMINS, J. N.–ALDWINCKLE, H. S. 1983: Breeding apple rootstocks. in JANICK, J. Ed. Plant Breeding Rewiews, AVI Publishing Westpoert, CT. 294–394.

CUMMINS, J. N.–NORTON, R. L. 1974. Apple rootstock problems and potentialities, Plant Sciences. Pomology and Viticulture (Geneva), **15.** (41). New Yorks Food and Life Sciences Bulletin.

CZUCZOR G.–FOGARASI J. 1862–1865: A magyar nyelv szótára I–III. Athenaeum, Pest.

CZYNCZYK, A. 1981: The effect of interstocks of M. 9 and B. 9 on the field performance of three apple cultivars. Acta Hortic. **114.** p. 193–197.

CSIGAI K.–HROTKÓ K. 2007: Effect of rootstocks and in-row spacing on growth and yield in early years of Jonica and Gala Must apple trees. Acta Hortic. **732.** p. 475–480.

DADPOUR, M.–MOVAFEGHI, A.–GRIGORIAN, W.–OMIDI, Y. 2011: Determination of floral initiation in *Malus domestica*: a novel morphogenetic approach. Biol. Plantarum **55**(2) p. 243–252.

DAI, N.–COHEN, S.–PORTNOY, V.–TZURI, G.–HAREL-BEJA, R.–POMPAN-LOTAN, M.–CARMI, N.–ZHANG, G.–DIBER, A.–POLLOCK, S.–KARCHI, H.–YESELSON, Y.–PETREIKOV, M.–SHEN, S.–SAHAR, U.–HOVAV, R.–LEWINSOHN, E.–TADMOR, Y.–GRANOT, D.–OPHIR, R.–SHERMAN, A.–FEI, Z.–GIOVANNONI, J.–BURGER, Y.–KATZIR, N.–SCHAFFER, A. A. 2011: Metabolism of soluble sugars in developing melon fruit: a global transcriptional view of the metabolic transition to sucrose accumulation. Plant Mol. Biol. **76**. p. 1–18.

DANTE, A. 1965: Isteni színjáték ford. Babits M. Magyar Helikon, Budapest.

DAVARY-NEJAD, G. H.–NYÉKI J.–SZABÓ Z. 1993a: Microphenology of flowering in two apple varieties. Acta Agronom. Hung. **42**(3–4) p. 215–226.

DAVARY-NEJAD, G. H.–SZABÓ Z.–NYÉKI J.–BENEDEK P. 1993b: Almafajták virágtulajdonságai és méhmegporzása. Kertgazdaság. **25**(2) p. 73–88.

DAVEY, M. W.–KENIS, K.–KEULEMANS, J. 2006: Genetic control of fruit vitamin C contents. Plant Physiol. **142**. p. 343–351.

DÁVID A. 1927: Bábel és Assur. Szent István Társulat, Budapest.

DAYTON, D. F. 1977: Genetic immunity to apple mildew incited by *Podosphaera leucotricha*. HortScience **12**. p. 225–226.

DE CANDOLLE, A. 1894: Termesztett növényeink eredete. KMTT, Budapest.

DE NETTANCOURT, D., 2001: Incompatibility and incongruity in wild and cultivated plants. Springer-Verlag, New York.

DEBRECZENI B.-NÉ–SÁRDI K. 1999: A tápelemek és a víz szerepe a növények életében. in: FÜLEKY, Gy. (szerk): Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 30–89.

DEFILIPPI, B. G.–KADER, A. A.– DANDEKAR, A. M. 2005: Apple aroma: alcohol acyltransferase, a rate limiting step for ester biosynthesis, is regulated by ethylene. Plant Sci. **168**. p. 1199–1210.

DENCKER, I.–HANSEN, P. 1994: Flower initiation and node development of axillary buds, growth partitioning, and bleeding sap production of young apple trees as affected by fertigation. J. Hort. Sci. **69**(5) p. 869–876.

DENNIS, F. G. JR. 1994: Dormancy – What we know and don't know. HortScience **29**. p. 1249–1255.

DENNIS, F. G. JR. 2003: Flowering, pollination and fruit set and development. p. 153–166; in: FERREE, D. C.–WARRINGTON, I. J. (eds.): Apples: Botany, production and uses. CAB International. Wallingford, UK.

DENNIS, F. G. JR.–NEILSEN, J. C. 1999: Physiological factors affecting biennial bearing in tree fruit: the role of seeds in apple. HortTechn. **9**. p. 317–322.

DIBUZ E.–RACSKÓ J.–NYÉKI J.–SZABÓ Z. 2008: Flower morphology of some temperate zone fruit species. p. 19–39. in: NYÉKI J.–SOLTÉSZ M.–SZABÓ Z. (eds). Morphology, biology and fertility of flowers in temperate zone fruits. Akadémiai Kiadó, Budapest.

DIEL, A. F. A. 1833: Systematisches Verzeichniss der vorzüglichsten in Deutschland vorhandenen Obstsorten. Frankfurt.

DIÑEIRO GARCÍA, Y.–VALLES, B.E.–PICINELLI LOBO, A. 2009: Phenolic and antioxidant composition of by-products from the cider industry: Apple pomace. Food Chem. **117**. p. 731–738.

DIÓS I. (szerk.) 1993: Katolikus lexikon I. Szent István Társulat, Budapest.

DIÓSZEGI S.–FAZEKAS M. 1807: Magyar Füvész könyv. CSÁTHY GY., Debrecen.

DOBRÁNSZKI J.– JÁMBORNÉ BENCZÚR E.–REMÉNYI M. L. 2005: Citokininek hatása az almalevél szöveti szerkezetére. p. 78–85. in: JÁMBORNÉ BENCZÚR E.– DOBRÁNSZKI J. (szerk.): Kertészeti növények mikroszaporítása. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

DOUD, D. S.–FERREE, D. C. 1980a: Influence of altered light levels on growth and fruiting of mature 'Delicious' apple tres. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **105**. p. 325–328.

DOUD, D. S.–FERREE, D. C. 1980b: Influence of reflectant and shade material on light distribution in mature 'Delicious' apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **105**. p. 397-400.

DREESEN, R. G.–VANHOLME, B. M.–LUYTEN, K.–WYNSBERGHE, L.–FAZIO, G.–ROLDAN-RUIZ, I.–KEULEMANS, J. 2010: Analysis of Malus S-RNase gene diversity based on a comparative study of old and modern apple cultivars and European wild apple. Mol. Breed. **26**. p. 693–709.

DREMÁK P. 2011. Fagykárosodás az ökológiai és integrált technológiájú almaültetvényekben. Klíma-21 Füzetek. 64. p. 27–31.

DUBOIS, R. N. 2000: Review article: Cyclooxygenase a target for colon cancer prevention. Aliment. Pharmacol. Ther. **14**. p. 64–74.

DUNEMANN, F.–PEIL, A.–URBANIETZ, A.–GARCIA-LIBREROS, T. 2007: Mapping of the apple powdery mildew resistance gene Pl1 and its genetic association with an NBS-LRR candidate resistance gene. Plant Breeding. **126**. p. 476–481.

DUQUE, P.–ARRABACCA, J. D. 1999: Respiratory metabolism during cold storage of apple fruit. II. Alternative oxidase is induced at the climacteric. Physiol Plant. **107.** p. 24–31.

DUQUE, P.–BARREIRO, M.G. –ARRABACCA, J. D. 1999: Respiratory metabolism during cold storage of apple fruit. I. Sucrose metabolism and glycolysis. Physiol Plant. **107.** p. 14–23.

DZHANGALIEV, A. D. 2003: The Wild Apple Tree of Kazakhstan. – Hortic. Rev. (Am. Soc. Hortic. Sci.) **29.** p. 63–303.

DZHANGALIEV, A. D.–SALOVA, T. N.–TUREKHANOVA, P. M. 2003: The wild fruit and nut plants of Kazakhstan. Hortic. Rev. NY. **29.** p. 305–371.

EBERHARDT, M. V.–LEE, C. Y.–LIU, R. H. 2000: Nutrition: antioxidant activity of fresh apples. Nature **405.** p. 903–904.

EDWARDS, G. R.–NOTODIMEDJO, S. 1987: Defoliation, bending and tip pruning of apple under tropical conditions. Acta Hortic. **199.** p. 125–127.

EHRENDORFER, F. 1991: Evolution und Systematik. In: Strasburger, E.: Lehrbuch der Botanik. 33. Aufl. – Springer. p. 484–915.

EHRENKRANZ, J. R. L.–LEWIS, N. G.–KAHN, C. R.–ROTH, J. 2005: Phlorizin: a review. Diabetes Metab. Res. Rev. **21.** p. 31–38.

ELEK L. 1966: A gyümölcstermelés alakulása Magyarországon 1895–1959. Agrártört. Szemle **8.** p. 272–302.

ELEK L-né. 1982: Alma-, meggyfajták virágrügy szerveződése és fejlődése. Kandidátusi értekezés. Kertészeti Egyetem, Budapest.

ELEK-ERDEI, E. 1984: Flower-bud organization in apple varieties. Acta Agron. Hung. **35**(3–4) p. 197–206.

ELEKNÉ E. E. 1990: A virágrügyek differenciálódása. in: GYŰRÓ, F. (szerk.): Gyümölcstermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 131–137.

ÉLES Z. 1969. Gyümölcsfajták fajtafenntartó szelekciója. Kertgazdaság **1**(2) p. 39–56.

EMBER I.–NEMETH M.–KRIZBAI L.–KOLBER M.–SZAKÁL M.–BOTTI, S.–BERTACCINI, A.–BOHÁR GY.–ZSOVÁK-HANGYÁL R. 2004: Identification of phytoplasmas on pomaceoous fruit tree species in Hungary. Acta Hortic. **657.** p. 443–448.

ENGEL, G. 1977: Comparison of M9 clonal selections with respect to growth and cropping of three apple varieties. Acta Hortic. **75.** p. 163–167.

ENGEL, G. 1986: Virus-free and virus-tested M. 9 selections. Acta Hortic. **160.** p. 79–82.

ENTANI, T.–IWANO, M.–SHIBA, H.–CHE, F.-S.–ISOGAI, A.–TAKAYAMA, S. 2003: Comparative analysis of the self-incompatibility (S-) locus region of *Prunus mume*: identification of a pollen-expressed F-box gene with allelic diversity. Genes Cells **8**. p. 203–213.

ENTANI, T.–IWANO, M.–SHIBA, H.–TAKAYAMA, S.–FUKUI, K.–ISOGAI, A. 1999: Centromeric localization of an S-RNase gene in *Petunia hybrida* Vilm. Theor. Appl. Genet. **99.** p. 391–397.

ENTZ F. 1854, 1856–1859 Kertészeti füzetek. Pest. 15 füzet.

EPPO Bulletin 2006: Candidatus *Phytoplasma mali*. **36.** p. 121–125.

EREZ, A.–FISHMAN, S.–GAT, Z.–COUVILLON, G. A. 1988: Evaluation of winter climate for breaking bud rest using the dynamic model. Acta Hortic. **232.** p. 76–89.

ERSHADI, A.–TALAII, A. 2007: Identification of S-alleles in 40 apple (*Malus x domestica* BORKH) cultivars by allele-specific PCR amplification. Acta Hortic. **760**. p. 111–116.

ESCARPA, A.–GONZALEZ, M. 1998: High-performance liquid chromatography with diode-array detection for the performance of phenolic compounds in peel and pulp from different apple varieties. J. Chromat. A. **823.** p. 331–337.

ESPLEY, R. V.–BRENDOLISE, C.–CHAGNÉ, D.–KUTTY-AMMA, S.–GREEN, S.–VOLZ, R.–PUTTERILL, J.–SCHOUTEN, H. J.–GARDINER, S. E.–HELLENS, R. P.–ALLAN, A. C. 2009: Multiple repeats of a promoter segment causes transcription factor autoregulation in red apples. Plant Cell **21**(1) p. 168–183.

EVANS, K. E.–JAMES, C. J. 2003: Identification of SCAR markers linked to Pl-w mildew resistance in apple. Theor. Appl. Genet. **106**. p. 1178–1183.

EVANS, K. M.–FERNÁNDEZ, F.–GOVAN, C. 2009: Harmonising fingerprinting protocols to allow comparisons between germplasm collections-Pyrus. Acta Hortic. **814.** p. 103–106.

EVANS, R. C.–CAMPBELL, C. S. 2002: The origin of the apple subfamily (Maloideae; Rosaceae) is clarified by DNA sequence data from duplicated GBSSI genes. Am. J. Bot. **89**. p. 1478–1484.

EVERT, R. F. 1960. Floem structure in *Pyrus communis* L. and its seasonal changes. Univ. Calif. Publ. Bot. **32.** p. 127–196.

EVERT, R. F. 1963a: Ontogeny and the structure of the secondary phloem in *Pyrus malus*. Am. J. Bot. **50.** p. 8–37.

EVERT, R. F. 1963b: The cambium and seasonal development of the phloem in *Pyrus malus*. Am. J. Bot. **50.** 149–159.

EVERT, R. F. 2006: Esau's plant anatomy. Meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development. 3rd edition. Wiley-Interscience, USA.

FABY, R.–NAUMANN, W. D. 1986: Effects of defoliation of apple trees after harvest. II. Mineral and carbohydrate contents in shoots, crop yield. Gartenbauwissenschaf. **51.** p. 136–142.

FAEDI, W.–ROSATI, P. 1975: Indagini sur melo. 2. Jonathan, suoi mutanti e suoi incroci. Frutticoltura **36.** p. 41–48.

FAN, X.–MATTHEIS, J.–PATTERSON, M.–FELLMAN, J. 1995: Changes in amylose and total starch content in 'Fuji' apples during maturation. HortScience. **30.** p. 104–105.

FAOSTAT 2012: http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD

FARCZÁDY E.–SZABÓ T. A. 1961: Újabb adalékok a XVI. századi orvosi könyv kérdéséhez. Magyar Nyelv. **57**(2) p. 173–183.

FAUST, M. 1989: Physiology of temperate zone fruit trees. Wiley-Interscience, New York.

FELLER, A.–MACHEMER, K.–BRAUN, E. L.–GROTEWOLD, E. 2011: Evolutionary and comparative analysis of MYB and bHLH plant transcription factors. Plant J. **66.** p. 94–116.

FERNANDEZ, R. T.–PERRY, R. L.–FLORE, J. A.–MACLEAN, R. M. 1997: Photosynthesis, ^{14}C–photosynthate distribution and shoot and root growth of young apple trees on 3 rootstocks exposed to flooding. Acta Hortic. **451.** p. 351–351.

FERNÁNDEZ-RIVAS, M.–BOLHAAR, S.–GONZÁLEZ-MANCEBO, E.–ASERO, R.–VAN LEEUWEN, A.–BOHLE, B.–MA, Y.–EBNER, C.–RIGBY, N.–SANCHO, A. I.–MILES, S.–ZUIDMEER, L.–KNULST, A.–BREITENEDER, H.–MILLS, C.–HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K.–VAN REE, R. 2006: Apple allergy across Europe: how allergen sensitization profiles determine the clinical expression of allergies to plant foods. J. Allergy Clin. Immunol. **118.** p. 481–488.

FERREE, D. C.–WARRINGTON, I. J. (eds.) 2003: Apples: Botany, production and uses. CAB International. Wallingford, UK.

FERREE, D. C.–CARLSON, R. F. 1987: Apple rootstocks. in ROM-CARLSON: Rootstocks for fruit crops. John Wiley & Sons, New York. 107–143.

FICZEK G. 2012: Hazai alma- és meggyfajták humán egészségvédő és felhasználhatósági értékei gyümölcsanalízis alapján. PhD értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.

FINÁLY H. 1884: A latin nyelv szótára. Franklin Társulat, Budapest.

FINTA K. 2004: Almagyümölcsüek rovarmegporzása. PhD értekezés. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mosonmagyaróvár.

FISCHER, C. 1994: Shortening the juvenile period in apple breeding. p. 161–164. in: SCHMIDT, H.–KELLERHALS, M. (eds.) Progress in Temperature Fruit Breeding. Kluwer, Dordrecht.

FISHER, D. V. 1962: Heat units and number of days required to mature some pome and stone fruits in various areas of North America. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **80.** p. 114–124.

FLACHOWSKY, H.–LE ROUX, P. M.–PEIL, A.–PATOCCHI, A.–RICHTER, K.–HANKE, M. V. 2011: Application of a high-speed breeding technology to apple (*Malus* × *domestica*) based on transgenic early flowering plants and marker-assisted selection. New Phytol. **192.** p. 364–377.

FLACHOWSKY, H.–SZANKOWSKI, I.–FISCHER, T. C.–RICHTER, K.–PEIL, A.–HÖFER, M.–DÖRSCHEL, C.–SCHMOOCK, S.–GAU, A.E.–HALBWIRTH, H.–HANKE, M.-V. 2010: Transgenic apple plants overexpressing the Lc gene of maize show an altered growth habit and increased resistance to apple scab and fire blight. Planta **231.** p. 623–635.

FLORE, J. A.–LAKSO, A. N. 1989: Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. in: JANICK, J. (ed.): Hortic. Rev. **11.** p. 111–157., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.

FOLK GY.–GLITS M. 1993: Kertészeti növénykórtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p.160.

FORD, E. S.–MOKDAD, A. H. 2001: Fruit and vegetable consumption and diabetes mellitus incidence among U.S. adults. Prev. Med. **32.** p. 33–39.

FORSLINE, P. L. 1995. Adding diversity to the national apple germplasm collection: collecting wild apple in Kazakstan. New York Fruit Quart. **3**(3) p. 3–6.

FORSLINE, P. L.–ALDWINCKLE, H. S.–DICKSON, E. E.–LUBY, J. J.–HOKANSON, S. C. 2003: Collection, maintenance, characterization, and utilization of wild apples of Central Asia. Hortic. Rev. NY **29.** p. 1–61.

FORTE, A. V.–IGNATOV, A. N.–PONOMARENKO, V. V.–DOROKHOV, D. B.–SAVELYEV, N. I. 2002: Phylogeny of the *Malus* (Apple Tree) Species, Inferred from the Morphological Traits and Molecular DNA Analysis. Russian Journal of Genetics **38**(10) p. 1150–1160.

FOSTER, T.–JOHNSTON, R.–SELEZNYOVA, A. 2003: A morphological and quantitative characterization of early floral development in apple (*Malus* × *domestica* Borkh). Annals of Bot. **92.** p. 199–206.

FOUAD, M. M.–MOHAMED, S. M.–KHALIL, M. A.–HUSSEIN, A. M. 1995: Effect of Rootstocks MM. III, MM. 106 and EM. IX on tree growth of anna apple. Acta Hortic. **409.** p. 251–257.

FREE, J. B. 1993: Insect pollination of crops. Academic Press, London.

FREUND, H. 1957: Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Brand V.: Mikroskopie des Holzes und das Papiers. Umschau Verlag, Frankfurt am Main.

FRIEDRICH, G.–NEUMANN, D.–VOGL, M. 1986: Physiologie der Obst geholze. Akademie Verlag, Berlin. p. 378–383.

FRUITVEB 2009: A magyar zöldség-gyümölcs ágazat stratégiai megvalósíthatósági tanulmánya. http://www.fruitveb.hu/kiadvany/zgy_agazati_tanulmany.pdf

FRUITVEB 2012: Magyar zöldség-gyümölcs ágazati stratégia. http://www.fruitveb.hu

FULFORD, R. 1965: The morphogenesis of apple buds. I. Ann. Bot. N.S. **29.** p. 167–180.

FULFORD, R. 1966: The morphogenesis of apple buds. III. Ann. Bot. N.S. **30.** p. 207–219.

FULTON, R. W. 1968: Apple mosaic virus. Phytopathology **58.** p. 635.

FULEKI T.–PELAYO, E.–PALABAY, R. B. 1994: Sugar composition of varietal juices produces from fresh and stores apples. J. Agric. Food Chem. **42.** 1266–1275.

GALGÓCZI K. 1912: A kertészek kézikönyve 7. kiad. és átdolg. KÚTHY B. Függelék: Rudinai MOLNÁR I. et al.: Megyénként telepítésre ajánlott gyümölcsfajták. Franklin Társulat, Budapest.

GALLI Z.–HALASZ G.–KISS E.–HESZKY L.–DOBRANSZKI J. 2005: Molecular identification of commercial apple cultivars with microsatellite markers. HortScience **40.** p. 1974–1977.

GALLI Z.–KISS E.–HRAZDINA G.–HESZKY L. 2003: The effects of ACS (1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase) gene down regulation on ethylene production and fruit softening in transgenic apple. Int. J. Hort. Sci. **9.** p. 65–70.

GALLOT, J. C.–LAMB, R. C.–ALDWINKLE, H. S. 1985: Resistance to powdery mildew from some small fruited Malus cultivars. HortScience **20.** p. 1085–1087.

GAO, Z. S.–VAN DE WEG, W. E. 2006: The Vf gene for scab resistance in apple is linked to sub-lethal genes. Euphytica **151.** p. 123–132.

GAO, Z. S.–VAN DE WEG, W. E.–SCHAART, J. G.–SCHOUTEN, H. J.–TRAN, D. H.–KODDE, L. P.–VAN DER MEER, I. M.–VAN DER GEEST, A. H. M.–KODDE, J.–BREITENEDER, H.–HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K.–BOSCH, D.–GILISSEN, L. J. W. J. 2005: Genomic cloning and linkage mapping of the Mal d 1 (PR–10) gene family in apple (*Malus domestica*). Theor. Appl. Genet. **111.** p. 171–183.

GARCÍA, A.–WICHERS, J. H.–WICHERS, H. J. 2007: Decrease of the IgE–binding by Mal d 1, the major apple allergen, by means of polyphenol oxidase and peroxidase treatments. Food Chem. **103.** p. 94–100.

GARDINER, S.–MURDOCH, J.–MEECH, S.–RUSHOLME, R.–BASSETT, H.–COOK, M.–BUS, V.–RIKKERINK, E.–GLEAVE, A.–CROWHURST, R.–ROSS, G.–WARRINGTON, I. 2003: Candidate resistance genes from an EST database prove a rich source of markers for major genes conferring resistance to important apple pests and diseases. Acta Hortic. **622.** p. 141–151.

GARKAVA-GUSTAVSSON, L.–KOLODINSKA BRANTESTAM, A.–SEHIC, J.–NYBOM, H. 2008: Molecular characterisation of indigenous Swedish apple cultivars based on SSR and S-allele analysis. Hereditas **145.** p. 99–112.

GASIC, K.–HAN, Y.–KERTBUNDIT, S.–SHULAEV, V.–IEZZONI, A.–STOVER, E.–BELL, R.–WISNIEWSKI, M.–KORBAN, S. 2009: Characteristics and transferability of new apple EST-derived SSRs to other Rosaceae species. Mol. Breed. **23.** p. 397–411.

GASIOR, J. 1986: Comportement au butinage des abeilles domestiques vis-a-vis d'éspèces botaniquies de Malus. Mémoire de fin d'études. E. N. I. T. H., Angers.

GASSER, H. 1994: Seit 30 Jahren der wärmste März. Obstbau-Weinbau **31.** p.155.

GERHAUSER, C. 2008: Cancer chemopreventive potential of apples, apple juice and apple components. Planta Med. **74.** p. 1608–1624.

GESSLER, C.–PATOCCHI, A.–SANSAVINI, S.–TARTARINI, S.–GIANFRANCESCHI, L. 2006: *Venturia inaequalis* resistance in apple. Crit. Rev. Plant Sci. **25.** p. 473–503.

GESSLER, C.–PERTOT, I. 2012: Vf scab resistance of Malus. Trees **26.** p. 95–108.

GHARGHANI, A.–ZAMANI, Z.–TALAIE, A.–ORAGUZIE, N. C.–FATAHI, R.–HAJNAJARI, H.–WIEDOW, C.– GARDINER, S. E. 2009: Genetic identity and relationships of Iranian apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars and landraces, wild *Malus* species and representative old apple cultivars based on simple sequence repeat (SSR) marker analysis. – Genet. Resour. Crop Evol. **56**. p. 829–842.

GHARIANI, K.–STEBBINS, R. L. 1994: Chilling requirements of apple and pear cultivars. Fruit Varieties Journal **48**(4) p. 215–222.

GIANFRANCESCHI, L.–SEGLIAS, N.–TARCHINI, R.–KOMJANC, M.–GESSLER, C. 1998: Simple sequence repeats for the genetic analysis of apple. Theor. Appl. Genet. **96.** p. 1069–1076.

GIL, G. F.–URQUIZA, D. A.–BOEARULL, J. A.–MONTENEGRO, G. 1994: Russet development in the „Beurre Bosc" pear. Acta Hortic. **367.** p. 239–247.

GILISSEN, L. J.–BOLHAAR, S. T.–MATOS, C. I.–ROUWENDAL, G. J.–BOONE, M. J.–KRENS, F. A.–ZUIDMEER, L.–VAN LEEUWEN, A.–AKKERDAS, J.–HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K.–KNULST, A. C.–BOSCH, D.–VAN DE WEG, W.

E.–van Ree, R. 2005: Silencing the major apple allergen Mal d 1 by using the RNA interference approach. J. Allergy Clin. Immunol. **115**. p. 364–369.

Gnekow, M. A.–Marschner, H. 1989: Role of VA-mycorrhiza in growth and mineral nutrition of apple (*Malus pumila* var. *domestica*) rootstock cuttings. Plant and Soil **119**(2) p. 285–293.

Goethe, W. 1963: Faust ford. Jékely Z.–Kálnoky L. Európa Kiadó, Budapest.

Goldway, M.–Shai, O.–Yehuda, H.–Matityahu, A.–Stern, R. A. 1999: ‚Jonathan' apples is a lower-potency pollenizer of ‚Topred' than ‚Golden Delicious' due to partial S-allele incompatibility J. Hortic. Sci. Biotech. **74.** p. 381–385.

Gonda I. (szerk.) 1995: Kiút a válságból. Intenzív almatermesztés. Primom Kiadó, Nyíregyháza.

Gonda I. (szerk.) 2000: Minőségi almatermesztés. Primom Kiadó, Nyíregyháza.

Gonda I.–Fülep I. 2011: Az almatermesztés technológiája. DE AGTC Kutatási és fejlesztési Intézet, G. I. Bt., F. N. Fruit Kft., Debrecen.

Gopaljee, J.–Karnika, T.–Priyanka, T. 2009: The *Venturia* Apple Pathosystem: Pathogenicity Mechanisms and Plant Defense Responses. Biomed Biotechnol. doi: 10.1155/2009/680160

Gorinstein, S.–Zachwieja, Z.–Folta, M.–Barton, H.–Piotrowicz, J.–Zemser, M.–Weisz, M.–Trakhtenberg, S.–Martin-Belloso, O. 2001: Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. J. Agric. Food Chem. **49.** p. 952–957.

Gosch, C.–Halbwirth, H.–Kuhn, J.–Miosic, S.–Stich, K. 2009: Biosynthesis of phloridzin in apple (*Malus domestica* Borkh.). Plant Science **176.** p. 223–231.

Goulao, L.–Oliveira, C. 2001: Molecular characterisation of cultivars of apple (*Malus* × *domestica* Borkh.) using microsatellite (SSR and ISSR) markers. Euphytica **122.** p. 81–89.

Gowda, S. S.–Goodman, R. N. 1970: Movement and persistence of *Erwinia amylovora* stem and root of apple. Plant Dis. Rep. **54.** p. 576–580.

Götz, G.–Silbereisen, R. 1989. Obstsorten Atlas. Ulmer, Stuttgart.

Granger, R. L. 1984: The response of two apple cultivars to different combinations of dwarfing rootstocks, tree densities and training systems. Acta Hortic. **146.** p. 215–222.

Grappadelli, L. C. 2003: Light relation. p. 195–216; in Ferree D. C.–Warrington I. J. (eds.): Apples. Botany, production and uses. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Grausland, J. 1996: Flowering dates of pome and stone fruit cultivars – 10 years results. Acta Hortic. **423.** p. 31–37.

Graves, R. 1970: Görög mítoszok I. köt. Gondolat Kiadó, Budapest.

Greer, D. H.–Wünsche, J. N.–Halligan, E. A. 2002: Influence of postharvest temperatures on leaf gas exchange, carbohydrate reserves and allocations, subsequent budbreak, and fruit yield of 'Braeburn' apple (*Malus domestica*) trees. N. Z. J. Crop Hortic. Sci. **30.** p. 175–185.

Greer, D. H.–Wünsche, J. N.–Palmer, J. W. 1997: Effect of fruiting on seasonal apple leaf chlorophyll fluorescence. Acta Hortic. **451**. p. 345–350.

Griffin, D. K.–Harvey, S. C.–Campos-Ramos, R.–Ayling, L. J.–Bromage, N. R.–Masabanda, J. S.–Penman, D. J. 2002: Early origins of the X and Y chromosomes: lessons from tilapia. Cytogenet. Genome Res. **99**. p. 157–163.

Griffiths, S.–Sharp, R.–Foote, T. N.–Bertin, I.–Wanous, M.–Reader, S.–Colas, I.–Moore, G. 2006: Molecular characterization of Ph1 as a major chromosome pairing locus in polyploid wheat. Nature **439**. p. 749–752.

Grochowska, M.–Karaszewska, A. 1976: The production of growth producing hormones and their active diffusion from immature developing seeds of four apple cultivars. Fruit Sci. Rep. **3.** p. 5–16.

Grösser, D. (1977): Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.

Guarino, C.–Arena, S.–de Simona, L.–d'Ambrosio, C.–Santoro, S.–Rocco, M. 2007: Proteomic analysis of the major soluble components in Annurca apple flesh. Mol. Nutr. Food Res. **51.** p. 255–26.

Guarino, C.–Santoro, S.–De Simone, L.–Lain, O.–Cipriani, G.–Testolin, R. 2006: Genetic diversity in a collection of ancient cultivars of apple (*Malus* × *domestica* Borkh.) as revealed by SSR-based fingerprinting. J. Hortic. Sci. Biotech. **81.** p. 39–44.

Guedon, Y. –Legave, J. M. 2008. Analyzing the time-course variation of apple and pear tree dates of flowering stages in the global warming context. Ecol. Model. **219.** p. 189–199.

Guilford, P.–Prakash, S.–Zhu, J. M.–Rikkerink, E.–Gardiner, S.–Bassett, H.–Forster, R. 1997: Microsatellites in *Malus x domestica* (apple): abundance, polymorphism and cultivar identification. Theor. Appl. Genet. 94 p. 249–254.

Guillotin, S. 2005: Studies on the Intra- and Intermolecular Distributions of Substituents in Commercial Pectins. (*PhD thesis*) ISBN 90–8504–265–8.

Gullón, B.–Falqué, E.–Alonso, J. L.–Parajó, J. C. 2007: Apple Pomace for Application in Food Industries. Food Technol. Biotech, **4.** p. 426–433.

GULYKO, J. P. –GULYKO, V. J. 1986: Urozsajnoszty i szkoroplodnoszty jablonyi na raznüh padvojah. Szadovodsztvo, **1**. p. 9–10.

GUNST, P. 1976: A mezőgazdasági termelés története Magyarországon 1920-1938. Akadémiai Kiadó, Budapest.

GUPTA, K. J. –IGAMBERDIEV, A. U.–MUR, L. A. 2012: NO and ROS homeostasis in mitochondria: a central role for alternative oxidase. New Phytol. **195**. p. 1–3.

GUR, A. 1985: Rosaceae – Decidious fruit trees. p. 355–389; in: HALEVY, A. H. (ed.): Handbook of flowering. CRC Press, Boca Raton, Florid, USA.

GVOZDENOVIC, D. 1989: Az alma alanyai. in: GVOZDENOVIC, D. (szerk.): Intenzív almatermesztés homokon. Forum, Újvidék.

GYGAX, M.–GIANFRANCESCHI, L.–LIEBHARD, R.–KELLERHALS, M.–GESSLER, C.–PATOCCHI, A. 2004: Molecular markers linked to the apple scab resistance gene Vbj derived from Malus baccata jackii. Theor. Appl. Genet. **109**. p. 1702–1709.

GYULAI F. 2002: A növénytermesztés emlékei a Kárpát-medencében. Mag-, termés és élelmiszermaradványok a neolitikumtól az újkorig (MTA doktori értekezés, kézirat). TAPI-SZIE, Tápiószele-Gödöllő.

GYURÓ F. 1957: A Jonathan almafa metszésének hatása a termőrészekre. Kézirat.

GYURÓ F. (szerk.) 1974: A gyümölcstermesztés alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

GYURÓ F. 1990: Gyümölcstermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

GYURÓ F–HÁMORI T.-NÉ–BABOS K.–GEISZLER J. 1973: A B-9 hatása az almafa vesszőinek szöveti szerkezetére és tápanyagtartalmára. Kert. Egyet. Közlem. **36**. p. 103–114.

HAGYMÁSI K. 2002: A máj redox-homeosztázisának tanulmányozása kísérletes és humán vizsgálatokban: antioxidáns kezelés – antioxidáns betegség, PhD. tézisek, Budapest.

HALÁSZ G. 2010: Szőlő- és almafajták jellemzése mikroszatellit markerekkel. Szent István Egyetem, Gödöllő.

HALÁSZ J.–HEGEDŰS A. 2006: A critical evaluation of methods used for S-genotyping: from trees to the DNA level. Review. Int. J. Hort. Sci. **12**. p. 19–29.

HALÁSZ J.–HEGEDŰS A.–GYÖRGY Z.–PÁLLINGER É.–TÓTH M. 2011: S-genotyping of old apple cultivars from the Carpathian basin: methodological, breeding and evolutionary aspects. Tree Genet. Genomes **7** p. 1135–1145.

HALÁSZ J.–HOFFMANN V.–SZABÓ Z.–NYÉKI J.–SZABÓ T.–HEGEDŰS A. 2009: Characterization of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars using SSR markers developed for apple. Int. J. Hort. Sci. **15**. p. 7–10.

HALLER M. H. 1944: Determination of fruit maturity. U.S.D.A. Circ. 711: ref. In: KALLAY T. 2002: Genetic determination of maturation processes in climacteric fruits. Acta Aliment. **31**. p. 169–177.

HÁMORINÉ SZABÓ J. 1974: A gyümölcs fejlődése és érése. p. 369–396. in: GYURÓ F. (szerk.): A gyümölcstermesztés alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

HÁMORINÉ SZABÓ J.–VÁRADINÉ BURGETTI C. 1990: A gyümölcs növekedése, érése, utóérése. p. 217–242; in: GYURÓ F. (szerk.): Gyümölcstermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

HAMPSON, C. R.–KEMP, H. 2003: Characteristics of important commercial apple cultivars. p. 61–89. in: FERREE, D. C.–WARRINGTON, I. J. (eds.): Apples. CABI Publishing, Cambridge.

HANCOCK, J. F.–LUBY, J. J.–BROWN, S. K.–LOBOS, G. A. 2008: Apples. p. 1–38. in: HANCOCK, J. F. (ed.): Temperature fruit breeding. Springer, East Lansing, USA.

HANELT, P. ed. 2001: Malus in Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops (except Ornamentals). – Berlin: Springer-Verlag Publishers. **1**. p. 471–482. ISBN 3 540 41017.

HANQING, F.–KUN, S.–MINGQUAN, L.–HONGYU, L.–XIN, L.–YAN, L.–YIFENG, W. 2010: The expression, function and regulation of mitochondrial alternative oxidase under biotic stresses. Mol. Plant Pathol. **11**. p. 429–440.

HANSEN, P. 1967: ^{14}C–studies on apple trees. III. The influence of season on storage and mobilization of labelled compounds. Physiol. Plant. **20**. p. 1103–1111.

HARASZTY Á.–HORTOBÁGYI T.–FRIDVALSZKY L.–KISS I.–PÓLYA L. 1988: Növényszervezettan és növényélettan. Tankönyvkiadó, Budapest. p. 493–519.

HARBAGE, J. F.–STIMART, D. P.–EVERT, R. F. (1993): Anatomy of adventitious root formation in microcuttings of *Malus domestica* Borkh. 'Gala'. J. Amer. Soc. Hort. Sci., **118**(5) p. 680–688.

HARBORNE, J. B. 1989: Methods in plant biochemistry, I. Plant phenolics. Academic Press, London, UK

HARBORNE, J. B.–WILLIAMS, C. A. 2000: Advances in flavonoid research since 1992. Phytochem. **55**. p. 481–504.

HARKER, F. R.–MARSH, K. B.–YOUNG, H.–MURRAY, S. H.–GUNSON, F. A.–WALKER, S. B. 2002: Sensory interpretation of instrumental measurements 2: sweet and acid taste of apple fruit. Postharvest Biol. Technol. **24**. p. 241–250.

HARMAT L.–SZABÓ T.–NAGY P. 1982: Almafajtáink és az alanyok tenyészterület-igénye. Kertgazdaság **14**. p. 25–32.

HARPER, J. L.–JONES, M. –SACKEVILLE HAMILTON, N. R. 1991. The evolution of roots and the problems of analysing their behaviour. p. 10–22; in: ATKINSON, D. (ed.): Plant root growth: An ecological pespective. Blackwell Scientific Publications, London.

HARRIS, S. A.–ROBINSON, J. P.–JUNIPER, B. E. 2002: Genetic clues to the origin of the apple. Trends in Genetics. **18**(8) p. 426–430.

HARSÁNYI J.–MÁDY R-NÉ, 1998: Szőlő és gyümölcsfajták jegyzéke. OMMI kiadványa, Budapest.

HARSÁNYI J.–MÁDY R-NÉ 2006: Szőlő- és gyümölcsfajták. Gyümölcsfajták és fajtajelöltek. Alma. p. 67–76. in: HARSÁNYI J.–MÁDY R.-NÉ (szerk.). Államilag minősített és szaporításra engedélyezett szőlő-és gyümölcsfajták jegyzéke 1996/1997. Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest.

HARTMANN, H. T.–KESTER, D. E.–DAVIES, F. T. 1990: Plant propagation. Principles and practices. Prentice Hall Int. Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

HATTINGH, M. J.–BEER, S. V.–LAWSON, E. W. 1986: Scanning electron microscopy of apple blossoms colonized by *Erwinia amylovara* and *E. herbicola*. Phytopathology **76.** p. 900–904.

HAVSTEEN, B. H. 2002: The biochemistry and medical significance of the flavonoids. Pharmacol. Therapeut. **96.** p. 67–202.

HECKE, K.–HERBINGER, K.–VEBERIC, R.–STEFANCIC, M.–TOPLAK, H.–STAMPAR, F.–KEPPEL, H.–GRILL, D. 2006: Sugar-, acid- and phenol contents in apple cultivars from organic and integrated fruit cultivation. Eur. J. Clin. Nutr. **60.** p. 1136–1140.

HE, H.–LIU, R. H. 2007: Triterpenoids isolated from apple peels have potent anti-proliferative activity and may be partially responsible for apple's anticancer activity. J. Agric. Food Chem. **55.** p. 4366–4370.

HEER, O. 1865: Die Pflanze der Pfahlbauten. Zürcher und Furrer, Zürich.

HEGI, G. 1924: Illustrierte Flora von Mittel-Europa (IV.2B).–München, J.F. Lehmanns Verlag. p. 743–754.

HEHN, V. 1911: Kulturpflanzen und Haustiere in ihrem Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien sowie das übrige Europa. Historisch-linguistsche Skizzen. Berlin. Reprint der 8. Aufl.

HEMMAT, M.–BROWN, S. K.–WEEDEN, N. F. 2002: Tagging and mapping scab resistance genes from R12740-7A apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **127.** p. 365–370.

HEMMAT, M.–WEEDEN, N. F.–ALDWINCKLE, H. S.–BROWN, S. K. 1998: Molecular markers for the scab resistance (Vf) region in apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **123.** p. 992–996.

HEMMAT, M.–WEEDON, N. F.–MANGANARIS, A. G.–LAWSON, D. M. 1994: Molecular marker linkage map for apple. J. Hered. **85.** p. 4–11.

HENRÍQUEZ, C.–ALMONACID, S.–CHIFFELLE, I.–VALENZUELA, T.–ARAYA, M.–CABEZAS, L.–SIMPSON, R.–SPEISKY, H. 2010: Determination of antioxidant capacity, total phenolic content and mineral composition of different fruit tissue of five apple cultivars grow in Chile. Chilean J. Agr. Res. **70.** p. 523–536.

HENRY-KIRK, R. A.–MCGHIE, T. K.–ANDRE, C. M.–HELLENS, R. P.–ALLAN, A. C. 2012: Transcriptional analysis of apple fruit proanthocyanidin biosynthesis. J. Exp. Bot. **63.** p. 695–709.

HERN, A.–DORN, S. 1999: Sexual dimorphism in the olfactory orientation of adult *Cydia pomonella* in response to α–farnesene. Entomol. Exp. Appl. **92.** p. 63–72.

HERN, A.–DORN, S. 2002: Induction of volatile emissions from ripening apple fruits infested with *Cydia pomonella* and the attraction of adult females. Entomol. Exp. Appl. **102.** p. 145–151.

HÉRODOTOSZ 2000: A görög-perzsa háború. ford. FERENCZY E. Osiris Kiadó, Budapest.

HERRMANN, K. 1976: Flavonols and flavones in food plants: a review. J. Food Technol. **11.** p. 433–448.

HÉSZIODOSZ 1974: Istenek születése – Munkák és napok. ford. TRENCSÉNYI WALDAPFEL I.

HEVESI M. 1996: Az *Erwinia amylovora* (Burill) Winslow et al. hazai megjelenése almán. Növényvédelem. **32.** p. 225–228.

HEVESI, M.–FARKAS, Á.–KÁSA, K.–OROSZ-KOVÁCS, ZS. 2004a: Carbohydrate utilization of *Erwinia amylovora* in vitro. Int. J. Hort. Sci. **10.** p. 31–34.

HEVESI M.–GÖNDÖR M.–KÁSA K.–HONTY K.–TÓTH M. 2004b: Traditional and commercial apple and pear cultivars as sources of resistance to fire blight, EPPO Bulletin **34.** p. 377–380.

HIPPS, N. A. 1992: Fertigation of newly-planted 'Queen Cox'/M. 9 apple trees: Establishment early growth and precocity of cropping. J. Hort. Sci. **67.** p. 25–32.

HIRST, P. M.–FERREE, D. C. 1995: Rootstock effects on the flowering of 'Delicious' apple. I. Bud development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **120**(6) p. 1010–1017.

HOCH, G. 2007: Cell wall hemicelluloses as mobile carbon stores in non-reproductive plant tissues. Funct. Ecol. **21.** p. 823–834.

HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K.–MILLS, E. N. 2009: Food allergen protein families and their structural characteristics and application in component-resolved diagnosis: new data from the EuroPrevall project. Anal. Bioanal. Chem. **395.** p. 25–35.

HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K.–SAFE CONSORTIUM 2005: The SAFE project: 'plant food allergies: field to table strategies for reducing their incidence in Europe' an EC–funded study. Allergy **60.** p. 436–442.

HOGG, R. 1851: The apple and its varieties. Groombridge and Sons, London.

HOKANSON, S. C.–SZEWC-MCFADDEN, A. K.–LAMBOY, W. F.–MCFERSON, J. R. 1998: Microsatellite (SSR) markers reveal genetic identities, genetic diversity and relationships in a *Malus* × *domestica* Borkh. core subset collection. Theor. Appl. Genet. **97**. p. 671–683.

HOLB, I. J. 2003: The brown rot fungi of fruit crops (*Monilinia* spp.): I. Important features of their biology. Int. J. Hort. Sci. **9 p.** 23–36.

HOLČIK, Š. 1986: Pozsonyi koronázási ünnepségek 1563–1830. Tatran-Európa, Bratislava-Budapest.

HOLDHEIDE, W. 1951. Anatomie mitteleuropäischer Gehölzrinden (mit mikrophotographischem Atlas). in: Handbuch der Mikroskopie in der Technik, **5**(1) p. 193–367, H. Freund, ed. Umschau Verlag, Frankfurt am Main.

HOMÉROSZ 1967: Odüsszeia (ford. DEVECSERI, G.) Európa Könyvkiadó, Budapest.

HOMÉROSZ 1974: Iliász–Odüsszeia–Homéroszi himnuszok ford. DEVECSERI G.–FALUS R. Magyar Helikon, Budapest.

HONDA, C.–KOTODA, N.–WADA, M.–KONDO, S.–KOBAYASHI, S.–SOEJIMA, J.–ZHANG, Z.–TSUDA, T.–MORIGUCHI, T. 2002: Anthocyanin biosynthetic genes are coordinately expressed during red coloration in apple skin. Plant Physiol. Biochem. **40.** p. 955–962.

HONT J. 1937: Alma I. in: KEREKES L. (szerk.). Pomológia. Harmadik kötet. Növényvédelem és Kertészet Kiadása.

HORVÁTH-KERKAI E.–STÉGER-MÁTÉ M. 2012: Manufacturing Fruit Beverages. Chapter 13. In: SINHA, N. és BARTA J. et al. (eds): Handbook of Fruits and Fruit Processing. Blackwell Publishing. State Avenue, Ames, Iowa, 50014–8300, USA. p. 215–228. ISBN–10:0813808944; ISBN–13:978–0813808949.

HOUGH. L. F.–SHAY, J. R.–DAYTON, D. F. 1953: Apple scab resistance from *Malus floribunda* Sieb. Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. **62.** p. 341–347.

HOWARD, B. H. 1977: Possible sources of rootstock variation in the nursery. Acta Hortic. **75.** p. 149–156.

HOWARD, B. H. 1987: Propagation. in ROM, R. C. – CARLSON, R. (eds.): Rootstocks for fruit crops. 29–78.

HÖFER, M.–MEISTER, A. 2010: Genome Size Variation in *Malus* Species. Journal of Botany, Article ID 480873. DOI:10.1155/2010/480873

HROTKÓ K. 1999a: Evaluation of apple rootstocks in central Hungary. Proceedings of Int. Seminar on Apple rootstocks for intensive orchards, Warsaw-Ursynów, p. 33–35.

HROTKÓ K. 1999b: Gyümölcsfaiskola. A gyümölcsfák szaporításának elmélete és gyakorlata. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 1–550.

HROTKÓ K. 2007. Advances and challenges in fruit rootstock research. Acta Hortic. **732**. p. 33-42.

HROTKÓ K.–BERCZI J. 1999: Effect of semi-dwarfing and medium vigorous rootstocks on growth and productivity of apple trees. Proc. of Int. Seminar on Apple rootstocks for intensive orchards, Warsaw-Ursynów, p. 35–36.

HROTKÓ K.–HANUSZ B.–MAGYAR L. 1999: Effect of rootstocks and in-row spacing on growth and yield of 'Idared' apple trees. Proc. of Int. Seminar on Apple rootstocks for intensive orchards, Warsaw-Ursynów, p. 37–38.

HROTKÓ K.–HANUSZ B.–MAGYAR L.–MUKRED A. 1998: A tőtávolság hatása különböző alanyokon álló 'Idared' almafák fiatalkori növekedésére és termőre fordulására. Kertgazdaság **30**(3) p. 9–18.

HROTKÓ K.–MAGYAR L. 2004: Effect of Depth of Planting/Budding Height and Solar Radiation Exposure of M. 26, MM.106 Rootstocks and B.9/MM. 111 Interstems on the Growth and Yield of Idared Apple Trees. Acta Hortic. **658**. p. 69–73.

HROTKÓ K.–MAGYAR L.–CSIGAI K.–HARSÁNYI J. 2007: Új államilag elismert almaalanyok. XIII. Növénynemesítési Tudományos Napok. Összefoglalók. MTA Kiadványa, p.155.

HROTKÓ K.–MAGYAR L.–HANUSZ B. 1997: Apple Rootstock Trials at Faculty of Horticulture, Budapest. Acta Hortic. **451**. p.153–160.

HROTKÓ K.–MÓZER G. 1999: Effect of rootstocks on growth and productivity of 'Idared' apple cultivar. Proc. of Int. Seminar on Apple rootstocks for intensive orchards, Warsaw-Ursynów, p. 39–40.

HROTKÓ K.–MUKRED, A. K. 1990: Az alanyok hatása Idared oltványok kihozatali arányaira és minőségére. A „Lippay János" Tudományos Ülésszak előadásai. KÉE kiadványa p.242–243.

HROTKÓ K.–MUKRED, A. K.–MAGYAR L.–HANUSZ B. 1995: Az alany és a tenyészterület hatása 'Idared' almafák fiatalkori növekedésére és termőre fordulására. Új Kertgazdaság **1**(4). 1–8.

HROTKÓ K.–NAGY Á.–CSIGAI K. 2006: A gyümölcsfajták és alanyok szaporítása a magyar faiskolákban. I. Alma, körte és birs. Kertgazdaság, **38**(1). p. 35–42.

HSIEH, L-S.–MOOS, M.–LIN, Y. 1995: Characterization of apple 18 and 32 kD allergens by microsequencing and evaluation of their content during storage and ripening. J. Clin. Immunol. **96.** p. 960–970.

HU, F. B. 2003: Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. The Am. J. Cln. Nutr. **78.** p. 544S–551S.

HUET, J. 1973: Floral initiation in pear trees. Acta Hortic. **34.** p. 193–198.

HULKO, I. P.–HULKO, B. I. 1999: Orchard performance of apple trees on different rootstocks. Proceedings of Int. Seminar on Apple rootstocks for intensive orchards, Warsaw-Ursynów, p. 43–45.

HUMMER, K. E.–JANICK, J. 2009: Rosaceae: taxonomy, economic importance, genomics; in: FOLTA, K. M. –GARDINER, S. E.: Genetics and Genomics of Rosaceae. Springer, New York. p. 1–17.

IOERGER, T. R.–GOHLKE, J. R.–XU, B.–KAO, T. H. 1991: Primary structural features of the self-incompatibility protein in Solanaceae. Sex. Plant Reprod. **4**. p. 81–87.

IUVENALIS, 1964: Szatírái ford. HORVÁTH I. K. Akadémiai Kiadó, Budapest.

IWANAMI, H.–MORIYA, S.–KOTODA, N.–MIMIDA, N.–TAKAHASI-SUMIYOSHI, S.–ABE, K. 2012: Mode of inheritance in fruit acidity in apple analysed with a mixed model of a major gene and polygenes using large complex pedigree. Plant Breeding **131.** p. 322–328.

JACKSON, J. E. 1975: Effects of light intensity on growth, cropping, and fruit quality. p. 17–31. in: PEREIRA, H.C. (ed.): Climate and the orchard: Effects of climatic factors on fruit tree growth and cropping in South-eastern England. Research Review No. 5. Commonwelth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, East Malling, Maidstone, UK.

JACKSON, J. E. 2003: Biology of apples and pears. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

JAKUBOWSKI, T. 1989: "Rotblättriger Paradies" und von ihm abstammende Unterlagen. Erwerbsobstbau **31.** p. 49–51.

JAMES, C.–CLARKE, J.–EVANS, K. 2004: Identification of molecular markers linked to the mildew resistance gene Pl-d in apple. Theor. Appl. Genet. **110.** p. 175–181.

JAMES, D. J.–PASSEY, A. J.–BARBARA, D. J.–BEVAN, M. 1989: Genetic transformation of apple (*Malus pumila* Mill.) using a disarmed Ti-binary vector. Plant Cell Rep. **7.** p. 658–661.

JANICK, J. –MOORE, J. N. (eds.). 1975: Advances in fruit breeding. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana.

JANICK, J.–CUMMINS, J. N.–BROWN, S. K.– HEMMAT, M. 1996. Apples. p. 1–77. In: JANICK, J.–MOORE, J. N. (eds.). Fruit breeding. **1.** Tree and tropical fruits. John Wiley & Sons, Inc., New York.

JANKIEWICZ, L. S. 1970: Mechanism of crotch angle formation in apple trees. II. Studies on the role of auxin. Acta Agrobot. **23.** p. 171–181.

JANKOVICS M. 1991: A fa mitológiája. Csokonai Kiadó, Debrecen.

JANSSEN, B. D. 2008: *www.geochembio.com/biology/organisms/apple/*

JANSSEN, B. J.–THODEY, K.–SCHAFFER, R. J.– ALBA, R.–BALAKRISHNAN, L.–BISHOP, R.–BOWEN, J. H.–CROWHURST, R. N.–GLEAVE, A. P.–LEDGER, S.–MCARTNEY, S.– PICHLER F. B.–SNOWDEN, K. C. –WARD, S. 2008: Global gene expression analysis of apple fruit development from the floral bud to ripe fruit. BMC Plant Biol. **8.** p. 16.

JANSSENS, G. A.–GODERIS, I. J.–BROEKAERT, W. F.–BROOTHAERTS, W. 1995: A molecular method for S-allele identification in apple based on allele-specific PCR. Theor. Appl. Genet. **91.** p. 691–698.

JENSER G.–BALÁZS K.–ERDÉLYI CS.–HALTRICH A.–KÁDÁR F.–KOZÁR F.–MARKÓ V.–RÁCZ V.–SAMU F. 1999: Changes in arthropod population composition in IPM apple orchards under continental climatic conditions in Hungary. Agr. Ecosyst. Environ. **73.** p. 141–154.

JENSER G.–BALÁZS K.–MARKÓ V.–HALTRICH A. 2006: Lessons of the Changes in the Arthropod Population Composition in the Hungarian Apple Orchard in the Last Six Decades. Acta Phytopathol. Hung. **41**(1–2) p.165–176.

JERMY T.–BALÁZS K. (szerk) 1988, 1989, 1990, 1993, 1995: A növényvédelmi állattan kézikönyve. 1, 2, 3, 4, 5, kötet. Akadémiai Kiadó, Budapest.

JOHNSON, R. S.–LAKSO, A. N. 1985: Relationships between stem length, leaf area, stem weight, and leaf accumulated growing degree-day in apple shoots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **110.** p. 586–590.

JONES, A. L. 1963: Occurence of necrotic twig blight of apple in western New York in 1962. Plant Dis. Rep. **47.** p. 538–540.

JONES, A. L.–SUTTON, T. B. 1996: Diseases of tree Fruits in the East. Publishing of Michigan State Univ.

JOSHI, S. G.–SCHAART, J. G.–GROENWOLD, R.–JACOBSEN, E.–SCHOUTEN, H. J.–KRENS, F. A. 2011: Functional analysis and expression profiling of HcrVf1 and HcrVf2 for development of scab resistant cisgenic and intragenic apples. Plant Mol. Biol. **75.** p. 579–591.

JU, Z.–LIU, C.–YUAN, Y. 1995: Activities of chalcone synthase and UDPGal: flavonoid-3-o-glycosyltransferase in relation to anthocyanin synthesis in apple. Sci. Hortic., Amsterdam **63.** p. 175–185.

JUNG, M.–TRIEBEL, S.–ANKE, T.–RICHLING, E.–ERKEL, G. 2009: Influence of apple polyphenols on inflammatory gene expresion. Mol. Nutr. Food Res. **53.** p. 1263–1280.

JUNIPER, B. E. 2007: The Mysterious Origin of the Sweet Apple. – American Scientist **95.** p. 44–51.

JUNIPER, B. E.–WATKINS, R.–HARRIS, S. A. 1998: The Origin of the Apple. Acta Hortic. (ISHS) **484.** p. 27–34.

KADO, C. I. 2002: Crown gall tumors. In: Encyclopedia of Genetics. BRENNER, S.–MILLER, J. H. (eds.) Academic Press, San Diego C. A. p. 1–3.

KAKUI, H.–KATO, M.–USHIJIMA, K.–KITAGUCHI, M.–KATO, S.–SASSA, H. 2011: Sequence divergence and loss-of-function phenotypes of S locus F-box brothers genes are consistent with non-self recognition by multiple pollen determinants in self-incompatibility of Japanese pear *(Pyrus pyrifolia)*. Plant J. **68.** p. 1028–1038.

KÁLLAY T. 2010: Az almatárolás biológiai alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 14–50.

KÁLLAYNÉ T-né 1993: Gyümölcstermőhely-minősítés szintetikus módszerének kidolgozása és alkalmazása almánál, őszibaracknál és málnánál. Kandidátusi értekezés. MTA, Budapest.

KANAMARU, N.–ITO, Y.–KOMORI, S.–SAITO, M.–KATO, H.–TAKAHASHI, S.–OMURA, M.–SOEJIMA, J.–SHIRATAKE, K.–YAMADA, K.–YAMAKI, S. 2004: Transgenic apple transformed by sorbitol-6-phosphate dehydrogenase cDNA: switch between sorbitol and sucrose supply due to its gene expression. Plant Sci. **167.** p. 55–61.

KANDIAH, S. 1979: Turnover of carbohydrates in relation to growth of apple trees. II. Distribution of ^{14}C assimilates labelled in autumn, spring and summer. Ann. Bot. **44.** p. 185–195.

KAPÁS S. (szerk.) 1969: Magyar növénynemesítés. Akadémiai Kiadó, Budapest.

KAPÁS S. 1997: Növényfajták és növénynemesítők OMMI, Budapest.

KARDOS T. 1967: Az Árgirus-széphistória. Akadémiai Kiadó, Budapest.

KÁRPÁTI Z.–GÖRGÉNYI L-NÉ–TERPÓ A. 1968: Növényszervezettan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

KÁRPÁTI Z.–TERPÓ A. 1968: Növényrendszertan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

KÁSA K.–TÓTH M.–GÖNDÖR M.–HEVESI M. 2002: Evaluation of fire blight resistance of apple cultivars. Beitrage zur Züchtungsforschung. **8**(3) p.71–74.

KAUSSMANN, B. 1963: Pflanzenanatomie – Unter besonderer Berücksichtigung der Kultur- un Nutzpflanzen, Gustav Fischer Verlag, Jena.

KAWATA, Y.–SAKIYAMA, F.–TAMAOKI, H. 1988: Amino-acid sequence of ribonuclease T2 from Aspergillus oryzae. Eur. J. Biochem. **176**. p. 683–697.

KELLERHALS, M.–SPUHLER, M.–DUFFY, B.–PATOCCHI, A.–FREY, J. E. 2009: Selection efficiency in apple breeding. Acta Hortic. **814**. p. 177–183.

KELSEY, D. F.–BROWN, S. K. 1992: 'McIntosh Wijcik': a columnar mutation of 'McIntosh' apple proving useful in phisiology and breeding research. Fruit Var. J. **46.** p. 83–87.

KEMMER, E. 1964: Wuezelkölper von Apfelbäumen unter dem einfluss eines jewels vorherrschende factors. Züchter. **34.** p. 59–64.

KENIS, K.–KEULEMANS, J. 2005: Genetic linkage maps of two apple cultivars (*Malus* × *domestica* Borkh.) based on AFLP and microsatellite markers. Mol. Breed. **15.** p. 205–219.

KENNEDY, R. A.–FUJI, J. 1986: Seasonal and developmental changes in apple photosynthesis: enhancement effects due to flowering and fruit maturation. p. 27–29. in: LAKSO, A. N.–LENZ, F. (eds.): The regulation of photosynthesis in fruit trees. Special Publication, NY State Agr. Exp. Sta., Geneva.

KEULEMANS, J.–BRUSSELLE, A.–EYSSEN, R.–VERCAMMEN, J.–VAN DAELE, G. 1996: Fruit weight in apple as influenced by seed number and pollinezer. Acta Hortic. **423.** p. 201–210.

KHAN, M. A.–DUREL, C.-E.–DUFFY, B.–DROUET, D.–KELLERHALS, M.–GESSLER, C.–PATOCCHI, A. 2007: Development of molecular markers linked to the 'Fiesta' linkage group 7 major QTL for fire blight resistance and their application for marker-assisted selection. Genome **50.** p. 568–577.

KHAN, M. A.–HAN, Y.–ZHAO, Y. F.–KORBAN, S. S. 2012a: A high-throughput apple SNP genotyping platform using the GoldenGateTM assay. Gene **494.** p. 196–201.

KHAN, S. A.–CHIBON, P. Y.–DE VOS, R. C. H.–SCHIPPER, B. A.–WALRAVEN, E.–BEEKWILDER, J.–VAN DIJK, T.–FINKERS, R.–VISSER, R. G. F.–VAN DE WEG, E. W.–BOVY, A.–CESTARO, A.–VELASCO, R.–JACOBSEN, E.–SCHOUTEN, H. J. 2012b: Genetic analysis of metabolites in apple fruits indicates an mQTL hotspot for phenolic compounds on linkage group 16. J. Exp. Bot. **63.** p. 2895–2908.

KHANIZADEH, S.–TSAO, R.–REKIKA, D.–YANG, R.–DE ELL, J. 2007: Phenolic composition and antioxidant activity of selected apple genotypes. J. Food Agr. Env. **5.** p. 61–66.

KIM, H.–HATTORI, G.–HIRATA, Y.–KIM, D.–HWANG, J.–SHIN, Y.–NOU, I. 2006: Determination of self-incompatibility genotypes of Korean apple cultivars based on S-RNase PCR. J. Plant Biol. **49.** p. 448–454.

KIM, H.–KAKUI, H.–KOTODA, N.–HIRATA, Y.–KOBA, T.–SASSA, H. 2009: Determination of partial genomic sequences and development of a CAPS system of the S-RNase gene for the identification of 22 S haplotypes of apple (*Malus* × *domestica* Borkh.). Mol. Breeding **23.** p. 463–472.

KIM, H.–PARK, J.–HIRATA, Y.–NOU, I. 2008: Molecular characterization of new S-RNases ('S31' and 'S32') in apple (*Malus* × *domestica* Borkh.). J. Plant Biol. **51.** p. 202–208.

KIM, S. H.–LEE, J. R.–HONG, S. T.–YOO, Y. K.–AN, G.–KIM, S. R. 2003: Molecular cloning and analysis of anthocyanin biosynthesis genes preferentially expressed in apple skin. Plant Sci. **165.** p. 403–413.

KING, E. A. O.–WARD, M. K.–RANEY, D. E. 1954: Two simple media for the demonstration of pyocianin and fluorescein. J. Lab. Clin. Med. **44.** p. 301–307.

KINGHORN, A. D. –COMPADRE, C. M. 2001: Less Common High-Potency Sweeteners. In: O'Brien Nabors L. (szerk.): Alternative sweeteners. 3th edition, Marcel Dekker, New York, USA. p. 209–233.

KIRÁLY G. (szerk.) 2009: Új magyar füvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. – Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő. p. 200–222.

KIRÁLY I. –LADÁNYI M. –TÓTH M. 2012a: Régi magyar almafajták virágzásfenológiai tulajdonságai öt éves megfigyelések alapján. XVIII: Növénynemesítési Tudományos Napok. 2012. 03. 06. Budapest.

KIRÁLY I.–PEIL, A.–HALÁSZ J.–DUNEMANN, F.–HANKE, M. V.–DEÁK T.–TÓTH M. 2009a. Ratio of homozygous and heterozygous Vf genotypes in progenies of Vfvf x Vfvf crosses. Acta Hortic. **814.** p. 819–824.

KIRÁLY I.–REDECZKY R.–ERDÉLYI É.–TÓTH M. 2012b: Morphological and molecular (SSR) analysis of old apple cultivars. Not. Bot. Horti. Agrobo. **40**(1) p. 269–275.

KIRÁLY I.–TÓTH M. 2009. Újra termesztésbe vonható régi magyar almafajták. Agrofórum. Extra **28.** p. 28–29.

KIRÁLY I.–TÓTH M.–PEDRYC A.–HALÁSZ J.–DEÁK T. 2009b: Parent identification of Hungarian apple cultivars using SSR markers. Acta Hortic. **839.** p. 471–477.

KISS L. 1988: Földrajzi nevek etimológiai szótára I–II. Akadémiai Kiadó, Budapest.

KITAHARA, K.–MATSUMOTO, S. 2002a: Cloning of the S25 cDNA from 'McIntosh' apple and an S25-allele identification method. J. Hortic. Sci. Biotech. **77.** p. 724–728.

KITAHARA, K.–MATSUMOTO, S. 2002b: Sequence of the S10 cDNA from ,McIntosh' apple and a PCR-digestion identification method. HortScience. **37.** p. 187–190.

KITAHARA, K.–MATSUMOTO, S.–YAMAMOTO, T.–SOEJIMA, J.–KIMURA, T.–KOMATSU, H.–ABE, K. 2005: Parent identification of eight apple cultivars by S-RNase analysis and Simple Sequence Repeat markers. HortScience. **40.** p. 314–317.

KITAHARA, K.–SOEJIMA, J.–KOMATSU, H.–FUKUI, H.–MATSUMOTO, S. 2000: Complete sequences of the S-genes, Sd- and Sh-RNase cDNA in apple. HortScience. **35.** p. 712–715.

KLAGES, K., DONNISON, H.–WÜNSCHE, J.–BOLDINGH, H. 2001: Diurnal changes in non–structural carbohydrates in leaves, phloem exudate and fruit in 'Braeburn' apple. Aust. J. Plant Physiol. **28.** p. 131–139.

KNEE, M. 1973: Polysaccharide changes in cell walls of ripening apples. Phytochemistry **12.** p. 1543–1549.

KNIGHT, R. L.–ALSTON, F. H. 1968: Sources of field immunity to mildew (*Podosphaera leucotricha*) in apple. Can. J. Genet. Cytol. **10.** p. 294–298.

KNIGHT, R. L.–BRIGGS, J. B.–MASSEE, A. M.–TYDEMAN, H. M. 1962: The inheritance of resistance to woolly aphid, *Eriosoma lanigerum* (HSMNN.), in the apple J. Hort. Sci. **37.** p. 207–218.

KOBEL, F. 1954: Lehrbuch des Obstbaus auf physiologischer Grundlage. Springer Verlag, Berlin. p. 348

KOBEL, F.–STEINEGGER, P.–ANLIKER, J. 1939: Weitere Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse der Apfel- und Birnsorten. Landw. Jahrb., Schweiz **53.** p. 160–191.

KOCH, E.–BRUNS, E.–CHMIELEWSKI, F. M.–DEFILA, C.–LIPA, W.–MENZEL, A. 1997: Guidelines for plant phenological observations. http://www.omm.urv.cat/documentation.html.

KOCH, E.–DITTMANN, E.–LIPA, W.–MENZEL, A.–NECOVAR, J.–VAN VLIETH, A. J. H. 2006: Establishing a European phenological data platform for climatological applications. 9. Oesterreichischer Klimatag. Klima, Klimawandel und Auswirkungen. 16–17. März 2006. Austro-Clim. p. 27.

KOCH, K. 1837: Synopsis Flora Germanica Vol. I. München.

KOCH, W. 1878: Synopsis Flora Germaniae. W. O. Focke, Bremen.

KOHN, F. C.–HENDRIX, F. F. 1982: Temperature, free moisture and inoculum concentration affects on the incidence and development of white rot of apple. Phytopathology **72.** p. 313–316.

KOLESZNYIKOV, V. A. 1958: Kornevaja szisztema plodovüh i jagodnüh porod. Vesztn. Sz/h. Nauki, Moszkva.

KOLESZNYIKOV, V. A. 1971: The root system of fruit plants. MIR Publishers, Moszkva.

KOLLER, B.–GIANFRANCESCHI, L.–SEGLIAS, N.–MCDERMOTT, J.–GESSLER, C. 1994: DNA markers linked to *Malus floribunda* 821 scab resistance. Plant Mol. Biol. **26.** p. 597–602.

KOLLER, B.–LEHMANN, A.–MCDERMOTT, J. M.–GESSLER, C. 1993: Identification of apple cultivars using RAPD markers. Theor. Appl. Genet. **85.** p. 901–904.

KOMONYI É. 2010. Kárpátalja tájalmafajtáinak pomológiai leírása. Acta Beregsasiensis **9**(1) p. 245–254.

KOMORI, S.–SOEJIMA, J.–ABE, K.–KOTODA, N.–KATO, H. 2000: Analysis of S-allele genotypes and genetic diversity in the apple. Acta Hortic. **538.** p. 83–86.

KONG, J. M.–CHIA, L. S.–GOH, N. K.–CHIA, T. F.–BROUILLARD, R. 2003: Analysis and biological activities of anthocyanins. Phytochemistry **64.** p. 923–933.

KORBAN, S. S.–SKIRVIN, R. M. 1984: Nomenclature of the cultivated apple. – HortScience **19.** p. 177–180.

KORBAN, S. S.–DAYTON, D. F. 1983: Evaluation of Malus germplasm for resistance to powdery mildew. HortScience. **18.** p. 219–220.

KORBAN, S. S.–TARTARINI, S. 2009: Apple structural genomics; in: FOLTA, K. M.-GARDINER, S.: Genetics and genomics of Rosaceae. Springer, New York. p. 85–119.

Kosa L. 1977: Alma. Magyar Néprajzi Lexikon I. köt. szerk. Ortutay Gy. Akadémiai Kiadó, Budapest.
Kotoda, N.–Iwanami, H.–Takahashi, S.–Abe, K. 2006: Antisense expression of MdTFL1, a TFL1-like gene, reduces the juvenile phase in apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **131.** p. 74–81.
Kovács S. (szerk.) 1977: Nyári gyümölcsök termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
Kovács S. 1996a: A gyümölcstermesztés fajtahasználatának fejlődése. Agrártörténeti Szemle. **38.** p. 62–66.
Kovács, S. 1996b: New cultivars and Technologies. Hortic. Science. **28**(3–4) p. 83–86.
Kovács Á.–Lakatos L. 2012: Gyulladásos bélbetegségek. Medicina. Budapest.
Kovalovszki, J. 1993: Róbert érsek háza és kertje a dunai Helemba-szigeten a XIII. században. in: „Ex visibilibus visibilia". Pesti Szalon–Ferenczy, Budapest. p. 272–293.
Kováts D. 2011: A sárgabarack belső alaktana. A vegetatív szervek szövettana. p. 62–88. in: Surányi D.: Magyarország kultúrflórája **2**(9). A sárgabarack (*Armeniaca vulgaris* Lam.). Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő.
Kőszeghy P. (szerk.) 2003: Magyar Műv. tört. Lexikon (MML) I. köt. Balassi Kiadó, Budapest.
Krath, B. N.–Eriksen, F. D.–Pedersen, B. H.–Gilissen, L. J. W. J.–Van De Weg, W. E.–Dragsted, L. O. 2009: Development of hypo-allergenic apples: silencing of the major allergen Mal d 1 gene in 'Elstar' apple and the effect of grafting. J. Hortic. Sci. Biotech. **84.** p. 52–57.
Kronenberg, H. G. 1985: Apple growing potentials in Europe. 2. Floweing dates. Netherland J. Agr. Sci. **33** p. 45–52.
Krüssmann, G. 1977: *Malus* Mill. in Handbuch der Laubgehölze II. (2. átdolgozott és bővített kiadás.) – Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. p. 294–304.
Kubo, K. I.–Entani, T.–Takara, A.–Wang, N.–Fields, A. M.–Hua, Z.–Toyoda, M.–Kawashima, S. I.–Ando, T.–Isogai, A.–Kao, T. H.–Takayama, S. 2010: Collaborative non-self recognition system in S-RNase-based self-incompatibility. Science **330.** p. 796–799.
Kudrin, A.V. 2000: Trace elements in regulation of NF-κB activity, J. Trace Elem. Med. Biol. **14.** p. 129–142.
Kunka E.–Molnár J.-Né–Sallai P. 1993: Az alma védelme. Növényvédelem. **39**(3) p. 141–160.
Kunst, L.–Samuels, L. 2009: Plant cuticles shine: advances in wax biosynthesis and export. Curr. Opin. Plant. Biol. **6.** p. 721–727.
Labuschagné, I. F.–Louw, J. H.–Schmidt, K.–Sadie, A. 2002: Genetic variation in chilling requirement in apple progeny. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **127.** p. 663–672.
Lakso, A. N. 1979: Seasonal changes in stomatal response to leaf water potential in apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **104.** p. 58–60.
Lakso, A. N. 1994: Apple. In: Schaffer, B.–Anderson, P. C. (eds.): Handbook of environmental physiology of fruit crops. **1.** p. 3–42. Temperate Crops. Boca Raton.–FL: CRC Press.
Lakso, A. N. 2003: Water relations of Apples. p. 167–194; in Ferree D. C.–Warrington I. J. (eds.): Apples. Botany, production and uses. CABI Publishing, Wallingford, UK.
Lakso, A. N.–Piccioni, R. M.–Denning, S. S.–Sottile, F.–Costa Tura, J. 1999: Validating an apple dry matter production model with whole canopy gas exchange measurements in the field. Acta Hortic. **499.** p. 115–122.
Lakso, A. N.–White, M. D.–Tustin, D. S. 2001: Simulation modeling of the effects of short and long-term climatic variations on carbon balance of apple trees. Acta Hortic. **557.** p. 473–480.
Lang, G. A.– Early, J. D.– Arroyave, N. J.– Darnell, R. L.– Martin, G. C.– Stutte, G. W. 1985: Toward a reduced universal terminology. HortSci. **20.** p. 809–811.
Langenfeld, V. T. 1991. Apple-tree. Morphology, evolution, phylogeny, geography, taxonomy. Riga, Zinatne. p. 234
Lásztity R. 1981: A sav-cukor arány változásai. p. 234–236 in: Lásztity R. (szerk.): Az élelmiszerbiokémia alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
Lateur, M. 1996: The intercompatibility of old apple cultivars selected for partial disease resistance, and their use as pollinizers. Acta Hortic. **423.** p. 151–159.
Lau, O. L. 1985: Harvest indices for BC apples. Brit. Col. Orchardist **7.** p. 1A–20A.
Laurens, F. 1999: Review of the current apple breeding programs in the world: objectives for scion cultivar improvement. Acta Hortic. **484.** p. 163–170.
Laurens, F.–Lespinasse, Y.–Foulliet, A. 2005: A new scabresistant apple: Ariane. HortScience **40**(2) p. 484–485.
Lee, K. W.–Kim, Y. J.–Kim, D. O.–Lee, H. J.–Lee, C. Y. 2003: Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. J. Agr. Food Chem. **51.** p. 6516–6520.
Lee, Y. P.–Yu, G. H.–Seo, Y. S.–Han, S. E.–Choi, Y. O.–Kim, D.–Mok, I. G.–Kim, W. T.–Sung, S. K. 2007: Microarray analysis of apple gene expression engaged in early fruit development. Plant Cell Rep. **26.** p. 917–926.
Leibitzer, J. 1798: Vollständiges Handbuch der Obstbaumzucht. Wien.

LESPINASSE, J. M. (ed.). 1977: La conduite du pommier. Types de fructification, incidence sur la conduite de l'arbre. Brochure Invuflec. p. 80.

LESPINASSE, J. M. 1980: La conduite du Pommier (2éme partie). L'axe Vertical. la rénovation des vergers. Brochure CTIFL. p.120.

LESPINASSE, J. M. 1989. A new fruit training system: the solen. Acta Hortic. **243.** p. 117–120

LESPINASSE, J. M.–DELORT, J. F. 1986: Apple tree management in vertical axis: appraisal after ten years of experiments. Acta Hortic. **160.** p.139–155.

LI, M.–FENG, F.–CHENG, L. 2012a: Expression patterns of genes involved in sugar metabolism and accumulation during apple fruit development. PLoS ONE 7. e33055. (doi:10.1371/journal.pone.0033055)

LI, P.–MA, F.–CHENG, L. 2012b: Primary and secondary metabolism in the sun-exposed peel and the shaded peel of apple fruit. Physiol. Plant. **148**(1) p. 9–24.

LI, T. H.–LI, S. H. 2005: Leaf responses of micropropagated apple plants to water stress: nonstructural carbohydrate composition and regulatory role of metabolic enzymes. Tree Physiol. **25.** p. 495–504.

LIEBHARD, R.–GIANFRANCESCHI, L.–KOLLER, B.–RYDER, C. D.–TARCHINI, R.–VAN DE WEG, E.–GESSLER, C. 2002: Development and characterisation of 140 new microsatellites in apple (*Malus x domestica* Borkh.). Mol. Breed. **10.** p. 217–241.

LIEBHARD, R.–KELLERHALS, M.–PFAMMATTER, W.–JERTMINI, M.–GESSLER, C. 2003: Mapping quantitative physiological traits in apple (*Malus × domestica* Borkh.). Plant Mol. Biol. **52.** p. 511–526.

LIEGEL, G. 1856: Monatscrift für Pomologie. p. 59.

LIKHONOS, A. 1974: A survey of the species in the genus *Malus* Mill. Trudy Prikl. Bot. Genet. Sel. **52.** p.16–34.

LINK, A.–BALAGUER, F.–GOEL, A. 2010: Cancer chemoprevention by dietary polyphenols: promising role for epigenetics. Biochem. Pharmacol. **80.** p. 1771–1792.

LINNAEUS, C. 1751: Philosophia Botanica. Salvius L. Stockholm.

LINNAEUS, C. 1753: Species plantarum. L. Salvius Holmiae. Stockholm.

LIN-WANG, K.–BOLITHO, K.–GRAFTON, K.–KORTSTEE, A.–KARUNAIRETNAM, S.–MCGHIE, T. K.–ESPLEY, R. V.–HELLENS, R. P.–ALLAN, A. C. 2010: An R2R3 MYB transcription factor associated with regulation of the anthocyanin biosynthetic pathway in *Rosaceae*. BMC Plant Biol. **10.** p. 50.

LIN-WANG, K.–MICHELETTI, D.–PALMER, J.–VOLZ, R.–LOZANO, L.–ESPLEY, R.–HELLENS, R. P.–CHAGNÉ, D.–ROWAN, D. D.–TROGGIO, M.–IGLESIAS, I.–ALLAN, A. C. 2011: High temperature reduces apple fruit colour via modulation of the anthocyanin regulatory complex. Plant Cell Environ. **34.** p.1176–1190.

LIPPAY J. 1662: Calendarium Oeconomicum Perpetuum Schneckenhaus M., Nagyszombat.

LIPPAY J. 1664: Posoni kert. Bécs.

LIPPAY J. 1667: Posoni Kert. Harmadik könyv. Cosmerovius M., Bécz. p. 180–189.

LIPPAY J. 1667: Gyümölcsös kert. Cosmerovius Máté, Bécs.

LIU, A. C. M. 1970: Leaf and stem anatomy of several apple cultivars, their compact mutants, and alar treated plants. MSc dissertation, British Columbia.

LIU, A–EATON, GW. 1970: Comparative leaf anatomy of two standard and two compact apple mutants. Can. J. Plant Sci. **50.** p. 733–735.

LIU, J. R.–SINK, K. C.–DENNIS, F. G. 1983: Plant regeneration from apple seedling explants and callus cultures. Plant Cell Tiss. Org. **2.** p. 293–304.

LIU, R. H. 2003: Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. Am. J. Clin. Nutr. **78.** p. 517S–520S.

LONG, S.–LI, M.–HAN, Z.–WANG, K.–LI, T. 2010: Characterization of three new S-alleles and development of an S-allele-specific PCR system for rapidly identifying the S-genotype in apple cultivars. Tree Genet. Genomes **6.** p. 161–168.

LONGHI, S.–MORETTO, M.–VIOLA, R.–VELASCO, R.–COSTA, F. 2012: Comprehensive QTL mapping survey dissects the complex fruit texture physiology in apple (Malus x domestica Borkh.). J. Exp. Bot. **63**(3) p. 1107-1121.

LOONEY, N. E.–GRANGER, R. L.–CHU, C. L.–MCARTNEY, S. J.–MANDER, L. N.–PHARIS, R. P. 1992: Influences of gibberellins on apple fruit quality and tree productivity. I. Effects on fruit russet and tree yield components. J. Hort. Sci. **67**(5) p. 613–618.

LUBY, J. J. 2003: in: FERREE, D. C.,–WARRINGTON, I. J. (eds): Taxonomic Classification and Brief History in Apples: Botany, Production and Uses. Wallingford: CABI Publ. **9.** p. 1–14.

LUCAS, E. 1866: Kurze Anleitung zur Obstkultur. Dornchen, Ravensburg.

LUCAS, E.–OBERDIECK, J. G. C. 1875: Illustriertes Handbuch der Obstkunde. IV. Verlag von Eugen Urlag, Stuttgart.

LUCKWILL, L. C.–SILVA, J. M. 1979: The effects of daminozide and gibberellic acid on flower initiation, growth and fruiting of apple cv. Golden Delicious. J. Hort. Sci. **54** p. 217–223.

LUGASI A. 2000a: Az élelmiszereredetű flavonoidok potenciális egészségvédő hatása. Orvosi Hetilap **141**(32) p.1751–1961.

LUGASI A. 2000b: A vörösborok feltételezett preventív hatása. Komplementer Medicina. 4(6). p. 10–14.

LÜBECK, J. K. 1804: Kurze Übersicht des Zustandes der Landwirtschaft in Ungarn im Anflagedes 19. Jahrhunderts. Patriot. Wochenblatt f. Ungarn I. Wien.

LÜKÖ G. 2003: A magyar lélek formái. Táton Kiadó, Budapest.

LUNEC, J.–HOLLOWAY, K. A.–COOKE, M. S.–FAUX, S.–GRIFFITS, H. R., EVANS, M. D 2002: Urinary 8-oxo-2'-deoxyguanosine: Redox regulation of DNA repair in vivo. Free Rad. Biol. Med. **33.** p. 875–885.

MACHARDY, W. E. 1996. Apple Scab, Biology, Epidemiology and Management, APS Press, Minnesota, USA. p. 545.

MAGHULY, F.–MARZBAN, G.–LAIMER, M. 2009: Functional genomics of allergen gene families in fruits. Nutrients **1.** p. 119–132.

MAGUYLO, K.–COOK, N. C.–THERON, K. I. 2012: Environment and position of first bud to break on apple shoots affects lateral outgrowth. Trees **26.** p. 663–675.

MALIEPAARD, C.–ALSTON, F. H.–VAN ARKEL, G.–BROWN, L. M.–CHEVREAU, E.–DUNEMANN, F.–EVANS, K. M.–GARDINER, S.–GUILFORD, P.–VAN HEUSDEN, A. W.–JANSE, J.–LAURENS, F.–LYNN, J. R.–MANGANARIS, A. G.–DEN NIJS, A. P. M.–PERIAM, N.–RIKKERINK, E.–ROCHE, P.–RYDER, C.–SANSAVINI, S.–SCHMIDT, H.–TARTARINI, S.–VERHAEGH, J. J.–VRIELINK-VAN GINKEL, M.–KING, G. J. 1998: Aligning male and female linkage maps of apple (*Malus pumila* Mill.) using multi-allelic markers. Theor. Appl. Genet. **97.** p. 60–73.

MALNOY, M.–ALDWINCKLE, H. 2009: Apple transformation and translational genetics; in: FOLTA, K. M.–GARDINER, S.: Genetics and genomics of Rosaceae. Springer, New York. p. 143–162.

MALNOY, M.–JIN, Q.–BOREJSZA-WYSOCKA, E. E.–HE, S. Y.–ALDWINCKLE, H. S. 2007: Overexpression of the apple MpNPR1 gene confers increased disease resistance in *Malus* × *domestica*. Mol. Plant Microb. In. **20.** p. 1568–1580.

MALNOY, M.–XU, M.–BOREJSZA-WYSOCKA, E.–KORBAN, S. S.–ALDWINCKLE, H. S. 2008: Two receptor-like genes, Vfa1 and Vfa2, confer resistance to the fungal pathogen Venturia inaequalis inciting apple scab disease. Mol. Plant Microb. In. **21.** p. 448–458.

MANACH, C.–SCALBERT, A.–MORAND, C.–RÉMÉSY, C.–JIMÉNEZ, L. 2004: Polyphenols: food sources and bioavailability. Am. J. Clin. Nutr. **79**(5). p. 727–47.

MÁNDY GY. 1951: in SOÓ, R. – JÁVORKA, S. A magyar növényvilág kézikönyve I. Akad. Kiadó, Budapest. p. 290–291.

MÁNDY GY. 1964: Kertészeti növények nemesítése táblázatokban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

MÁNDY GY. 1972: Hogyan jöttek létre kultúrnövényeink? 2. jav. kiad. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

MANZOOR, M.–ANWAR, F.–SAARI, N.–ASHRAF, M. 2012: Variation of antioxidant characteristics and mineral contents in pulp and peel of different appel (*Malus domestica* Borkh.) cultivars from Pakistan. Molecules. **17.** p. 6491-506.

MAREMMANI, A.–BEDINI, S.–MATOSEVIC, I.–TOMEI, P. E.–GIOVANNETTI, M. 2003: Type of mycorrhizal associations in two coastal nature reserves of the Mediterranean basin. Mycorrhiza **13**(1) p. 33–40.

MARGALITS E. 1990: Magyar közmondások és közmondásszerű szólások, Budapest. Kókai Lajos, 1896. Reprint kiadásban az Akadémiai Kiadó.

MARZBAN, G.–PUEHRINGER, H.–DEY, R.–BRYNDA, S.–MA, Y.–MARTINELLI, A.–ZACCARINI, M.–VAN DER WEG, E.–HOUSLEY, Z.–KOLARICH, D.–ALTMANN, F.–LAIMER, M. 2005: Localisation and distribution of the major allergens in apple fruits. Plant Sci. **169.** p. 387–394.

MASIERO, S.–LI, M. A.–WILL, I.–HARTMANN, U.–SAEDLER, H.–HUIJSER, P.–SCHWARZ-SOMMER, Z.–SOMMER, H. 2004: INCOMPOSITA: a MADS-box gene controlling prophyll development and floral meristem identity in Antirrhinum. Development **131.** p. 5981–5990.

MASSERON, A. 1983: Etude et selection du Paradis Jaune de Metz, portegreffe du pommier. Colloque sur les recherches fruitieres, 16–17 Mars, INRA Paris. Resumes de communications, p. 19.

MASSERON, A. 1989: Pajam ® 1 Lancep, Pajam ® 2 Cepiland: deux nouvelles selections de Paradis Jaune de Metz, porte greffer de pommier, CTIFL Doc. Nr. 18.

MATITYAHU, A.–STERN, R. A.–SCHNEIDER, D.–GOLDWAY, M. 2005: Molecular identification of a new apple S-RNase –S29– cloned from 'Anna', a low-chilling-requirement cultivar. HortSci. **40.** p. 850–851.

MATSUMOTO, S.–EGUCHI, T.–BESSHO, H.–ABE, K. 2007: Determination and confirmation of S-RNase genotypes of apple pollinators and cultivars. J. Hortic. Sci. Biotech. **82.** p. 323–329.

MATSUMOTO, S.–KITAHARA, K. 2000: Discovery of a new self-incompatibility allele in apple. HortSci. **35.** p. 1329–1332.

MATSUMOTO, S.–SOEJIMA, J.– MAEJIMA, T. 2012: Influence of repeated pollination on seed number and fruit shape of 'Fuji' apples. Sci. Hortic. **137**(1) p. 131–137.

MATTON, D. P.–MAES, O.–LAUBLIN, G.–XIKE, Q.–BERTRAND, C.–MORSE, D.–CAPPADOCIA, M. 1997: Hypervariable domains of self-incompatibility RNases mediate allele-specific pollen recognition. Plant Cell **9.** p. 1757–1766.

MAURER, E. 1939: Die Unterlagen der Obstgehölze. Paul Parey, Berlin.

MAYER, C. J.–VILCINSKAS, A.–GROSS, J. 2008: Phytopathogen lures its insect vector by altering host plant odor. J. Chem. Ecol. **34.** p. 1045–1049.

MCCANN, M. C.–ROBERTS, K. 1991: Architecture of the primary cellwall. p. 109–129; in: LLOYD, C. W. (ed): The cytoskeletal basis of plant growth and form. Academic Press, London.

MCCARTNEY, W. O. 1967: An unusual occurrence of eye rot of apple in California due to *Nectria galligena.* Plant Dis. Rep. **51.** p. 279–281.

MCCLURE, B. A.–HARING, V.–EBERT, P. R.–ANDERSON, M. A.–SIMPSON, R. J.–SAKIYAMA, F.–CLARKE, A. E. 1989: Style self-incompatibility gene products of *Nicotlana alata* are ribonucleases. Nature **342.** p. 955–957.

MCCUBBIN, A. G.–KAO, T. H. 2000: Molecular recognition and response in pollen and pistil interactions. Annu. Rev. Cell Dev. Biol. **16.** p. 333–364.

MCGHIE, T. K.–HUNT, M.–BARNETT, L. E. 2005: Cultivar and growing region determine the antioxidant polyphenolic concentration and composition of apples grown in New Zealand. J. Agric. Food. Chem. **53.** p. 3065–3070.

MCLAUGHLIN, J. M.–GREENE, D. W. 1991: Fruit and hormones influences flowering of apple. II. Effects of hormones. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **116**(3) p. 450–453.

MEHINAGIC, E.–ROYER, G.–SYMONEAUX, R.–JOURJON, F.–PROST, C. 2006: Characterization of odor-active volatiles in apples: influence of cultivars and maturity stage. J. Agric. Food Chem. **54.** p. 2678–2687.

MEIER, U. 1997: BBCH-Monograph. Growth stages of plants. Entwicklungsstadien von Pflanzen. Estadios de las plantas. Stades de dévelopement des plantes. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin, Wien, p. 622.

MEIER, U.–GRAF, H.–HACK, H.–HESS, M.–KENNEL, W.–KLOSE, R.–MAPPES, D.–SEIPP, D.–STAUSS, R.–STREIF, J.–VAN DEN BOOM, T. 1994: Phänologische Entwicklungsstadien des Kernobstes (*Malus domestica* Borkh. und *Pyrus communis* L.) des Steinobstes (*Prunus*-Arten), der Johannisbeere (*Ribes*-Arten) und der Erdbeere (*Fragaria x ananassa* Duch.). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. **46.** p. 141–153.

MEIER, U. 2003: Phenological growth stages, 269–283. In SCHWARTZ, M. D. (ed.): Phenology: an integrative science. Kluver Academic Publishers, Dordrecht / Boston / London, p. 564.

MELICH J. 1906: Szikszai Fabriczius Balázs Latin-magyar szójegyzéke 1590-ből. Értekezések a nyelv- és szép-tudományok köréből **19**(9).

MELICH J. 1912: Calepinus latin-magyar szótára 1585-ből. MTA, Budapest.

MELIUS JUHÁSZ P. 1578: Herbarium... Heltai G.-né, Kolozsvár.

MELOUNOVÁ, M.–VEJL, P.–SEDLÁK, P.–BLAZEK, J.–ZOUFALÁ, J.–MILEC, Z.–BLAZKOVÁ, H. 2005: Alleles controlling apple skin colour and incompatibility in new Czech apple varieties with different degrees of resistance against *Venturia inaequalis* CKE. Plant Soil Environ. **51.** p. 65–73.

MENZEL, A. 2000: Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. Int. J. Biometeorology **44.** p. 76–81.

MEYERS, B. C.–KAUSHIK, S.–NANDETY, R. S. 2005: Evolving disease resistance genes. Curr. Opin. Plant Biol. **8.** p. 129–134.

MIHALIK E.–RADVÁNSZKY A. –DORGAI L.–BUBÁN T. 2006a: *Pantoea agglomerans* előkezelés hatása GFP jelzett *Erwinia amylovora* baktériumok migrációjára Jonagold Decosta almafajta excizált virágainak szöveteiben. Növényvédelem **43**(12) p. 567–570.

MIHALIK E.–RADVÁNSZKY A.–DORGAI L.–BUBÁN T. 2006b: Az *Erwinia amylovora* migrációja alma virágokban és hajtásokban. XII. Magyar Növényanatómiai Szimpózium Sárkány Sándor Emlékére. 2006. június 22–23., Budapest. p. 109–113.

MIKA, A.–ANTOSZEWSKI, R. 1974: Photosynthesis efficiency of apple trees trained as hedgerows. Fruit Sci. Rep. **1.** p. 10–17.

MIKES K. 1794: Törökországi levelek (1717–1758). KULTSÁR I., Szombathely.

MILLER, N. J.–RICE-EVANS, C. A. 1997: The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. Food Chem. **60.** p. 331–337.

MILLS, W. D. 1944: Efficient use of sulfur dusts and sprays during rain to control apple scab. Cornell Ext. Bull. Press.

MIMIDA, N.–URESHINO, A.–TANAKA, N.–SHIGETA, N.–SATO, N.–MORIYA-TANAKA, Y. –IWANAMI, H. –HONDA, C.–SUZUKI, A.–KOMORI, S.–WADA, M. 2011: Expression patterns of several floral genes during flower initiation in the apical buds of apple (*Malus × domestica* Borkh.) revealed by in situ hybridization. Plant Cell Rep. **30**(8) p. 1485–92.

MINARRO, M.–DAPENA, E. 2004: Inheritance of tolerance to the rosy apple aphid of the cv. 'Florina'. Acta Hortic. **663.** p. 261–264.

MINCHIN, P. E. H.–THORPE, M. R.–WÜNSCHE, J. N.–PALMER, J. W.–PICTON, R. F. 1997: Carbon partitioning between apple fruits: short- and long-term response to availability of photosynthate. J. Exp. Bot. **48.** p. 1401–1406.

MIRMIRAN, P.–NOORI, N.–BEHESHTI, Z. M.–AZIZI, F. 2009: Fruit and vegetable consumption and risk factors for cardiovascular disease. Metabolism Clinical and Experimental **58.** p. 460–468.

MITTELSTÄDT, H.–KOCH, H. S. 1979: Forstresistens wichtiger Kern- und steinobst-sorten zur Zeit der Ruhe und Vegetation. Gartenbau. **26**(2) p. 54–55.

MOGGIA, J. A.–YURI, J. A.–PEREIRA, M. 2006: Mineral content of different apple cultivars in relation to fruit quality during storage. Acta Hortic. **721.** p. 265–272.

MOHÁCSY M. 1943: A gyümölcstermesztés kézikönyve. Második kiadás. Pátria Nyomda, Budapest.

MOHÁCSY M. 1946a: A gyümölcstermesztés kézikönyve. III. részleteiben átdolgozott kiadás. – „Pátria" Irodalmi Vállalat. p. 271–272.

MOHÁCSY M. 1946b: Gyümölcstermesztés. Pátria nyomda, Budapest.

MOHÁCSY M. 1961: Gyümölcstermesztés házi és háztáji kertekben. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

MOLNÁR I. 1898: Fatenyésztés. Budapest.

MOLNÁR I. (Rudinai Molnár I.) 1900–1909: Magyar pomológia I–V. füz. FM kiadása, Budapest.

MOLNÁR J.–SIMON GY. 1976: Magyar nyelvemlékek. Tankönyvkiadó, Budapest.

MOLNÁR J-NÉ–BALÁZS K.–JENSER G. 1997: Alma növényvédelme. p. 489–500. in: SOLTÉSZ M. (szerk.): Integrált gyümölcstermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

MORGAN, D. R.–SOLTIS, D. E.–ROBERTSON, K. R. 1994: Systematic and evolutionary implications of rbcL sequence variation in Rosaceae. – Amer. J. Bot. **81.** p. 890–903.

MORGAN, J.–RICHARDS, A. 1993: The Book of Apples. Ebury Press, London.

MORGAN, J.–RICHARDS, A. 2002: The new book of apples. Ebury Press, London.

MUHAMMAD, A.–AYUB, M.–ZEB, A.–DURRANI, Y.–ULLAH, J.–AFRIDI, S. U. R. 2011: Physicochemical analysis of apple pulp from Mashaday variety during storage. Agric. Biol. J. N. Am. **2.** p. 192–196.

MUKRED, A. K.–HROTKÓ K. 1988: Almaalany-fajták hajtásdugványainak gyökeresedése. Faiskolai és alanykutatási Tudományos Tanácskozás, 1988. 05. 25. 36–42. KÉE Kiadványai.

MUKRED, A. K.–HROTKÓ K.–TÓKEI L. 1990: Az alanyfajta és az időjárás hatása az alma alvószemzések őszi kihajtására. Kertgazdaság **22**(6). p. 15–21.

MULCAHY, D. L.–CRESTI, M.–SANSAVINI, S.–DOUGLAS, G. C.–LINSKENS, H. F.–MULCAHY, G. B.–VIGNANI, R.–PANCALDI, M. 1993: The use of random amplified polymorphic DNAs to fingerprint apple genotypes. Sci. Hortic. Amsterdam **54.** p. 89–96.

MURATA, M.–HARUTA, M.–MURAI, N.–TANIKAWA, N.–NISHIMURA, M.–HOMMA, S.–ITOH, Y. 2000: Transgenic apple (*Malus* × *domestica*) shoot showing low browning potential. J. Agr. Food Chem. **48.** p. 5243–5248.

MURATA, M.–NISHIMURA, M.–MURAI, N.–HARUTA, M.–HOMMA, S.–ITOH, Y. 2001: A transgenic apple callus showing reduced polyphenol oxidase activity and lower browning potential. Biosci. Biotech. Bioch. **65.** p. 383–388.

NADÁNYI J. 1669: Kerti dolgok leírása. Veres-egyházi Szentyel M. Nyomdája, Kolozsvár.

NAGY ÁKOSNÉ 2007a: Gyümölcsbor. In: BARTA J. (szerk): A gyümölcsfeldolgozás technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 184–195.

NAGY ÁKOSNÉ 2007b: Gyümölcsborecet. In: BARTA J. (szerk.): A gyümölcsfeldolgozás technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 195–203.

NAGY P.–LANTOS A. 1989: Törpe alma alanykísérlet eredményei. Kertgazdaság **22**(5).p. 9–13.

NAGY-TÓTH F. 1998: Régi erdélyi almák. Erdélyi Múzeum Egyesület, Kolozsvár.

NAGY TÓTH, E.–BUBÁN, T.–HEVESI, M.–OROSZ-KOVÁCS, ZS. 2000: Morphological characteristics of the nectary and composition of nectar in flowers of selected apple cultivars. Acta Hortic. **538.** p. 301–308.

NASCHITZ, S.–NAOR, A.–GENISH, S.–WOLF, S.–GOLDSCHMIDT, E. E. 2010: Internal management of non-structural carbohydrate resources in apple leaves and branch wood under a broad range of sink and source manipulations. Tree Physiol. **30.** p. 715–727.

NEMESKÉRI E. 2011: Almafajták szárazságtűrő képessége és aszályérzékenysége. Klíma-21 Füzetek. **64.** p. 12–21.

NEWBIGIN, E.–PAAPE, T.–KOHN, J. R. 2008: RNase-based self-incompatibility: puzzled by pollen S. Plant Cell **20.** p. 2286–2292.

NEWCOMB, R. D.–CROWHURST, R. N.–GLEAVE, A. P.–RIKKERINK, E. H. A.–ALLAN, A. C.–BEUNING, L. L.–BOWEN, J. H.–GERA, E.–JAMIESON, K. R.–JANSSEN, B. J.–LAING, W. A.–MCARTNEY, S.–NAIN, B.–ROSS, G. S.–SNOWDEN, K. C.–SOULEYRE, E. J. F.–WALTON, E. F.–YAUK, Y. K. 2006: Analyses of expressed sequence tags from apple. Plant Physiol. **141.** p. 147–166.

NOITON, D. A. M.–ALPASCH, P. A. 1996: Founding clones, inbreeding, coancestry, and status number of modern apple cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **121.** p. 773–782.

NÓTIN B.–STÉGER-MÁTÉ M.–JUHÁSZ R.–FICZEK G.–TÓTH M.–BARTA J. 2011: Effect of pre-treatment solutions of dried apple slices from several cultivars. Analecta Technica Szegedinensia **1–2.** p. 129–137.

NÓTIN B.–STÉGER-MÁTÉ M.–JUHÁSZ R.–TÓTH M.–BARTA J. 2009: Analysis of Hungarian resistant candidates for pulp processing. FAV Health, Avignon, France, 18–21 Oct. 2009. Abstr. p. 236.

NÓTIN B.–STÉGER-MÁTÉ M.–JUHÁSZ R.–TÓTH M.–BARTA J. 2010: Analysis of conventional and resistant apple candidates for concentrate processing. 5th Centr. Eur. Congr. on Food, Bratislava, Slovak Republic, 19–22 May 2010. Proc. p. 200–205.

NYBOM, H. 1990: DNA fingerprints in sports of ‚Red Delicious' apples. HortSci. **25.** p. 1641–1642.

NYBOM, H.–SCHAAL, B. A. 1990: DNA "fingerprints" applied to paternity analysis in apples (*Malus × domestica*). Theor. Appl. Genet. **79.** p. 763–768.

NYBOM, H.–SEHIC, J.–GARKAVA-GUSTAVSSON, L. 2008: Self-incompatibility alleles of 104 apple cultivars grown in northern Europe. J. Hortic. Sci. Biotech. **83.** p. 339–344.

NYÉKI J. (szerk.) 1980: Gyümölcsfajták virágzásbiológiája és termékenyülése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

NYÉKI J. 1989: Csonthéjas gyümölcsűek virágzása és termékenyülése. Doktori értekezés. MTA, Budapest.

NYÉKI J. 2003: Virágzás és termékenyülés. p. 158–202; in: PAPP J. (szerk.): Gyümölcstermesztési alapismeretek 1. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

NYÉKI J.–PETHŐ F. 1984: Fajta-előállítás, fajtaismeret, fajtahasználat. p. 84–157; in: PETHŐ F. (szerk.): Alma. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

NYÉKI J.–SOLTÉSZ M. 2011: A biológiai alapok szerepe az almaültetvények vízkészlet-gazdálkodásában. p. 49–60. in: TAMÁS J.: Almaültetvények vízkészlet-gazdálkodása. Debreceni Egyetem AGTC, Debrecen.

NYÉKI J.–TERPÓ A.–TÓTH M.–GYURÓ F.–SOLTÉSZ M. 1982: Flowering biological and growth characteristics of Malus species and cultivars, Acta Bot. Acad. Sci. Hung. **28**(3–4) p. 347–359.

NYUJTÓ F. 1987: Az alanykutatás hazai eredményei. Kertgazdaság **19**(5). p. 9–34.

NYUJTÓ F.–ERDŐS Z. 1992: A ceglédi alanyfajták jellemző értékmérő adatai. A „Lippai János" Tudományos Ülésszak előadásai és poszterei. KÉE kiadványai, Budapest. p. 337–341.

O. NAGY G. 1976: Magyar szólások és közmondások. Gondolat Kiadó, Budapest.

O'ROURKE, A. D. 1994: The world apple market. Food Products Press, New York.

O'ROURKE, D. 2003: World production, trade, consumption and economic outlook for apples. p. 15–29. in: FERREE, D. C.–WARRINGTON, I. J. (eds.): Apples. Botany, production and uses. CABI Publishing, Cambridge.

OBERDIECK, J. G. C.–LUCAS, E. 1860: Monatsschrift für Pomologie und praktischen Obstbau (Journal of Pomology and Practical Fruit-growing). Ebner & Seubert, Stuttgart.

OGJANOV, V.–VUJANIC-VARGA, D.–GASIC, K. 1999: Breeding columnar apples in Novi Sad. Acta Hortic. **484.** p. 207–209.

OKÁLYI I. 1954: Gyümölcstermelés 1. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

OLIVER, M. A. 1997: Soil and human health: a review. Eur. J. Soil. Sci. **48.** p. 573–592.

OPPENHEIMER, C.–SLOR, E. 1968: Breeding apples for a subtropical climate. Theor. Appl. Gen. **38** p. 97-102.

OPREA, A. 2005: Lista critică a plantelor vasculare din România. – Univ. "Alexandru Ioan Cuza" Press, Iaşi. p. 111.

OROSZ-KOVÁCS ZS.–BUBÁN T.–SCHEIDNÉ NAGY TÓTH E. 2001a: Az almavirágok morfológiája. p. 28–46. in: OROSZ-KOVÁCS ZS. (szerk.): Az alma virágzásbiológiája. PTE TTK Növénytani Tanszék és Botanikus Kert, Almatermesztők Szövetsége, Pécs.

OROSZ-KOVÁCS ZS.–BOTZ L.–BUBÁN T.–FARKAS Á.–HORVÁTH A.–SHEIDNÉ NAGY TÓTH E.–SZABÓNÉ MÜHLENKAMPF E.–SZABÓ T. 2001b: Az alma virágbiológiája. PTE TTK Növénytani Tanszék és botanikus Kert, Almatermesztők Szövetsége, Újfehértó, p. 179.

OROSZ-KOVÁCS ZS.–SCHEIDNÉ NAGY TÓTH E.–KAPOSVÁRI F. 2001c: Az almavirágok szekréciós struktúrái. A nektárium. p. 47–66; in: OROSZ-KOVÁCS ZS. (szerk.): Az alma virágzásbiológiája. PTE TTK Növénytani Tanszék és Botanikus Kert. Almatermesztők Szövetsége, Pécs.

OVIDIUS, P. N. 1964: Átváltozások (ford. DEVECSERI G.) Magyar Helikon, Budapest.

P. HARTYÁNYI B.–NOVÁKI GY. 1975: Növényi mag- és termésleletek Magyarországon az újkőkortól a XVIII. századig II. rész. MMgM Közlem. 1973–1974. p. 23–73.

P. HARTYÁNYI B.–NOVÁKI GY.–PATAY Á. 1969: Növényi mag- és termésleletek Magyarországon az újkőkortól a XVIII. századig I. rész. MMgM Közlem. 1967–1968 p. 5–84.

PAIS I. 1999: A mikroelemek jelentősége az életben. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 9–37.

PÁL J.–ÚJVÁRI E. (szerk.) 1997: Szimbólumtár. Balassi Kiadó, Budapest.

PALLADIUS, R. T. (Aemilianus) 1876: A mezőgazdaság, in: Gesner u. Schneider szövegkiadása Scriptores rei rusticae c. gyűjtemény III. kötetében. Berlin.

PALMA, J. M.–CORPAS, F. J.–DEL RIO, L. A. 2011: Proteomics as an approach to the understanding of the molecular physiology of fruit development and ripening. J. Proteomics **74.** p. 1230–1243.

PALMER, J. W. 1986: Seasonal variation of light saturated photosynthesis rate of Golden Delicious apple leaves as influenced by leaf type and crop load. in: LAKSO, A. N.–LENZ F. (eds.): The regulation of photosynthesis in fruit trees. p. 27–29. Special Publication, NY State Agr. Exp. Sta., Geneva.

PALMER, J. W.–PRIVÉ, J. P.–TUSTIN, D. S. 2003: Temperature. p. 217–236; in FERREE D. C.–WARRINGTON I. J. (eds.): Apples. Botany, production and uses. CABI Publishing, Wallingford, UK.

PALMER, J. W.–WÜNSCHE, J. N.–MELAND, M.–HANN, A. 2002: Annual dry–matter production by three apple cultivars at four within–row spacings in New Zealand. J. Hortic. Sci. Biotech. **77.** p. 712–717.

PANYIK GÁBORNÉ 2007: Pálinkák. In: BARTA J. (szerk.) A gyümölcsfeldolgozás technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 164–181.

PAPP D.–FICZEK G.–STÉGERNÉ MÁTÉ M.–NÓTIN B.–KIRÁLY I.–TÓTH M. 2011: Kárpát-medencei régi almafajták beltartalmi értékei és perspektívái a XXI. század hazai nemesítésében. Kertgazdaság **43.** p. 23–27.

PAPP G. 2009: Szárított almatörköly, mint feldolgozóipari melléktermék, közvetlen hasznosítása a sütőiparban. Diplomamunka (http:/hdl.handle.net/2437/90034).

PAPP J. (szerk.) 2003: Gyümölcstermesztési alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

PAPP J. 2004: A gyümölcsök termesztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

PAPP N.–STEFANOVITS-BÁNYAI É.–SZILVÁSSY B.–TÓTH M.–SZABÓ T.–HEGEDŰS A. 2009: The role of Hungarian apple cultivar and candidates in nutrition, especially the magnesium input. Magnesium Research. **22**(2) p. 105–106.

PAPRSTEIN, F.–BLAZEK, J. 1996: Pollination relations of new apple cultivars. Acta Hortic. **423.** p. 135–144.

PARRY, M. S. 1980: Evidence of clonal variation and latent virus effect on the vigour of Coxs Orange Pippin apple trees on M. 9 rootstocks, J.Hort.Sci. **55**(4) 439–440.

PATOCCHI, A.–BIGLER, B.–KOLLER, B.–KELLERHALS, M.–GESSLER, C. 2004: Vr2: a new apple scab resistance gene. Theor. Appl. Genet. **109.** p. 1087–1092.

PATOCCHI, A.–WALSER, M.–TARTARINI, S.–BROGGINI, G. A. L.–GENNARI, F.–SANSAVINI, S.–GESSLER, C. 2005: Identification by genome scanning approach (GSA) of a microsatellite tightly associated with the apple scab resistance gene Vm. Genome **48.** p. 630–636.

PÄTZOLD, G.–FISCHER, M. 1991. Ergebnisse aus Obstunterlagenprüfungen. Teil I. Schwachwachsende Apfelunterlagen. Erwerbsobstbau **33**(1). p. 7–10.

PEIRS, A.–SCHEERLINK, N.–BERNA-PEREZ, A.–JANCSOK, P.–NICOLAI, B. M. 2002: Uncertainty analysis and modelling of the starch index during apple fruit maturation. Postharvest Biol Tec. **26.** p. 199–207.

PERRING, M. A.–JACKSON, C. H. 1975: The mineral composition of apples. Calcium concentration and bitter pit in relation to mean mass per apple. J. Sci. Food Agric. **26.** p. 1493–1502.

PETERSON, C. A.–EMANUEL, M. E.–WEERDENBERG, C. A. 1981: The permeability of phi thickening in apple (*Pyrus malus*) and geranium (*Pelargonium hortorum*) roots to an apoplastic fluorescent dye tracer. Can. J. Bot. **59.** p. 1107–1110.

PETHŐ F. 1969: Almatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

PETHŐ F. 1988. Az alma alanyhatás-vizsgálat eredményei Szabolcs-Szatmár megyében. Faiskolai és Alanykutatási Tudományos Tanácskozás, KÉE kiadványa, Budapest. p. 9–29.

PETHŐ F. 1990: Perspektivikus almafajták és alanyok összehasonlítása. „Lippay János" Tudományos Ülésszak előadásai. KÉE kiadványa, Budapest. p. 238.

PETHŐ F. (szerk.) 1984: Alma. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

PETHŐ M. 1993: Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest.

PETKOVSEK, M. M.–STAMPAR, F. –VEBERIC, R. 2007: Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). Sci. Hortic. **114.** p. 37–44.

PETRONI, K.–TONELLI, C. 2011: Recent advances on the regulation of anthocyanin synthesis in reproductive organs. Plant Sci. **181.** p. 219–229.

PFEIFFER, J.–KUHNEL, C.–BRANDT, J.–DUY, D.–PUNYASIRI, P. A. N.–FORKMANN, G.–FISCHER, T. C. 2006: Biosynthesis of flavan 3-ols by leucoanthocyanidin 4-reductases and anthocyanidin reductases in leaves of grape (*Vitis vinifera* L.), apple (*Malus x domestica* Borkh.) and other crops. Plant Phys. Biochem. **44.** p. 323–334.

PHIPPS, J. B.–ROBERTSON, K. R.–SMITH, P. G. –ROHRER, J. R. 1990: A checklist of the subfamily Maloideae (Rosaceae). Can. J. Bot. **68.** p. 2209–2269.

PISKOLCZI M.–VARGA CS.–RASKÓ J. 2004: A review of the meteorological causes of sunburn injury on the surface of apple fruit (*Malus domestica* Borkh). Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. **12**(Suppl.) p. 245–252.

PITERA, E.–ODZIEMKOWSKI, S.–DABROWSKA, B. 2004: Improvement of seed germination in apple breeding. Acta Hortic. **663.** p. 783–785.

PLINIUS, 1973: A természet történiája. Válogatta és ford. VÁCZY K. Kritérion kiadó. Bukarest.
PLUTARKHOSZ, 2005: Párhuzamos életrajzok ford. Borzsák I. Osiris Kiadó, Budapest.
PODANI J. 2005: Földindulás a szárazföldi növények osztályozásában. – ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. p. 88
PONOMARENKO, V. V. 1986: Review of the species comprised in the genus *Malus* Mill. – Sbornik Naucsnih Trudov po prikladnoj Botanike, Genetike i selektsii **106.** p. 3–27.
PONTAIS, I.–TREUTTER, D.–PAULIN, J. P.–BRISSET, M. N. 2008: *Erwinia amylovora* modifies phenolic profiles of susceptible and resistant apple through its type III secretion system. Physiol Plant. **132.** p. 262–271.
PORPÁCZY A. (szerk.) 1964: A korszerű gyümölcstermesztés elméleti kérdései. Második, átdolgozott, bővített kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
PORPIGLIA, P. J.–BARDEN, J. A. 1980: Seasonal trends in net photosynthetic potential, dark respiration, and specific leaf weight of apple leaves as affected by canopy position. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **105. p.** 920–923.
PÓS V.–HUNYADI-GULYÁS É.–CAIAZZO, R.–JÓCSÁK I.–MEDZIHRADSZKY K. F.–LUKÁCS N. 2011: Induction of pathogenesis-related proteins in intercellular fluid by cadmium stress in barley (*Hordeum vulgare*) – A proteomic analysis. Acta Aliment. Hung. **40.** p. 164–175.
POSTMAN, J.–CAMERON, H. 1987: Apple Mosaic Virus in U.S. Filbert Germ Plasm. Plant Dis. **71.** p. 944–945.
POTTER, D.–ERIKSSON, T.–EVANS R. C.–OH S.-H.–SMEDMARK J.–MORGAN D.–KERR M.–ROBERTSON K. R.–ARSENAULT M.–DICKINSON, T. A.–CAMPBELL, C. S. 2007: Phylogeny and classification of Rosaceae. Pl. Syst. Evol. **266.** p. 5–43.
POTTER, D.–GAO, F.–BORTIRI, P. E.–OH, S.–BAGGETT, S. 2002: Phylogenetic relationships in Rosaceae inferred from chloroplast matK and trnL-trnF nucleotide sequence data. – Pl. Syst. Evol. **231.** p. 77–89.
POTTS, S.–HAN, Y.–KHAN, M. A.–KUSHAD, M.–RAYBURN, A. L.–KORBAN, S. 2012: Genetic diversity and characterization of a core collection of Malus germplasm using Simple Sequence Repeats (SSRs). Plant Mol. Biol. Rep. **30.** p. 827–837.
POWNEY, R.–BEER, S. V.–PLUMMER, K.–LUCK, J.–RODONI, B. 2011a: The specificity of PCR-based protocols for detection of *Erwinia amylovora.* Aust. Plant Pathol. **40.** p. 87–97.
POWNEY, R.–SMITS, T. H. M.–SAWBRIDGE, T.–FREY, B.–BLOM, J.–FREY, J. E.–PLUMMER, K. M.– BEER, S. V.–LUCK, J.–DUFFY, B.–RODONI, B. 2011b: Genome Sequence of an *Erwinia amylovora* strain with restricted pathogenicity to *Rubus* Plants. J. Bacteriology. **193.** p. 785–786.
PRANG, L.–STEPHAN, M.–SCHNEIDER, G.–BANGERTH, F. 1997: Gibberellin signals originating from apple fruit and their possible involvement in flower induction. Acta Hortic. **463.** p. 235–241.
PRESTON, A. P. 1970: Apple rootstock studies: 15 years results with MM clones. J. Hortic.Sci. **41.** p. 349–360.
PRESTON, A. P. 1971: Apple rootstock 3431 (M. 27). Ann.Rep. E.M.Res.Stn. for 1970, p. 143–147.
PRESTON, A. P. 1978: Size controlling apple rootstocks. Acta Hortic. **65.** p.149–155.
PRESTON, A. P. 1982: Apple rootstocks in 2001. Am.Fruit Grower **3** (102). p.16–19.
PRIOL, J. 1962: Flower, fertilization and fertility biology of the apple tree. NOLIT Publishing House, Belgrade.
PRISZTER SZ. 1963. in: CSAPODY V.–PRISZTER SZ.: Magyar növénynevek szótára Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
PROBOCSKAI E. 1966: Faiskola. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
PROBOCSKAI E. 1968: Faiskola. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
PROBOCSKAI E. 1969: Faiskola. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
PROBOCSKAI E. 1973: Üzemi termesztésünkben használható fontosabb almaalanyok. Kertészeti Munkaközösség Közleményei, **14.** p. 1–56.
PROBOCSKAI E. 1984: Az alma alanyai, in PETHŐ F.: Alma. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
PUSKELY M. 1995–1996: Keresztény szerzetesség I-II. Bencés Kiadó, Budapest.
QIAN, G. Z.–LIU, L. F.–HONG, D. Y.–TANG G. G. 2008: Taxonomic study of *Malus* section *Florentinae* (Rosaceae). – J. Linn. Soc. Bot. **158**(2) p. 223–227.
QIAN, G. Z.–LIU, L. F.–TANG, G. G. 2006: A new section in *Malus* (Rosaceae) from China. – Ann. Bot. Fennici. **43**(1) p. 68–73.
QIAN, G. Z.–LIU, L. F.–TANG, G. G. 2010: 1933: Proposal to conserve the name *Malus domestica* against *M. pumila, M. communis, M. frutescens,* and *Pyrus dioica* (Rosaceae) – Taxon. **59**(2) p. 650–652.
QIN, G.–WANG, Q.–LIU, J.–LI, B.–TIAN, S. 2009: Proteomic analysis of changes in mitochondrial protein expression during fruit senescence. Proteomics **9.** p. 4241–4253.
QUINLAN, J. D. 1969: Mobilization of ^{14}C in spring following autumn assimilation of $^{14}CO_2$ by an apple rootstock. J. Hort. Sci. **44.** p. 107–110.
RÁCZ J. 2010: Növénynevek enciklopédiája. Tinta Kiadó, Budapest.
RACSKÓ J. 2008: Különböző növekedési erélyű alanyok hatása a termés-önszabályozására. Doktori disszertáció, Debreceni Egyetem.
RACSKÓ J.–MILLER, D. D. 2010: Intra-inflorescence pattern of the opening of apple (*Malus domestica* Borkh.) flowers. Int. J. Plant Reprod. Biol. **2**(1) p. 65–77.

RAPAICS R. 1937a: A vadalma alakváltozásai. – Bot. Közlem. **34**(1) p. 76.
RAPAICS R. 1937b: Bevezetés. p. 3–6. in: KEREKES L. (szerk.). Pomológia. Harmadik kötet. Alma I. Növényvédelem és Kertészet Kiadása, Budapest.
RAPAICS R. 1940a: Magyar kertek. Egyetemi nyomda. Budapest.
RAPAICS R. 1940b: A magyar gyümölcs. KMTT, Budapest.
RAYMAN J.–TOMCSÁNYI P. (1964): Gyümölcsfajták zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
REGNARD, J. L.–SEGURA, V.–MERVEILLE, N.–DUREL, C. E.–COSTES, E. 2009: QTL analysis for leaf gas exchange in an apple progeny grown under atmospheric constraints. Acta Hortic. **814.** p. 369–374.
REHDER, A. 1940: Manual of Cultivated Trees and Shrubs. 2nd ed. – MacMillan, New York. p. 389–399.
REIM, S.–FLACHOWSKY, H.–HANKE, M.-V.–PEIL, A. 2009: Verifying the parents of the Pillnitzer apple cultivars. Acta Hortic. **814.** p. 319–323.
REIS, S. F. A. R.–ROCHA, S. M.–BARROS, A. S.–DELGADILLO, I.–COIMBRA, M. A. 2009: Establishment of the volatile profile of 'Bravo de Esmolfe' apple variety and identification of varietal markers. Food Chem. **113.** p. 513–521.
RENARD, C. M. G. C.–THIBAULT, J. F. 1993: Studies on apple protopectin. VI: Extraction of pectins from apple cell walls with rhamnogalacturonase. Carbohydr. Polym. **22.** p. 203–210.
REYES, V. M.–GIRONA, J.–MARSAL, J. 2006: Effect of late spring defruiting on net CO_2 exchange and leaf area development in apple tree canopies. J. Hortic. Sci. Biotech. **81.** p. 575–582.
RICHARDSON, E. A.–SEELEY, S. D.–WALKER, D. R. 1974: A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. HortScience. **9.** p. 331–332.
RIEDHART, J. M.–GUARD, A. T. 1957: On the anatomy of the roots of apple seedlings. Botanical Gazette. **118**(3) p. 191–194.
RITC, A. E. 1970: Calyx end rot of apple. Phytopathology **60.** p. 1152.
ROACH, F. A. 1985: Cultivated fruits of Britain. Their origin and history. Basil Blackwell, Oxford.
ROBARDS, K.–ANTOLOVICH, M. 1997: Analytical chemistry of fruit bioflavonoids – A review. Analyst. **122.** p. R11–R34.
ROBERTSON, K. R.–PHIPPS, J. B.–ROHRER, J. R.–SMITH, P. G. 1991: A synopsis of genera in Maloideae (Rosaceae). – Syst. Bot. **16.** p. 376–394.
ROBINSON, J. P.–HARRIS, S. A.–JUNIPER, B. E. 2001: Taxonomy of the genus *Malus* Mill. (Rosaceae) with emphasis on the cultivated apple, *Malus domestica* Borkh. – Pl. Syst. Evol. **226.** p. 35–58.
ROBINSON, T. L.–SEELEY, E. J.–BARRITT, B. H. 1983: Effect of light environment and spur age on 'Delicious' apple fruit size and quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **108.** p. 855–861.
ROCHE, P.–ALSTON, F. H.–MALIEPAARD, C.–EVANS, K. M.–VRIELINK, R.–DUNEMANN, F.–MARKUSSEN, T.–TARTARINI, S.–BROWN, L. M.–RYDER, C.–KING, G. J. 1997: RFLP and RAPD markers linked to the rosy leaf curling aphid resistance gene (Sd1) in apple. Theor. Appl. Genet. **94.** p. 528–533.
RODLER I. 2005: Új tápanyagtáblázat. Medicina Kiadó, Budapest. p. 300–302.
ROEMER, K. 1984: Zusammenhänge zwischen Fruchtgrösse und Qualität. Mitt OVR Jork. **21.** p. 200–233.
ROEMER, T. H.–HILKENBAUMER, F. 1937: Wurzelstudien an 25 jährigen Kernobstbäumen. Kühn-Archiv. B. 42.
ROGERS, W. S.–VYVYAN, M. C. 1934: Root studies V. Root stock and soil effect on apple root systems. J. Pomol. Hort. Sci. **12.** p. 110–125.
ROHEIM G. 1916: Lucaszék. Néprajzi Értesítő **17.** p. 15–52.
ROLLAND, F.–BAENA-GONZALEZ, E.–SHEEN, J. 2006: Sugar sensing and signaling in plants: conserved and novel mechanisms. Annu. Rev. Plant Biol. **57.** p. 675–670.
ROM, C. R.–BARRITT, B. H. 1987: Management of apple fruiting spurs for fruit quality and profitability. Gootfruit Grower **38.** p. 14–23, 58–59.
ROSS, S. A.–DAVIS, C. D. 2011: MicroRNA, nutrition, and cancer prevention. Adv. Nutr. **2** p. 472–485.
ROUSELLE, G. L.–WILLIAMS, E. B.–HOUGH, L. F. 1974: Modification of the level of resistance to apple scab from the Vf gene. Proc. 14th Int. Hortic. Congr. Warsaw **3.** p. 19–26.
ROWAN, D. D.–HUNT, M. B.–ALSPACH, P. A.–WHITWORTH, C. J.–ORAGUZIE, N. C. 2009a: Heritability and genetic and phenotypic correlations of apple (*Malus* x *domestica*) fruit volatiles in a genetically diverse breeding population. J. Agric. Food. Chem. **57.** p. 7944–7952.
ROWAN, D. D.–HUNT, M. B.–DIMOURO, A.–ALSPACH, P. A.–WESKETT, R.–VOLZ, R.K.–GARDINER, S. E.–CHAGNÉ, D. 2009b: Profiling fruit volatiles in the progeny of a 'Royal Gala' x 'Granny Smith' apple (*Malus* x *domestica*) cross. J. Agric. Food. Chem. **57.** p. 7953–7961.
RUELLIUS, J. 1536: DIOSZKORIDÉSZ, Natura stirpium libri tres. Off. Probeniana, Basilea.
RUPASINGHE, H. P. V.–HUBER, G. M.–EMBREE, C.–FORSLINE, P. L. 2010: Red-fleshed apple as a source for functional beverages. Can. J. Plant Sci. **90**(1).p. 95–100.
RUSHOLME-PILCHER, R. L.–CELTON, J. M.–GARDINER, S. E.–TUSTIN, D. S. 2008: Genetic markers linked to the dwarfing trait of apple rootstock 'Malling 9'. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **133.** p. 100–106.

SADOWSKI, A.–HROTKÓ K. (Eds.) 1999: Apple rootstocks for intensive orchards. Proceedings of the International Seminar Warsaw-Ursynów, August p. 18–21.

SAITO, N.–HARBORNE, J. B. 1992: Correlations between anthocyanin type, pollinator and flower colour in the *Labiatae*. Phytochemistry **31.** p. 3009–3015.

SANCHO, A. I.–FOXALL, R.–RIGBY, N. M.–BROWNE, T.–ZUIDMEER, L.–VAN REE, R.–WALDRON, K. W.–MILLS, E. N. 2006: Maturity and storage influence on the apple (*Malus domestica*) allergen Mal d 3, a non specific lipid transfer protein. J. Agric. Food. Chem. **54.** p. 5098–5104.

SANONER, P.–GUYOT, S.–MARNET, N.–MOLLE, D.–DRILLEAU, J. F. 1999: Polyphenol profiles of French cider apple varieties *(Malus domestica)*. J. Agr. Food Chem. **47.** p. 4847–4853.

SÁRKÁNY S.–SZALAI I. 1966: Növénytani praktikum I. Növényszervezettani gyakorlatok. 3. kiad. Tankönyvkiadó, Budapest.

SASSA, H.–KAKUI, H.–MIYAMOTO, M.–SUZUKI, Y.–HANADA, T.–USHIJIMA, K.–KUSABA, M.–HIRANO, H.–KOBA, T. 2007: S locus F-Box brothers: Multiple and pollen-specific F-box genes with S haplotype-specific polymorphisms in apple and Japanese pear. Genetics **175.** p. 1869–1881.

SASSA, H.–MASE, N.–HIRANO, H.–IKEHASHI, H. 1994: Identification of self-incompatibility-related glycoproteins in styles of apple (*Malus x domestica*). Theor. Appl. Genet. **89.** p. 201–205.

SASSA, H.–NISHIO, T.–KOWYAMA, Y.–HIRANO, H.–KOBA, T.–IKEHASHI, H. 1996: Self-incompatibility S alleles of the Rosaceae encode members of a distinct class of the T2/S ribonuclease superfamily. Mol. Gen. Genet. **250.** p. 547–557.

SAURE, M. C. 1990: External control of antocyanin formation in apple. Sci. Hort. **42.** p.181–218.

SAX, K. 1933: The origin of the Pomoideae. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **30.** p. 147–150.

SCALZO, J.–POLITI, A.–PELLEGRINI, N.–MEZZETTI, B.–BATTINO, M. 2005: Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. Nutrition. **21.** p. 207–213.

SCHAFFER, R. J.–FRIEL, E. N.–SOULEYRE, E. J. F.–BOLITHO, K.–THODEY, K.–LEDGER, S.–BOWEN, J. H.–MA, J.-H.–NAIN, B.–COHEN, D.–GLEAVE, A. P.–CROWHURST, R. N.–JANSSEN, B. J.–YAO, J. L.–NEWCOMB, R. D. 2007: A genomics approach reveals that aroma production in apple is controlled by ethylene predominantly at the final step in each biosynthetic pathway. Plant Physiol. **144.** p. 1899–1912.

SCHEIDNÉ NAGY TÓTH E.–OROSZ-KOVÁCS ZS.–KAPOSVÁRI F 2001: Az alma-pollen. – In: OROSZ-KOVÁCS ZS. (szerk.): Az alma virágzásbiológiája. PTE TTK Növénytani Tanszék és Botanikus Kert, Almatermesztők Szövetsége, Pécs. p. 67–69.

SCHILLER, F. 1976: Tell Vilmos ford. Vas I. Európa Kiadó, Budapest.

SCHMIDT, H.–VAN DER WEG, W. E. 2005: Breeding. p. 136–155. in: TROMP, J.–WEBSTER, A. D.–WERTHEIM, S. J. (eds): Fundamentals of temperature zone tree fruit production. Backhuys Publishers, Leiden.

SCHMITZ-EIBERGER, M.–MATTHES, A. 2011: Effect of harvest maturity, duration of storage and shelf life of apples on the allergen Mal d 1, polyphenoloxidase activity and polyphenol content. Food Chem. **127** p. 1459–1464.

SCHULZE-MENZ, G. K. 1964: Rosaceae. – In: MELCHIOR H. (ed.) Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien II. 12th ed. – Gebruder Borntraeger, Berlin, p. 209–218.

SCHÜSSLER A.–SCHWARZOTT D.–WALKER, C 2001: A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. Mycol. Res. **105**(12) p. 1413–1421.

SCHWANITZ F. 1973: A kultúrnövények keletkezése: az egész növényvilág evolúciós modellje. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

SCHWALFENBERG, G. K. 2012: The alkaline Diet: Is there Evidence that an alkaline pH diet benefits health? J. Environ. Public Health. article ID 727630, doi:10.1155/2012/727630.

SEBŐK L. 1990: Magyar neve? Határon túli helységnév-szótár. Arany Lapok, Budapest.

SEBŐK I. – PROBOCSKAI E. 1973: Az MM valamint az M. 26 és M. 27 almaalanyok. Témadokumentáció, Agroinform kiadványa.

SEGLIAS, N. P.–GESSLER, C. 1997: Genetics of apple powdery mildew resistance from *Malus zumi* (Pl2). Integrated control of pome fruit diseases. IOBC/WPRS Bulletin **20.** p. 195–208.

SERGUSCHENKO, I.–KOLENCHENKO, E.–KHOTIMCSHENKO, M. 2007: Low esterified pectin accelerates removal of lead ions in rats. Nutr. Res. **27.** p. 633–639.

SHAFIG, M.–SINGH, Z.–KHAN, A.S. 2012: Time of methyl jasmonate application influences the development of 'Cripps Pink' apple fruit color. J. Sci. Food Agric. **93**(3) p. 611-618.

SHAHIDI, F.–NACZK, M. 2004: „Phenolics in Food and Nutraceuticals." 575. Boca Raton London.

SHARKEY, T. D. 1988: Estimating the rate of photorespiration in leaves. Physiol. Plant. **73.** p. 147-152.

SIDDIQUI, S.–BRACKMANN, A.–STREIF, J.–BANGERTH, F. 1996: Controlled atmosphere storage of apples, cell wall composition and fruit softening. J. Hortic. Sci. **71.** p. 613–620.

SILBEREISEN, R. 1985: Schorfwiderstandsfähige Apfelsorten – Zuchtziel und Wirklichkeit. Erwerbsobstbau **27**(1) p. 5–13.

SILBEREISEN, R. 1988: Morphological records on inflorescences in apple and pear cultivars. Acta Hortic. **224.**: 453–460.

SILBEREISEN, R.–SCHERR, F. 1996: Anbauvergleich mit schwachwachsenden Apfel-Unterlagen. Erwerbsobstbau. **38.** p. 98–106.

SILFVERBERG-DILWORTH, E.–MATASCI, C.–VAN DE WEG, W.–VAN KAAUWEN, M.–WALSER, M.–KODDE, L.–SOGLIO, V.–GIANFRANCESCHI, L.–DUREL, C.–COSTA, F.–YAMAMOTO, T.–KOLLER, B.–GESSLER, C.–PATOCCHI, A. 2006: Microsatellite markers spanning the apple (*Malus x domestica* Borkh.) genome. Tree Genet. Genomes **2.** p. 202–224.

SIMON R. 1987: A Korán világa. Magyar Helikon, Budapest.

SIMONYI K. 1986: A fizika kultúrtörténete. Gondolat Kiadó, Budapest.

SIMOPOULOS, A. P.–ORDOVAS, J. M. 2004: Nutrigenetics and nutrigenomics, World Review of Nutrition and Dietetics, **93.** Karger.

SINGH, D.–SHARMA, S. D.–KUMAR, K. 2002: Flowering and cross-compatibility in apple cultivars growing in the Kullu Valley of India. J. Am. Pom. Soc. **56.** p. 46-50.

SINGLER, D. STÖSSER, R 1990: Der Apfelschorf (*Venturia inaequalis*): histologische Untersuchungen an Früchten von resistenten und anfälligen Sorten. Mitteilungen Klosterneuburg **40**(5) p. 223–230.

SINGLETON, V. L. 1981: Flavonoids: In: CHILDSTER, C. O.–MRAK, E. M.–STEWART, G. F. (eds): Advances in food research. Academic Press, New York. **27.** p. 149–242.

SIPOS L.–FICZEK G.–KÓKAI Z.–TÓTH M. 2012: New multi-resistant apple cultivars – complex assessment of sensory and some instrumental attributes. Acta Aliment. Hung. **42**(2). p. 132–142.

SMITH S. E.–READ, D. J. 2008: Mycorrhizal Symbiosis. Third Edition. Academic Press. San Diego, London.

SMOCK, R. M. 1948: A study of maturity indices for 'McIntosh' apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **52.** p. 176–182.

SOLTÉSZ M. 1992: Virágzásfenológiai adatok és összefüggések hasznosítása az almaültetvények fajtatársításában. Doktori értekezés. MTA, Budapest.

SOLTÉSZ M. 1997: Alma. In: SOLTÉSZ M. (szerk.): Integrált gyümölcstermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

SOLTÉSZ M. (szerk.) 1998: Gyümölcs-fajtaismeret-és használat. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

SOLTÉSZ M. 2002: Alma. In: NYÉKI J.–SOLTÉSZ M.–SZABÓ Z. (szerk.): Fajtatársítás a gyümölcsültetvényekben. Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 72–150.

SOLTÉSZ M.–GYURÓ F.–TERPÓ A.–NYÉKI J.–TÓTH M. 1979: Üzemi almafajták és *Malus*-fajok társításának lehetőségei. Kertgazdaság **11**(5) p. 1–16.

SOLTÉSZ M. –NYÉKI J. – LÉVAI P. 2011: Az aszály és szárazodás elleni küzdelem a kertészeti termelésben. Klíma füzetek. **64.** p:5-11.

SOLTÉSZ M.–NYÉKI J.–SZABÓ Z. (szerk.) 2010: A gyümölcstermesztést veszélyeztető extrém időjárási hatások előrejelzése és gazdaságos védekezési technológiák kidolgozása. Nemzeti Technológiai Program pályázat részjelentés. http://www.kfi-kutatas.hu/file/klima2010.pdf

SOLTÉSZ M.–SZABÓ T. 2008: Alma. p. 119–155. in: SOLTÉSZ M. (szerk.): Gyümölcsfajta-ismeret és -használat. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

SOÓ R.–JÁVORKA S. 1951: A magyar növényvilág kézikönyve I. – Akadémiai Kiadó. p. 240–245.

SOÓ R. 1966: A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve II. – Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 105–107.

SOUCI, S. W.–FACHMANN, W.–KRAUT, H. 2008: Food Composition and nutrition Tables 1989/ 1990. Med. Pharm. Scientific Publishers, Stuttgart.

SPEISKY, H. 2010: Determination of antioxidant capacity, total phenolic content and mineral composition of different fruit tissue of five apple cultivars grown in Chile. Chil. J. Agric. Res. **70.** p. 523–536.

SPENCER, P. W.–TITUS, J. S. 1972: Biochemical and ensymatic changes in apple leaf tissue during autumnal senescence. Plant Physiol. **49.** p. 746–750.

STANLEY, C. J.–STOKES, J. R.–TUSTIN, D. S. 2001: Early prediction of apple fruit size using environmental indicators. Acta Hortic. **557.** p. 441–446.

STEFANOVITS-BÁNYAI É.–PAPP N.–SZILVÁSSY B.–TÓTH M.–SZABÓ T.–FEKETE B.–NEMES A.–HEGEDŰS A. 2009: Comparison of antioxidant power in fruits of commercial apple cultivars and cultivar candidates grown in Hungary. Acta Biologica Szegediensis. **53.** (1) p. 67–68.

STÉGERNÉ MÁTÉ M. 2007: A gyümölcsfeldolgozás nyersanyagai. In: BARTA J. (szerk.) A gyümölcsfeldolgozás technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 7–33.

STÉGERNÉ MÁTÉ M.–FEKETE H.–NÓTIN B.–FICZEK G.–TÓTH M.–BARTA J. 2010: Almafajták szárításra való alkalmasságának vizsgálata. XVI. Növénynemesítési Tudományos Napok. 2010. március 11. Összefoglalók. p. 126.

STEINBORN, G. 1983: New early apple cultivars compared. Erwerbsobstbau **25** p. 188–190.

STEPHAN, M.–BANGERTH, F.–SCHNEIDER, G. 1997: Transport and metabolism of the Gibberellin A_1, A_3 and A_4 after application to developing apple fruits of *Malus domestica* cv. Jonagold. Acta Hortic. **463.** p.113–119.

STEVENS, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 11, May 28, 2011. http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/. Last updated 07/02/2012.

STEVENSON, D. E.–HURST, R. D. 2007: Polyphenolic phytochemicals – just antioxidants or much more? Cell Mol. Life Sci. **64.** p. 2900–2916.

STIRLING J. 1995–1998: Lexicon nominum herbarum, arborum fructicumque linguae latinae I–IV. Enciklopédia Kiadó, Budapest.

STOLL, K. 1969: Höchstertrage und Qualitatserzeugubng bei Obst und Gemüse als Düngungsproblem. Qual. Pl. Mater. **1–3.** p. 206–226.

STÖSSER, R. 1983: Der einfluss des destaubungszeitpunkts auf den fruchtansatz. Obst und Garten, Stuttgart. **104** (5) p. 246–248.

STRABÓN, 1977: Geógraphika ford. FÖLDY J. Gondolat Kiadó, Budapest.

SUCKLING, D. M.–TWIDLE, A. M.–GIBB, A. R.–MANNING, L. M.–MITCHELL, V. J.–SULLIVAN, T. E.–WEE, S. L.–EL-SAYED, A. M. 2012: Volatiles from apple trees Infested with light brown apple moth larvae attract the parasitoid *Dolichogenidia tasmanica*. J. Agric. Food Chem. **60.** p. 9562–9566.

SUETONIUS 1975: Caesarok élete ford. HEGYI Gy. Magyar Helikon Kiadó, Budapest.

SURÁNYI D. 1982: A szenvedelmes kertész rácsudálkozásai. Magvető Kiadó, Budapest. p. 1–553.

SURÁNYI D. 1985: Kerti növények regénye. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

SURÁNYI D. 1992: Magyar gyümölcs. KÉE, Budapest, (jegyzet)

SURÁNYI D. 2002: Gyümölcsöző sokféleség. CGYKFI-Akcident Kft., Cegléd.

SURÁNYI D. 2006: „Erdélyország" gyümölcsészete Orbán Balázs művei alapján (1868–1889). V. Alf. Tud. Tájgazd. Napok (ATTN) előadása és poszterei (Mezőtúr) p. 15.

SURÁNYI D. 2008: 140 éves génbank.(A kunágotai Bereczki Máté fajtagyűjteményei). Agrártört. Szemle **44** (1–4): p. 229–276.

SURÁNYI D.–SZABÓ Zs. 1992: Alma- és körtealany-fajták magvainak életképessége. Kertgazdaság **24**(5). p. 31–39.

SUTTON, T. B.–JONES, A. L. 1979: Analysis of factors affecting dispersal of *Podosphaera leucotricha* conidia. Phytopathology **73.** p. 380–383.

SUTTON, T. B.–SHANE, W. W. 1983: Epidemiology of the perfect stage of *Glomerella cingulata* on apples. Phytopathology **73.** p. 1179–1183.

SWINBURNE, T. B. 1975: European canker of apple (*Nectria galligena*). Review of Plant Pathol. **54.** p. 789–799.

SZABÓ T.–SOLTÉSZ M. 2012: A short introduction of new apple varieties obtained. Int. J. of Hort. Sci. **18**(2) p. 135–137.

SZABÓ Z.–GYULAI G.–HORVÁTH L.–BITTSÁNSZKY A.–SZANI SZ.–LÁGLER R.–KISS J.–GYULAI F.–HOLLY L.–HESZKY L. 2005: Genetic diversity of Hungarian melon landraces *(C. melo)* compared to an extinct sample from the Middle Ages. Hort. Res. Sci. **14** (2) p. 18–22.

SZABÓ-NÓTIN B.–TÓTH É.–JUHÁSZ R.–STÉGER-MÁTÉ M.–FICZEK G.–BARTA J. 2012: Polifenolok kinyerésének lehetőségei almatörkölyből. Élelmiszer Tudomány Technológia, **1.** p. 19–25.

SZAKÁLY F. 1990: Virágkor és hanyatlás 1440-1711. Háttér Lap-és Könyvkiadó, Budapest.

SZAKÁTSY GY. 1940: A jövedelmező télialma termesztés. Magyar Gyümölcs Kiadása, Budapest.

SZALATNAY D. 2006: Obst-Deskriptoren NAP. Agroscope Changins-Wädenswil ACW und ereinigung FRUCTUS, Wädenswil.

SZALAY L. 2003: Gyümölcsfejlődés és -érés. p. 203–209; in: PAPP J. (szerk.): Gyümölcstermesztési alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

SZALAY L.–ORDIDGE, M.–FICZEK G.– HADLEY P.–TÓTH M.–BATTEY N. H. 2012: Analysis of the course of ripening of 24 apple cultivars and the grouping of the cultivars using laboratory methods for characterising the ripening process. Hortic. Sci. (Prague). **40**(3) p. 93–101.

SZAMOTA I. 1896: A Murmelius-féle latin-magyar szójegyzék 1533–ból. Ért. Nyelvtud. és Széptud. **20.** p. 309–360.

SZANI ZS. 2012: A magyar faiskolák oltványelőállításának fajtaarányai 2007–2011 között. NÉBIH adatközlés.

SZANI ZS. 2011: Történelmi alma- és körtefajták a Kárpát-medencében a népi fajtaismeret és -használat tükrében (PhD-értekezés). Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.

SZANKOWSKI, I.–FLACHOWSKY, H.–LI, H.–HALBWIRTH, H.–TREUTTER, D.–REGOS, I.–HANKE, M. V.–STICH, K.–FISCHER, T. C. 2009: Shift in polyphenol proWle and sublethal phenotype caused by silencing of anthocyanidin synthase in apple (*Malus* sp.). Planta **229.** p. 681–692.

SZÁNTÓ K. 1983: A katolikus egyház története I. köt. Ecclesia Kiadó, Budapest.

SZENES ENDRÉNÉ 1991: Hőkezeléssel tartósított konzervek. In: SZENESNÉ E. és OLÁH M. (szerk): Konzervipari kézikönyv. Integra-Projekt Kiadó, Budapest. p. 249–265.

SZENTMIHÁLYI K.–THEN, M. 1999: Study of the constituents on mineral elements and biologic active substances and their extraction in some plants. J. Oil, Soap, Cosmetics **48.** p. 173–180.

SZIKSZAI-FABRICZIUS B. 1590: in: MELICH J. 1906. SZIKSZAI FABRICZIUS Balázs Latin-magyar szójegyzéke 1590-böl. Ért. Nyelvtud. és Széptud. **30** p. 419–561.

SZINNYEI J. 1893: Magyar Tájszótár 1. MTA, Budapest.

SZŐKE É. 2012: Farmakognózia – Fitokémia. Gyógynövények alkalmazása (e-könyv, ISBN 978–963–9129–87–0). Semmelweis Egyetem, Budapest.

TAIZ, L.–ZEIGER, E. (eds.) 2002: Plant Physiology, Sinauer Associates, Inc., Sunderland, USA.

TAKÁTS S. 1915–1917: Rajzok a török világból I–III. MTA, Budapest.

TAKOS, A. M.–UBI, B. E.–ROBINSON, S. P.–WALKER, A. R. 2006a: Condensed tannin biosynthesis genes are regulated separately from other flavonoid biosynthesis genes in apple fruit skin. Plant Sci. **170.** p. 487–499.

TAKOS, A. M.–JAFFE, F. W.–JACOB, S. R.–BOGS, J.–ROBINSON, S. P.–WALKER, A. R. 2006b: Light-induced expression of a MYB gene regulates anthocyanin biosynthesis in red apples. Plant Physiol. **142.** p. 1216–1232.

TAMÁSI J. 1958: Az almafa gyökérrendszerének alakulása kötött talajon. Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Évkönyve. **20**(6) p. 15–32.

TAMÁSI J. 1974: A gyümölcstermő növények gyökérrendszere. p. 220–239; in: GYURÓ F. (szerk.): A gyümölcstermesztés alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

TAMÁSI J. 1979: A gyümölcstermő növények gyökérrendszere. p. 15–28; in: PAPP J.–TAMÁSI J. (szerk.): Gyümölcsösök talajművelése és tápanyagellátása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

TAO, R.–URATSU, S. L.–DANDEKAR, A. M. 1995: Sorbitol synthesis in transgenic tobacco with apple cDNA encoding NADP-dependent sorbitol-6-phosphate dehydrogenase. Plant Cell Physiol. **3.** p. 525–532.

TARR F. 2002: A flavonoidok. Nyíregyháza-Debrecen. ISSBN:N0 9636409765.

TARTARINI, S. 1996: RAPD markers linked to the Vf gene for scab resistance in apple. Theor. Appl. Genet. **92.** p. 803–810.

TARTARINI, S.–GIANFRANCESCHI, L.–SANSAVINI, S.–GESSLER, C. 1999: Development of reliable PCR markers for the selection of the Vf gene conferring scab resistance in apple. Plant Breeding **118.** p. 183–186.

TATARINOV, A. N. – ZUEV, V. F. 1984: Pitomnyik plodovüh i jagodnüh kultur. Rosszelhozizdat, Moszkva.

TELIAS, A.–LIN-WANG, K.–STEVENSON, D. E.–COONEY, J. M.–HELLENS, R. P.–ALLAN, A. C.–HOOVER E. E.–BRADEEN, J. M. 2011: Apple skin patterning is associated with differential expression of MYB10. BMC Plant Biol. **20**(11) p. 93.

TELIAS, A.–ROTHER, D.–HOOVER, E. 2008: Plant and environmental factors influencing the pattern of pigment accumulation in 'Honeycrisp' apple peels, using a novel color analyzer software tool. HortScience **43**. p. 1321–1627.

TEMESVÁRI P. 1499: Pomerium I–III. Hagenau.

TEO, G.–SUZUKI, Y.–URATSU, S. L.–LAMPINEN, B.–ORMONDE, N.–HU, W. K.–DEJONG, T. M. 2006: Silencing leaf sorbitol synthesis alters long–distance partitioning and apple fruit quality. Proc. Natl. Acad. Sci. **103**. p. 18842–18847.

TERPÓ A. 1968: *Malus* Mill. In: TUTIN, T. G. et al. (eds). Flora Europaea **2**. – Cambridge University Press, Cambridge, p. 66–67.

TERPÓ A. 1974: Gyümölcstermő növényeink rendszertana és földrajza. in: GYURÓ F. (szerk.) A gyümölcstermesztés alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 139–219.

TERPÓ A. 1987: Növényrendszertan az ökonómbotanika alapjaival I–II. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 886 p.

THEOPHRASZTOSZ 1529: De causis plantarum. Paris.

THIAULT, J. 1970: Bull. Techn. d'Information CERAFER. 248. p. 1–11. Aixen-Provance, Fr.o.

THOMAS, H. E.–ARK, P. A. 1934: Necter and rain in relation to fire blight. Phytopathology **24.** p. 682–685.

TIEMANN, K. H.–DAMANN, H. J. 1981: 'J 9' – eine neue Apfelunterlage für das niederelbische Anbaugebiet. Mitt. OVR Jork, **36**(2) p. 49–68.

TIMON B. 2002: Ökológiai gyümölcstermesztés. p. 329–374. In: RADICS L. (szerk.) Ökológiai Gazdálkodás. Szaktudás Kiadó, Budapest.

TOBBUT, K. R. 1994: Combining apetalous parthenocarpy with columnar growth habit in apple. Euphitica **77.** p. 51–54.

TOMCSÁNYI P. 1953: Gyümölcsfajtanevek és hasonneveik jegyzéke (kézirat). Budapest.

TOMCSÁNYI P. 1958: Fás növények fajtaérték-vizsgálatának rendszere, különös tekintettel a gyümölcsfákra. (Általános módszertani előírás) Nemesített növényfajtákkal végzett országos fajtakísérletek eredményei. Az Országos Növényfajtakísérleti Intézet Kiadványa. p. 371–393

TOMCSÁNYI P. 1968: A gyümölcs- és szőlőfajták vizsgálata a nemesítés és a fajtaértékelés során. 1968. évi országos fajtakísérletek. Országos Mezőgazdasági Fajtakísérleti Intézet. p. 115–129.

TOMCSÁNYI P. 1969: Gyümölcs- és szőlőtermesztés. 549–694; In: KAPÁS S. (szerk.): Magyar növénynemesítés. Akadémiai Kiadó, Budapest.

TOMCSÁNYI P. 1975: A fajtaválaszték tervezésének néhány módszertani problémája. Fajtakísérletezés – Fajtaminősítés. Az Országos Mezőgazdasági Fajtakísérleti Intézet Évkönyve **36.** p. 285–305.

TOMCSÁNYI P. (szerk.) 1979: Gyümölcsfajtáink. Gyakorlati pomológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

TOMCSÁNYI P. 1989: Fajtaismeret és fajtaértékelés a III. évezred küszöbén. Kertgazdaság. **30**(2) p. 77–81.

TOMCSÁNYI P. 1998: Gyümölcsfajtáink. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

TOMCSÁNYI P.–WELLISCH P. 1972: Gyümölcs-fajtakísérletek módszertani problémái. A feladat meghatározása és első következtetések almakísérletek alapján. Fajtakísérletezés – Fajtaminősítés. Az Országos Mezőgazdasági Fajtakísérleti Intézet Évkönyve. **23.** p. 123–141.

TÓTH M. 1982: Almafajták termesztési és áruértéke. Kandidátusi értekezés, MTA, Budapest.

TÓTH M. 1995: Fajtahasználat. p. 37–78. in: GONDA I. (szerk.): Intenzív almatermesztés. Primom Kiadó, Nyíregyháza.

TÓTH M. 1997: Alma. p. 31–110. in: TÓTH M.: Gyümölcsészet. Primom Vállalkozásélénkítő Alapítvány. Nyíregyháza.

TÓTH M. 1998. Results and perspectives of apple breeding activities in Hungary. Hungarian Agricultural Research **7**(3) p. 4–8.

TÓTH M. 2000: Fajtahasználat, fajtaértékelés. p. 43–100. in GONDA I. (szerk.) Minőségi almatermesztés. Primom Kiadó, Nyíregyháza.

TÓTH M. 2001: Alma. In: TÓTH M. (szerk.): Gyümölcsészet. Primom Kiadó, Nyíregyháza. p. 33–107.

TÓTH M. 2004a: Alma. Fajtahasználat. p. 29–55. in: PAPP J. (szerk.) 2004. A gyümölcsök termesztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

TÓTH M. 2004b: Fagykárosodás az almatermesztés kockázati tényezője, „Agro-21" Füzetek. **34.** p. 21–36.

TÓTH M. 2005. Malus genotípusok pomológiai és genetikai értékelése. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, MTA doktora értekezés. p. 202.

TÓTH M. 2006: Az alma fajtahasználat változásának tendenciái. p. 41–48. in: GONDA I. (szerk.): Mi lesz veled magyar alma?! Szaktanácsadó füzetek. 3. Észak-Alföldi Regionális Szaktanácsadó Központ. Konferencia kiadvány.

TÓTH M. 2009: Alma. In: TÓTH M. (szerk.): Gyümölcsfaj- és fajtaismeret. Egyetemi tankönyv. p. 39–67.

TÓTH M.–BALIKÓ E.–SZANI ZS. 2005a: Evaluation of fruit quality of old apple cultivars originating from the foot of the Carpathian Mountains, for utilization in breeding and in organic farming, Int. J. Hort. Sci. **11**(3) p. 15–21.

TÓTH M.–DULA P.–TÓTH F-NÉ–SOLTÉSZ M. –NYÉKI J. 1985: Effect of *Malus* pollinators on the quality of apple. Acta Agr. Sci. Hung. **34.** p. 72–76.

TÓTH M.–FICZEK G.–KIRÁLY I.–HONTY K.–HEVESI M. 2012a: Evaluation of old Carpathian apple cultivars as genetic resources of resistance to fire blight (*Erwinia amylovora*) Trees – Structure and Functions. **27**(3) p. 597–605.

TÓTH M.–FICZEK G.–KIRÁLY I.–KOVÁCS SZ.–HEVESI M.–HALÁSZ J.–SZANI ZS. 2012b: 'Artemisz', 'Cordelia', 'Hesztia' and 'Rosmerta', the new Hungarian multi-resistant apple cultivars. HortScience. **42**(2) p. 1795–1800.

TÓTH M.–HONTY K.–HEVESI M. 2005: Fire blight (*Erwinia amylovora*) susceptibility of old Hungarian apple cultivars. Int. J. Hort. Sci. **11**(3) p. 35–39.

TÓTH M.– HUDÁK K.–GEISZLER J. 2007. Gyümölcsfajta-kutatás az Aggteleki Nemzeti Park területén. XIII. Növénynemesítési Tudományos Napok 2007. március 12. Budapest, Összefoglalók. p. 179.

TÓTH M.–KÁSA K.–SZANI ZS.–BALIKÓ E. 2005b: Traditional old apple cultivars as new gene sources for apple breeding. Acta Hortic. **663.** p. 609–612.

TÓTH M.–QUANG, D. X.–KOVÁCS SZ.–KITLEY, M. 1998: Resistance to scab in apple progenies from resistant and susceptible cultivars. Acta Hortic. **484.** p. 463–467.

TÓTH M.–ROZSNYAY ZS.–KOVÁCS SZ. 2000: A venturiás varasodással szembeni ellenállóság öröklődése alma utódnemzedékekben – a Vf rezisztencia bonyolultsága (Inheritance of resistance to scab (*Venturia inaequalis*) in apple progenies – the complexity of the Vf resistance). Lippay János Tudományos Ülésszak, Gyümölcstermesztési Szekció, Budapest, Összefoglalók-Abstracts, p. 264–265.

TÓTH M.–ROZSNYAY ZS.–QUANG D. X. 1994: Apple breeding for disease resistance in Hungary, p. 27–30. In: SCHMIDT, H.– KELLERHALS, M. (eds.). Progress in temperature fruit Breeding. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

TÓTH M.–SIMON G. 2009: Gyümölcstermő növények morfológiai felépítése. p. 15–17. in: TÓTH M. (szerk.): Gyümölcsfaj- és fajtaismeret. BCE Kertészettudományi Kar, Budapest.

TÓTH M.–SZABÓ T. 2000: Az új évezred fajtái – A rezisztensek. (Integrált minőségi almatermesztés). Kinizsi Nyomda, Debrecen.

TÓTH M.–SZABÓ T. 2001: Alma. p. 7–46. in: Z. KISS L. (szerk.): Gyümölcsfajták 1. Almásterméseűek és bogyósok. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

TREUTTER, D. 2001: Biosynthesis of phenolic compounds and its regulation in apple. Plant Growth Regul. **34.** p. 71–89.

TREUTTER, D. 2005: Significance of flavonoids in plant resistance and enhancement of their biosynthesis. Plant Biology **7.** p. 581–591.

TRIPOLI, E.–LA GUARDIA, M.–GIAMMANCO, S.–MAJO, D.–GIAMMANCO, M. 2007: Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. Food Chem. **104.** p. 466–479.

TROMP, J. 1976: Flower bud formation and shoot growth in apple affected by temperature. Sci. Hortic. **5** p. 331–338.

TROMP, J. 1982: Flower bud formation in apple as affected by various gibberellins. J. Hort. Sci. **57** (3) p. 277–282.

TROMP, J. 1984: Flower bud formation in apple as affected by air temperature, air humidity, and day length. Acta Hortic. **149.** p. 39–47.

TROMP, J. 2005a: Flower-bud formation. p. 204–215; in: TROMP, J.–WEBSTER, A. D.–WERTHEIM, S. J. (eds.): Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.

TROMP, J. 2005b: Fruit ripening and quality. p. 265–310; in: TROMP, J.–WEBSTER, A. D.–WERTHEIM, S. J. (eds.): Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.

TROMP, J. 2005c: Water relations. P. 26-38. In: TROMP, J., WEBSTER, A. D., WERTHEIM, S. J. (eds): Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production. Backhuys Publishers, Leiden. The Netherlands.

TROMP, J.–WERTHEIM, S. J. 2005: Fruit growth and development. p. 240–266; in: TROMP, J.–WEBSTER, A. D.–WERTHEIM, S. J. (eds.): Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.

TRONSMO, A.–RAA, J. 1977: Life cycle of the dry- eye rot pathogen *Botrytis cinerea* on apple. Phytopathologische Z. **89.** p. 203–207.

TSAI, D. S.–LEE, H. S.–POST, L. C.–KREILING, K. M.–KAO, T.-H. 1992: Sequence of an S-protein of *Lycopersicon peruvianum* and comparison with other solanaceous S-proteins. Sex. Plant Reprod. **5** p. 256–263.

TUKEY, H. B. 1942: Determination of apple maturity. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. **40.** p. 133; in: KALLAY, T. 2002: Genetic determination of maturation processes in climacteric fruits. Acta Alim. **31.** p. 169–177.

TUKEY, H. B.–YOUNG, J. O. 1942: Gross morphology and histology of the developing fruit of the apple. Botanical Gazette **104.** p. 1–25.

TURKETTI, S.–CURRY, E.–LÖTZE, E. 2012: Role of lenticel morphology, frequency and density on incidence of lenticel breakdown in ‚GALA' apples. Sci. Hortic. **138.** p. 90–95.

TUSTIN, D. S.–STANLEY, C. J.–ADAMS, H. M. 1997: Physiological and phenological responses of apple trees to artificial reduction of the growth period from harvest to leaf fall. Acta Hortic. **451.** p. 383–392.

TYDEMANN, H. M. 1954: A Description of the Malling apple Rootstocks. Rep.E.Malling Res.Stn for 1953:64-66.U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. 2011: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24. 30. Marc 2012. http://ndd.nal.usda.gov/ndb/foods/show

UPOV. INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS 2005: Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Apple. Technical Guideline TG/14/9. http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg014.pdf.

URBAN, L.–LECHAUDEL, M.–LU, P. 2004: Effect of fruit load and girdling on leaf photosynthesis in *Mangifera indica* L. J. Exp. Bot. **55.** p. 2075–2085.

USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network – (GRIN) [Online Database]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. URL: http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/family.pl?2378

USENIK, V.–PETKOVSEK, M.–SOLAR, A.–STAMPAR, F. 2004: Flavonols of leaves in relation to apple scab resistance. Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz **111.** p. 137–144.

USHIJIMA, K.–SASSA, H.–DANDEKAR, A. M.–GRADZIEL, T. M.–TAO, R.–HIRANO, H. 2003: Structural and transcriptional analysis of the self-Incompatibility locus of almond: identification of a pollen-expressed F-box gene with haplotype-ppecific polymorphism. Plant Cell Rep. **15.** p. 771–781.

USHIJIMA, K.–SASSA, H.–TAO, R.–YAMANE, H.–DANDEKAR, A. M.–GRADZIEL, T. M.–HIRANO, H. 1998: Cloning and characterization of cDNAs encoding S-RNases from almond (*Prunus dulcis*): primary structural features and sequence diversity of the S-RNases in Rosaceae. Mol. Gen. Genet. **260.** p. 261–268.

VAJNA L. 1983: A gyümölcsfák korai elhalását okozó gombás betegségek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p.174.

VALLAT, A.–DORN, S. 2005: Changes in volatile emissions from apple trees and associated response of adult female codling moths over the fruit growing season. J. Agric. Food Chem. **53** p. 4083–4090.

VALLAT, A.–GU, H.–DORN, S. 2005: How rainfall, relative humidity and temperature influence volatile emissions from apple trees in situ. Phytochemistry **66.** p. 1540–1550.

VAN DER ZWET, T.–KEIL, H. L. 1979: Fire blight- a bacterial disease of rosaceous plants. Agric. Handbook 510, U.S. Dept. of Agriculture, Washington D.C.

VAN NERUM, I.–GEERTS, M.–VAN HAUTE, A.–KEULEMANS, J.–BROOTHAERTS, W. 2001: Re-examination of the self-incompatibility genotype of apple cultivars containing putative 'new' S-alleles. Theor. Appl. Genet. **103.** p. 584–591.

VAN OOSTEN, H. J. 1977a: Growth and yield of Golden Delicious on M. 9A and on three other rootstock sources. Acta Hortic. **75.** p. 157–161.

VAN TREUREN, R.–KEMP, H.–ERNSTING, G.–JONGEJANS, B.–HOUTMAN, H.–VISSER, L. 2012: Microsatellite genotyping of apple (Malus × domestica Borkh.) genetic resources in the Netherlands: application in collection management and variety identification. Genet. Resour. Crop. Ev. **57.** p. 853–865.

VANLERBERGHE, G. C.–ORDOG, S. H. 2002: Alternative oxidase: integrating carbon metabolism and electron transport in plant respiration. In: Foyer, C. H–Noctor, G. (eds.): Advances in photosynthesis and respiration: photosynthetic nitrogen assimilation and associated carbon metabolism. p. 173–192. Kluwer Academic Publishers Dordrecht, The Netherlands.

VARGA D.–ERŐS-HONTI ZS.–TÓTH M. 2012: Leaf degradation characteristics of scab resistant and susceptible apple cultivars. Acta Alim. Hung. **41**(suppl.) p. 205–213.

VARGA. D.–UDVARDY L. (2010): Comparative anatomical study of leaf tissues of scab resistant and susceptible apple cultivars. Int. J. Hort. Sci. **16**(5) p. 43–45.

VARRO M. T. 1971: A mezőgazdaságról. ford. KUN J. Akadémiai Kiadó, Budapest.

VAVILOV, N. I. 1930a: Five continents. Trans. by D. Love (1997) IPGRI/VIR Italy. Rome.

VAVILOV, N. I. 1930b: Wild progenitors of the fruit trees of Turkestan and the Caucasus and the problem of the origin of fruit trees. – Proceedings of the 9th International Horticultural Congress, London, p. 271–286.

VÉGH A. 1979: Az almafákat évente kell metszeni. Magvető. Budapest.

VELASCO, R.–ZHARKIKH, A.–AFFOURTIT, J.–DHINGRA, A.–CESTARO, A.–KALYANARAMAN, A.–FONTANA, P.–BHATNAGAR, S. K.–TROGGIO, M.–PRUSS, D.–SALVI, S.–PINDO, M.–BALDI, P.–CASTELLETTI, S.–CAVAIUOLO, M.–COPPOLA, G.–COSTA, F.–COVA, V.–DALRI, A.–GOREMYKIN, V.–KOMJANC, M.–LONGHI, S.–MAGNAGO, P.–MALACARNE, G.–MALNOY, M.–MICHELETTI, D.–MORETTO, M.–PERAZZOLLI, M.–SI-AMMOUR, A.–VEZZULLI, S.–ZINI, E.–EELDREDGE, G.–FITZGERALD, L. M.–GUTIN, N.–LANCHBURY, J.–MACALMA, T.–MITCHELL, J. T.–REID, J.–WARDELL, B.–KODIRA, C.–CHEN, Z.–DESANY, B.–NIAZI, F.–PALMER, M.–KOEPKE, T.–JIWAN, D.–SCHAEFFER, S.–KRISHNAN, V.–WU, C.–CHU, V. T.–KING, S. T.–VICK, J.–TAO, Q.–MRAZ, A.–STORMO, A.–STORMO, K.–BOGDEN, R.–EDERLE, D.–STELLA, A.–VECCHIETTI, A.–KATER, M. M.–MASIERO, S.–LASSERRE, P.–LESPINASSE, Y.–ALLAN, A. C.–BUS, V.–CHAGNE, D.–CROWHURST, R. N.–GLEAVE, A. P.–LAVEZZO, E.–FAWCETT, J. A.–PROOST, S.–ROUZE, P.–STERCK, L.–TOPPO, S.–LAZZARI, B.–HELLENS, R. P.–DUREL, C.-E.–GUTIN, A.–BUMGARNER, R. E.–GARDINER, S. E.–SKOLNICK, M.–EGHOLM, M.–VAN DE PEER, Y.–SALAMINI, F.–VIOLA, R. 2010: The genome of the domesticated apple (*Malus x domestica* Borkh.). Nat. Genet. **42** p. 833–839.

VEMMOS, S. N.–GOLDWIN, G. K. 1994: The photosynthetic activity of Cox's orange pippin apple flowers in relation to fruit setting. Ann. Bot. **73.** p. 385–391.

VENISSE, J. S.–MALNOY, M.–FAIZE, M.–PAULIN, J. P.–BRISSET, M. N. 2002: Modulation of defense responses of Malus spp. during compatible and incompatible interactions with *Erwinia amylovora*. Mol. Plant Microbe In. **15.** p. 1204–1212.

VENTURI, S.–DONDINI, L.–DONINI, P.–SANSAVINI, S. 2006: Retrotransposon characterisation and fingerprinting of apple clones by S-SAP markers. Theor. Appl. Genet. **112.** p. 440–444.

VERGILIUS 1973: Összes művei ford. LAKATOS I.–BORZSÁK I. Bibliotheca Classica. Magy. Helikon. Európa.

VIETHS, S.–SCHÖNING, B.–SCHÖNING, A. 1993: Occurrence of IgE-binding allergens during ripening of apple fruit. Food Agric. Immunol. **5.** p. 93–105.

VINATZER, B. A.–PATOCCHI, A.–GIANFRANCESCHI, L.–TARTARINI, S.–ZHANG, H.B.–GESSLER, C.–SANSAVINI, S. 2001: Apple contains receptor-like genes homologous to the *Cladosporium fulvum* resistance gene family of tomato with a cluster of genes cosegregating with Vf apple scab resistance. Mol. Plant-Microbe In. **14.** p. 508–515.

VINATZER, B. A.–ZHANG, H. B.–SANSAVINI, S. 1998: Construction and characterization of a bacterial artificial chromosome library of apple. Theor. Appl. Genet. **97.** p. 1183–1190.

VISSER, T. 1953: De karakteristiek van appelbloemen envruchten in verbrand met hun positie in de tros. Mededelingen directeur van de tuinbouw. 10. p. 809–822.

VISSER, T.–VERHAEGH, J. J., 1976: Review of tree fruit breeding carried out at the Institute for Horticultural Plant Breeding at Wageningen from 1951–1976, in: Proceedings of the Eucarpia meeting of tree fruit breeding, Wageningen, Netherlands.

VOGLER, U.–ROTT, A.S.–GESSLER, C.–DORN, S. 2010: Comparison between volatile missions from transgenic apples and from two representative classically bred apple cultivars. Transgenic Res. **19** p. 77–89.

VOLZ, R. K.–ORAGUZIE, N. C.–WHITWORTH, C. J.–HOWN, N.–CHAGNÉ, D.–CARLISLE, C. M.–GARDINER, S. E.–RIKKERINK, E. H. A.–LAWRENCE, T. 2009: Breeding for red flesh colour in apple: progress and challenges. Acta Hortic. **814.** p. 37–342.

VOLZ, R. K.–MCGHIE, T. K. 2011: Genetic variability in apple fruit polyphenol composition in *Malus × domestica* and *Malus sieversii* germplasm grown in New Zealand. J. Agric. Food Chem. **59** p. 11509–11521.

VÖRÖS É. 1996: Egzotikus gyümölcsök magyar neveinek történeti–etimológiai szótára. Kossuth Egyetem Kiadó, Debrecen.

VYSINI, E.–DUNWELL, J.–FROUD-WILLIAMS, B.–HADLEY, P.–HATCHER, P.–ORDIDGE, M.–SHAW, M.–BATTEY, N. 2011: Sustainable Cider Apple Production. University of Reading, Reading, UK.

WALDRON, K. W.–PARKER, M. L.–SMITH, A. C. 2003: Plant cell walls and food quality. Compr. Reviews Food Sci. Food Safety **2.** p. 101–119.

WANG, S.–KAKUI, H.–KIKUCHI, S.–KOBA, T.–SASSA, H. 2012: Interhaplotypic heterogeneity and heterochromatic features may contribute to recombination suppression at the S locus in apple (*Malus × domestica*). J. Exp. Bot. **63.** p. 4983–4990.

WANG, X. L.–XU, Y. H.–PENG, C. C.–FAN, R. C.–GAO, X. Q. 2009: Ubiquitous distribution and different subcellular localization of sorbitol dehydrogenase in fruit and leaf of apple. J. Exp. Bot. **60.** p. 1025–1034.

WANG, Z.–QUEBEDEAUX, B.–STUTTE, G. W. 1995: Osmotic adjustment: effect of water stress on carbohydrates in leaves, branch wood and roots of apple. Aust. J. Plant Physiol. **22.** p. 747–754.

WARDLAW, C. W. 1955: Embryogensis in plants. Methusen, London.

WAREING, P. F.–PHILIPS, I. D. J. 1970: The control of growth and differentiation on plants. Pergamon Pr., Oxford.

WARNER, J. 1982: Winter Injury to Apple Trees, 1980–1981. Fruit Var. J. **36**(4) p. 99–103.

WARRINGTON, I. J.–FULTON, T. A.–HALLIGAN, E. A.–DE SILVA, H. N. 1999: Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **124.** p. 468–477.

WEBSTER, A. D. 2005a: Root and root growth. p. 107–119; in: TROMP, J.–WEBSTER, A. D. –WERTHEIM, S. J. (eds.): Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.

WEBSTER, A. D. 2005b: Shoot growth. p. 120–135; in: TROMP, J.–WEBSTER, A. D.–WERTHEIM, S. J. (eds.): Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.

WEBSTER, A. D. 2005c: Seed (generative/sexual) propagation of fruit trees and juvenility. p. 84–92; in: TROMP, J.–WEBSTER, A. D.–WERTHEIM, S. J. (eds.): Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.

WEBSTER, A. D.–WERTHEIM, S. J. 2003: Apple rootstock. p. 91–124; in FERREE D. C.–WARRINGTON I. J. (eds.): Apples. Botany, production and uses. CABI Publishing, Wallingford, UK.

WEEDEN, N. F.–LAMB, R. C. 1985: Identification of apple cultivars by isoenzyme phenotypes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **110.** p. 509–515.

WEHLI T. 2003: Alma. in KÖSZEGHY P. (szerk.): Magyar művelődéstörténeti lexikon **1.** (középkor és kora újkor) Balassi Kiadó, Budapest.

WEINBERGER, J.H. 1967: Some temperature relations in natural breaking of the rest of peach flower buds in the San Joaquin valley, California. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **91.** p. 84–89.

WERTHEIM, S. I. 1970: The training of the slender spindle of four apple varieties. Proefstat. Wilhelminadorp. Bull. **10.** p. 1–158.

WERTHEIM, S. J.–SCHMIDT, H. (2005): Flowering, pollination and fruit set. – In: TROMP, J.–WEBSTER, A. D.–WERTHEIM, S. J. (eds.): Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers, Leiden. p. 216–239.

WESTWOOD, M. N.–BATJER, L. P.–BILLINGSLEY, H. D. 1967: Cell size, cell number, and fruit density of apples as related to fruit size, position in cluster, and thinning method. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **91. p.** 51–62.

WHITE, A. G.–BUS, V. G. 1999: Breeding commercial apple cultivars in New Zealand with resistances to pests and diseases. Acta Hortic. **484.** p. 157–161.

WHITING, G. C. 1970: Sugars. p. 1–32; in: HULME, A. C. (ed.): The Biochemistry of Fruits and their Products. 1. Academic Press, London.

WICHMANN B.–GALLI Z.–MOLNÁR S.–GALBÁCS Z.–KISS E.–SZABÓ T.–HESZKY L. 2007: Molecular identification of old Hungarian apple-varieties. Int. J. Hort. Sci. **13.** p. 37–42.

WILLIAMS, R. R.–ARNOLD, G. M.–FLOOK, V. A.–JEFFERIES, C. J. 1980: The effect of picking date on blossoming and fruit set in following year for the apple cv. Bramley's seedling. J. Hort. Sci. **55.** p. 359–362.

WINKEL-SHIRLEY, B. 2001: Flavonoid biosynthesis. A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology. Plant Physiol. **126.** p. 485–493.

WITZGALL, P.–PROFFIT, M.–ROZPEDOWSKA, E.–BECHER, P. G.–ANDREADIS, S.–CORACINI, M.–LINDBLOM, T. U.–REAM, L. J.–HAGMAN, A.–BENGTSSON, M.–KURTZMAN, C. P.–PISKUR, J.–KNIGHT, A. 2012: "This is not an apple"-yeast mutualism in codling moth. J. Chem. Ecol. **38.** p. 949–957.

WOLFE, K.–WU, X.–LIU, R. H. 2003: Antioxidant activity of apple peels. J. Agric. Food Chem. **51.** p. 609–614.

WÜNSCHE, J. N.–GREER, D. H.–LAING, W. A.–PALMER, J. W. 2005: Physiological and biochemical leaf and tree responses to crop load in apple. Tree Physiol. **25.** p. 1253–1263.

WÜNSCHE, J.N.–PALMER, J.W. 1997: Effects of fruiting on seasonal leaf and whole canopy carbon dioxide exchange of apple. Acta Hortic. **451.** p. 295–301.

WÜNSCHE, J.N.–PALMER, J.W.–GREER, D.H. 2000: Effects of crop load on fruiting and gas-exchange characteristics of 'Braeburn'/M. 26 apple trees at full canopy. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **125.** p. 93–99.

XENOPHÓN 1965: Kürosz ford. FEIN J. Európa Kiadó, Budapest.

XENOPHÓN 1968: Anabaszisz ford. SZEPESSY T. Európa Kiadó, Budapest.

XIAO, S. Y., 2006: Current perspectives on molecular mechanisms of plant disease resistance; in: TEIXEIRA DA SILVA, J. A.: Floriculture, ornamental and plant biotechnology. Global Science Books, London. p. 317–333.

XIE, X. B.–LI, S–ZHANG, R. F.–ZHAO, J.–CHEN, Y. C.–ZHAO, Q.–YAO, Y. X.–YOU, C. X.–ZHANG, X. S.–HAO, Y. J. 2012: The bHLH transcription factor MdbHLH3 promotes anthocyanin accumulation and fruit colouration in response to low temperature in apples. Plant Cell Environ. **35.** p. 1884–1897.

XU, M. L.–KORBAN, S. S. 2000: Saturation mapping of the apple scab resistance gene Vf using AFLP markers. Theor. Appl. Genet. **101.** p. 844–851.

XU, M.–KORBAN, S. S. 2002: A cluster of four receptor-like genes resides in the Vf locus that confers resistance to apple scab disease. Genetics **162.** p. 1995–2006.

XU, M.–SONG, J.–CHENG, Z.–JIANG, J.–KORBAN, S. S. 2001: A bacterial artificial chromosome (BAC) library of *Malus floribunda* 821 and contig construction for positional cloning of the apple scab resistance gene Vf. Genome **44.** p. 1104–1113.

YAMAKI, S. 1995: Physiology and metabolism of fruit development: biochemistry of sugar metabolism and compartmentation in fruits. Acta Hortic. **398.** p. 109–120.

YAMAKI, S.–INO, M. 1992: Alteration of cellular compartmentation and membrane permeability to sugars in immature and mature apple fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **117.** p. 951–954.

YAMAMOTO, T.–KIMURA, T.–SAITO, T.–KOTOBUKI, K.–MATSUTA, N.–LIEBHARD, R.–GESSLER, C.–VAN DE WEG, W. E.–HAYASHI, T. 2004: Genetic linkage maps of Japanese and European pears aligned to the apple consensus map. Acta. Hortic. **663.** p. 51–56.

YANG, H.–KRÜGER, J. 1994: Identification of an RAPD marker linked to the Vf gene for scab resistance in apples. Plant Breeding **112.** p. 323–329.

YOSHIOKA, H.–KASHIMURA, Y.–KANEKO, K. 1994: Solubilization and distribution of neutral sugar residues derived from polyuronides during the softening in apple fruit. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. **63.** p. 173–182.

ZANG, Y. G.–DAI, H. Y. 2011: Comparison of photosynthetic and morphological characteristics, and microstructure of roots and shoots, between columnar apple and standard apple trees of hybrid seedlings. Phyton. **80.** p. 119–125.

ZATYKÓ I. 1986: Különböző időszakokban bekövetkezett fagyok terméscsökkentő hatása az almánál. Gyümölcs-Inform. **86**(3) p. 108–112.

ZHANG, J.–ZHANG, F.–DIDELOT, X.–BRUCE, K.D.–CAGAMPANG, F.R.–VATISH, M.–HANSON, M.–LEHNERT, H.–CERIELLO, A.–BYRNE, C.D. 2009: Maternal high fat diet during pregnancy and lactation alters hepatic expression of insulin like growth factor-2 and key microRNAs in the adult offspring. BMC Genomics **10.** p. 478.

ZHANG, L.–HOU, D.–CHEN, X.–LI, D.–ZHU, L.–ZHANG, Y.–LI, J.–BIAN, Z.–LIANG, X.–CAI, X.–YIN, Y.–WANG, C.–ZHANG, T.–ZHU, D. –ZHANG, D.–XU, J.–CHEN, Q.–BA, Y.–LIU, J.–WANG, Q.–CHEN, J.–WANG, J.–WANG, M.–ZHANG, Q.–ZHANG, J.–ZEN, K.–ZHANG, C. Y. 2011: Exogenous plant MIR168a specifically targets mammalian LDLRAP1: evidence of cross–kingdom regulation by microRNA. Cell Res. **22.** p. 107–126.

ZHANG, Q.–LI, J.–ZHAO, Y.–KORBAN, S.–HAN, Y. 2012: Evaluation of genetic diversity in chinese wild apple species along with apple cultivars using SSR markers. Plant Mol. Biol. Rep. **30.** p. 539–546.

ZHAO, M.–MOROHASHI, K.–HATLESTAD, G.–GROTEWOLD, E.–LLOYD, A. 2008: The TTG1-bHLH-MYB complex controls trichome cell fate and patterning through direct targeting of regulatory loci. Development **135.** p. 1991–1999.

ZHOU, R.–SICHER, R. C.–QUEBEDEAUX, B. 2002: Apple leaf sucrose–phosphate synthase is inhibited by sorbitol–6–phosphate. Funct. Plant Biol. **29.** p. 569–574.

ZHU, K. 1931: New monthly calendar (in Chinese). Bulletin of Chinese Meteorological Society **6.** p. 1–14.

ZHU, L. H.–BORSBOOM, O.–TROMP, J. 1997: The effect of temperature on flower bud formation in apple including some morphological aspects. Scientia Horticulturae. **70.** p. 1–8.

ZIMMERMAN, R. H. 1971: Flowering in crab apple seedlings: methods of shortening the juvenile phase. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **96.** p. 404–411.

ZIMMERMANN, B. F.–GALENSA, R. 2007: One for all-all for one: proof of authenticity and tracing of foods with flavonoids. – Analysis of proanthocyanidins in barley and malt. Eur. Food Res. Technol. **224.** p. 385–393.

ZISOVICH, A. H.–STERN, R. A.–SAPIR, G.–SHAFIR, S.–GOLDWAY, M. 2004: The RHV region of S-RNase in the European pear (*Pyrus communis*) is not required for the determination of specific pollen rejection. Sex. Plant Reprod. **17.** p. 151–156.

ZOLNAI GY. (szerk.) 1902–1906: Magyar oklevél–szótár (MOSz). Hornyánszky Viktor Könyvker., Budapest.

ZOLNAY L. 1977: Kincses Magyarország. Magvető Kiadó, Budapest.

ZOLNAY L. 1982: Az elátkozott Buda – Buda aranykora. Magvető Kiadó, Budapest.

XXX. 1966: Képes politikai és gazdasági Világatlasz. Kartográfiai Vállalat, Budapest.

http://flora.huh.harvard.edu/china/PDF/PDF09/Malus.PDF

http://www.fruitveb.hu/kiadvany/magyar_zoldseg-gyumolcs_%C3%A1gazati_strategia_2012.pdf

http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/32363/0

Rendeletek, előírások

- Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/112 számú előírása „A gyümölcslevekről és egyes hasonló, emberi fogyasztásra szánt termékekről".
- Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-94/35 számú előírás „Az élelmiszerekben használható édesítőszerekről".
- Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-95/2 számú előírása „Az élelmiszerekben használható adalékanyagok, az édesítőszerek és színezékek kivételével".
- Magyar Élelmiszerkönyv 2-33 számú irányelve „Tartósított élelmiszerek".

NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ

Abbott, D. L 75, 102, 163
Abrosca, B.D. 338
abszcizinsav 160–161, 166, 170
adaptív radiáció 24
ÁE – államilag elismert 204, 283–284, 293, 308, 361
Aeppli, A. 84
AFLP-marker 28
Agrimoniinae altribus 22–23
Agrios, G. N. 187–188
agrotechnika 125, 194, 236
Aherne, S. A. 181
akrotónia 71, 74, 160
alapanyagcsere 135, 141, 144
alap kromoszómaszám 22–23, 34
Albert Zs. 172, 347
Alberto, M. R. 339, 347
Aldwinckle, H. S. 120, 204, 208, 211–212, 257, 268, 347
Alinei, M. 42, 347
alkaloidok 22, 178
Allan, A. C. 153, 347, 352, 355, 360, 366, 369, 377, 380
allergének 155–157, 338, 343
allergiás szindróma 156
állománysűrűség 69, 224–226
alma neve: elma, olma, ulma, óma, áma 13, 17, 19
almaalanyok:
Alnarp 2 209
B. 54–118 (syn. Budagovszkij 54–118) 210
B. 57–491 (syn. Budagovszkij 57–491) 210
B. 9 (Budagovszkij 9, Budagovszkij paradicsomalmája) 209
Burgmer 719 206
Burgmer 751 206
Burgmer 984 206
Francia paradicsom alma 203, 205
Holland doucin 203–204
Jork 9 (J. 9, Malus J–9) 208
Kamara klón 206
Krasznij Sztandart 209
M. 26 (syn. Malling 26) 207
M. 27 (syn. Malling 27) 208
M. 4 (EM IV, Malling 4) 212
M. 8 (EM VIII., Malling 8) 205
M. 9 (EM. IX, Malling 9) 205
M. 9 klónok 206
Malling 204–213, 247–248
Malling 9 EMLA 206
MM. 106 (syn. Malling-Merton 106) 209, 212
MM. 111 (syn. Malling-Merton 111) 212
Pajam 1 206
Pajam 2 206
Paradis Jeune du Metz 205
Piros paradicsom alma 205
Rákóczi klón 207
Sárga doucin 204
Sárga metzi paradicsom alma 203, 205
Sasad klón 207
Typ. EM. IX 205
Zalai erős 207
almaallergén 156–157
almaallergia 156
almafajta:
Ace Spur Delicious (syn: Ace, Cyberg) 307
Akane 71, 78, 131, 235, 266
Alkmene 77, 80, 184, 266
All Red Jonathan 297
Ananász renet 64, 184, 289, 299
Anna 128, 131, 165, 275, 367
Antonovka 35, 67, 216–217, 245–246, 269, 275, 309, 352
Arany renet 286, 289
Ariane 84, 317, 365
Arlet 134, 219, 265
Artemisz 49, 82, 86, 177, 178, 181, 184, 235, 265, 284, 291, 293, 327, 331–332, 378
Asztraháni piros 64, 74, 134, 184, 288, 298,
Baldwin 123

Batul 64, 72, 78, 79–80, 82–83, 85–86, 133, 177, 223, 235, 253, 265, 298–299
Baujade 132, 235, 245, 292, 307, 350
Baumann renet 64, 72, 176, 178, 184, 288, 289, 299
Beauty of Bath 125, 184, 265
Beléefleur jaune (lásd Sárga szépvirágú) 304
Beregi sóvári 64, 78–79, 86, 265, 299
Bikaalma (lásd Simonffy piros) 304
Bisbee Delicious 315
Bisquet 183
Bittenfelder 67
Blackapfel (lásd Csörgő almák) 288
Bleinheim Orange 86
Bohemia 314
Boiken 265, 288
Borízű alma 58–59, 296
Boskoop 64, 81, 132–134, 178, 216, 252, 265, 325
Bosnyák alma 58
Braeburn 128, 150, 156–157, 176–178, 216, 220, 228, 235, 266, 273, 279, 317, 325, 358, 364, 382
Bőralma (lásd Parker Peppin) 64, 303
Bőrkormos renet 176
Brak (lásd Fuji) 309, 316
Bramley Seedling 71, 325
Brauner Matapfel 299
Brédai renet 289
Budai Domokos 64, 253, 283
Búzával érő alma 86, 184, 299
Cameo 267, 276, 317
Campaner 45
Campbell Delicious (Redchief Delicious) 280, 308
Caudle (lásd Cameo) 317
Ceglédi piros 64, 235, 283, 293
Charden 235, 308
Cigányalma 299, 304
Circe (lásd Red Love) 318
Citromalma 58, 266, 299
Civni (lásd Rubens) 318
Clivia 266, 312
Close 134, 311,
Corail (lásd Pinova) 312, 317
Cordelia 82, 84, 86, 89, 177–178, 180, 184, 235, 253, 266, 284, 291, 294, 327, 331–332, 378
Cortland 123, 216, 267
Court Pendu Plat 132, 184
Cox narancs renet 31, 64, 69, 77, 82, 86, 134, 163, 166, 173, 185, 214, 216, 222, 266, 272, 279, 281, 289, 314, 325
Cripps Pink 86, 250, 316, 374
Csíkos óriás halasi 300
Csillagos piros renet 289
Cyberg (lásd Ace Spur Delicious) 307
Dabinett 183
Davidino 284, 294
Delbarestivale (lásd Delcorf) 308
Delblush (lásd Tentation) 318
Delcorf 266, 308
Deutscher kalvill (lásd Londoni pepin) 302
Dóra 284, 294
Dove 183
Earligold (lásd Snygold) 315
Early Smith (lásd Jim Brian) 311
Edgewood 311
Edward VII 132
Egér alma 58
Egri piros 270, 283, 294–297
Elstar 81, 86, 134, 157, 176–178, 184, 216, 222, 235, 259, 265, 276, 280, 308, 318, 325, 365
Entz rozmaring 300
Era (lásd Red Love) 318
Éva 283, 294,
Evelina 317
Fehér alma 301
Fehér Klár alma 288
Fehér rozmaring 289
Fekete tányéralma 184, 266, 288, 300
Fertődi téli 253, 282, 295
Feumilleforte 132
Fiesta 35, 86, 169, 184, 247, 250, 255–256, 265, 363
Flamenco 74

Florina (Querina) 89, 178, 235, 247, 256, 266, 308, 310, 317, 331, 369
Fontos alma 57–59, 281, 286–287, 303
Freedom 309
Frederick 183
French Crab 310
Fuji 31, 35, 84, 86, 134, 153, 169, 176–178, 180, 216, 220, 235, 248, 266, 276, 279–280, 290, 309, 316, 325–326, 348, 356, 368
Fulford (Regal Gala) 313
Fűz alma (lásd Orbai alma) 56–57
Gala 74, 78, 150, 157, 176–178, 180–181, 184, 216, 218, 220, 226, 235, 252, 256, 259, 265, 276, 279–280, 290, 292, 309–310, 313, 317–318, 325–326, 359, 373
Gala Must (lásd Regal Prince) 313, 354
Galarina 310
Galaxy 259, 315
Gelber Bellefleur (lásd Sárga szépvirágú) 304
Geneva 86, 183
Gibson Golden Delicious (Smoothee) 280, 310
Goldparmäne (lásd Téli aranyparmen) 305
Golden Delicious 31, 60, 62, 64, 66–67, 69, 71, 73–74, 77–78, 80, 82–83,86, 128–133, 138, 154, 156, 163, 166, 168, 170, 173, 176–178, 182–185, 187, 204, 216, 220–224, 226, 234–236, 239, 245, 250, 252, 258, 261, 265, 273–274, 276, 279–283, 290, 308–312, 314–315, 317–318, 324–327, 331, 347, 358, 367, 371, 380
Golden Haidegg 281, 310
Golden Reinders 89, 280
Golden Spur 74, 280
Goldenir (Lysgolden) 310
Goldparmäne 305
Goldrush (syn. Co-op 38) 310
Goldstar 178, 310
Granny Smith 31, 71, 74–75, 77, 86, 125, 128, 131, 156, 180, 191, 216, 218, 220, 222, 235, 246, 266, 273, 276, 279, 294, 307, 309–311, 316, 324–327, 332, 353, 373
Gravenstein (Gravensteiner) 64, 82, 184, 216, 266, 284, 300
Greenstar 316
Grifer 318
Gyivocse (lásd Kisasszony) 301
Harang alma 300
Herbst-Borsdorfer 289
Honti alma (lásd Húsvéti rozmaring) 300
Hesztia 82, 177–178, 181, 184, 235, 266, 284, 295, 327, 332, 378
Honeycrisp (lásd Honeycrunch) 154, 253, 266, 273, 317, 352, 377
Honeycrunch 317
Honey Gold 317
Húsvéti rozmaring 64, 72, 82, 223, 235, 266, 300
Idared 74, 84, 86, 106, 132, 176–178, 181, 191, 209, 215–216, 218, 220–222, 226, 228, 234–235, 247, 265, 279, 284, 294, 297, 311, 325–327, 331–332, 338, 361
Jakab alma 58
Imperial Gala (Mondial Gala) 315
Ingrid Marie 267, 308, 325
Indo 184, 266, 312
James Grieve 82, 134, 184, 216, 265, 269, 314, 325
János alma 58, 203
Jászvadóka 133, 253
Jerseymac 64, 134
Jim Brian 311
Jolánka 184, 301
Jonager 235, 253, 283, 295
Jonagold 71, 83, 86, 89, 111–112, 153, 156, 167, 170, 176–178, 182, 209–210, 216, 218–220, 222, 226, 228, 235–236, 252, 265–266, 276, 279, 280–281, 290, 311, 316, 325–327, 368, 376
Jonagold Novajo 311
Jonagold Romar (Marnica) 311
Jonagold Schneica (Jonica) 182, 311

Jonathan 31, 60, 62, 64, 66, 67–68, 71, 74–75, 81, 83, 86, 89, 130–131, 153, 170, 177–178, 181, 187, 191, 204–205, 212, 216, 218, 220–226, 234–236, 260, 266, 270, 276, 279, 281–284, 289–290, 293–298, 308, 311, 313, 316, 325, 327, 332, 356, 358–359
Jonathan Csány 1 295
Jonathan M. 40 284
Jonathan M. 41 281, 295–298
Jonaveld 311
Judaine 183, 245
Kálvin alma (Püspök alma) 306
Kanadai renet 64, 86, 89, 112, 176, 178, 265, 282, 289, 301
Kanzi (Nikoter) 317
Kárpátalja szépe (lásd Sikulai) 304
Kecskeméti téli pogácsa alma 306
Kecskeméti vajalma 64, 132
Kékalma (lásd Simonffy piros) 304
Kenézi piros 57, 64
Kerek alma 58
Kéresi muskotály 301
Kermerrien 183
Kidd's Orange Red 266, 309
Kiku (Brak) 316
King of the pippins (lásdTéli aranypármen) 305
Kingston Black 183
Kisasszony 301
Kórházi renet 289
Kormos alma (lásd Parker Pepin) 281, 303
Kovauguszt 253, 283, 296
Kovelit 235, 253, 283, 296
Kovmulti 253, 283, 296
Kovsztár 253, 283, 296
Königsfleiner 289
La Flamboyant (lásd Mairac) 318
Leánycsecsű alma (Monó) 301
Liberty 235, 245, 247, 265–266, 318
Lisztes alma 53
Londoni pepin 64, 83, 177, 223, 282, 288, 302
Macoun 267, 317
Magyar kálvil (lásd Londoni pepin) 282, 302
Magyar kormos renet 302
Magyar tányéralma 84–85
Maigold 318
Mairac (La Flamboyant) 318
Marosszéki piros páris 81
Masánszki 64, 287, 289
Matika 284, 296
Maypole 74
McIntosh 31, 73, 80, 123, 131, 134, 163, 165, 173, 184–185, 215–216, 221–222, 235, 246, 259, 266–267, 272–273, 276, 279–280, 290, 325, 363–364, 375
McIntosh Wijcik 73, 267, 363
Michelin
Mizsei
Modi (CVVG198) 318
Mollies Delicious 235, 275, 296, 311
Monó (lásd Leánycsecsű alma) 301
Muskotály renet 176–177
Mutsu v. Crispin 216, 312
Darualma 64, 287
Nagy csíkos alma 58
Nagy zöldalma 178, 302
Naményi Jonathan 297
Narancs alma (lásd Batul) 298
Nemes sóvári 35, 64, 78–80, 176, 243–244, 265–266, 302
Newton Wonder 132
Nield Dropper 71
Norhey 81
Novosibirski édes 35
Nyári fontos 64, 74, 83–84, 134, 235, 289, 303
Nyári piros kálvil 288
Nyári szegfűalma 288
Nyári zamatos 235, 253, 283, 297
Oldenburg 314
Orbai alma 57, 67, 88, 133, 184, 267, 303
Oregon Spur 67, 307
Paradis jaune de Metz 35
Parker pepin (böralma) 64, 72, 86, 131, 282, 303

Parkers Pepping (lásd Parker pepin) 303
Paulared 80, 130
Pázmán alma 289
Pink Lady 134, 222, 266, 273–274, 316
Pinova 219, 226, 235, 257, 259, 291, 312, 317
Piros ananászalma 288
Piros Boskoop 178
Piros rozmaring 289
Pirtóspur Delicious 297
Pomme de Sikula (lásd Sikulai) 304
Pónyik 16, 56, 86, 270, 303
Prima 128, 134, 180, 235, 245, 247, 250, 266, 293–295, 297, 312, 317
Pusztai sárga 86, 304
Queen Cox 161, 360
Querina (lásd Florina) 308
Ralls Janet 309
Rafzubin 81, 84, 169
Rambour v. Fontos renet 266, 285–286, 289, 303
Rambour d'été (lásd Nyári fontos) 303
Reanda 235, 270, 312, 327
Rebella 235, 245, 270, 313
Red Delicious 80, 86, 169, 170, 173, 180, 184, 211, 215–216, 218, 220–221–222, 225–226, 235, 252, 267, 276, 279–280, 282, 290, 307, 309, 317, 324–326, 370
Red Graveinstein 311
Red Rome Van Well 167, 313
Red Topaz 315
Redchief Delicious (lásd Campbell Delicious) 67, 291, 308
Redlove 86, 318
Redspur Delicious 74, 225, 274, 280, 313, 316
Regal Prince (Gala Must) 86, 313
Reglindis 132, 235, 246
Reines des reinette (lásd Téli aranypármen) 305
Relinda 235, 313, 350
Remo 216, 220, 235, 245, 270, 313–314, 327
Rétes alma (lásd Nyári fontos) 303
Rewena 85, 216, 235, 245, 266, 270, 314, 327, 350
Ribston peppin (lásd Arany renet) 289
Roberts 183
Romagold (lásd Jonagold) 311
Rome Beauty 71, 73–74, 80, 266, 269, 290, 313, 325
Rosenapfel 269
Rosmerta 80, 82, 86, 177–178, 235, 253, 266, 284, 291, 297, 327, 332, 378
Roter Stettiner (lásd Törökbálint) 307
Royal Gala (lásd Tenroy) 150, 180, 256, 259, 292, 315, 373
Rozela 314
Rozmaring alma 64
Rubens (Civni) 184, 318
Rubin 235, 310, 315
Rubinette 84, 265
Rubinola 178, 235
Rubinstar 311
Šampion 134, 265
Sándor cár 289
Sárga bellefleur 64, 282
Sárga szépvirágú 64, 79, 86, 177, 288, 304
Scarlet Gala 313
Seklerapfel (v. Sikulai, Sikulaerapfel) 304
Shin Indo 184
Sikulai 266, 270, 282, 289, 304
Simonffy piros 57, 64, 83, 86, 184, 266, 304
Sirena (lásd Red Love) 318
Sirius 314
Snygold 218, 235, 315
Smoothee (lásd Gibson Golden Delicious) 167, 280, 310
Soltadina 284, 297
Sólyom alma 67
Sóvári 57, 59, 64, 78, 82, 253, 282, 302
Sóvári nobil (lásd Nemes sóvári) 302
Spartan 86, 184, 216, 266
Spencer Seedless 88, 130
St Jean 35
Stark Earliest 132
Stark Jon Grimes 308

Starking 31, 60, 62, 69, 83–84, 121, 130–131, 153, 212, 223–225, 246, 280–284, 295, 297–298, 313, 315–316
Starking Nm. 47 281
Starking Nm. 251 284, 298
Starkrimson 71, 73–75, 212, 225, 274, 280, 308, 313, 315
Starkrimson Delicious 71, 73–75, 225, 274, 280, 308, 313, 315
Staymared 74, 82, 235, 282
Staymared Nk. 573 305
Stepoka sóvári (lásd Nemes sóvári) 302
Summerred 78, 86, 134, 184, 218, 235, 266, 284, 294, 296–297
Szabadkai szercsika (syn. Szabadkaer szercsika) 270, 305
Szatmárcsekei Jonathan 298
Szegedi szercsika (lásd Szabadkai szercsika) 305
Székely alma (lásd Seklerapfel és Sikulai) 304
Szemes alma 305
Tall Sweet 183
Telamon (Waltz) 74, 266
Téli aranyparmen 72, 74, 86, 177, 184, 220, 223, 253, 289–290, 298, 300–301, 303, 305–306
Téli banánalma 306
Téli citromalma 289
Téli fehér kálvil 235, 287–288, 302, 306
Téli piros pogácsa 84, 134, 289. 306
Téli tafota 289
Tenroy (Royal Gala) 150, 180, 292
Tentation (Delblush) 318
Tiszaháti Sóvári (lásd Nemes sóvári) 302
Toklyó alma (lásd Húsvéti rozmaring) 300
Topaz 178, 226, 235, 265, 273, 314–315
Topspur Delicious (syn: Kemp Delicious) 280, 315
Tordai piros kálvil 265, 270, 306
Török mocskotár (lásd Pónyik) 303
Török Bálint (Törökbálint) 289, 307
Trajan (Polka) 74
Tuscan (Bolero) 74
Tükör alma (lásd Nyári fontos) 58, 307
Türkischer Weinling (lásd Törökbálint) 307
Tűz alma 58
Uster Apfel 289
Üveg alma (lásd Batul) 298
Vajki alma 265, 267, 307
Vanda 245, 265, 310
Vilmos renet 266, 307
Vista Bella 86, 134, 184, 207, 216, 235, 266
Wagener 311
Wagner-Apfel (lásd Csíkos almák) 289
Watson Jonathan 75, 89, 177–178, 181, 316
Wellington Bloomless 88
Wellspur Delicious 74, 225, 313, 316
White Calville (lásd Téli fehér Kálvil) 306
Winter banana (lásd Téli banánalma) 306
Yellow Bellefleur (lásd Sárga szépvirágú) 304
Yoko 84
Zöld batul 78, 299
Zöld sóvári 86, 265
almagenom 148, 152, 239–243, 248, 250–251, 256–257
almamagonc 117, 119
almamoly 154–155, 199–200
almamozaik (ApMV) 187
almanemesítés 64, 86, 182, 253, 268–270, 275–276, 278, 281, 283–284, 326
almapollen 277
almasav 178, 248, 338
almasöprüsödés 187
almatermelés 231, 319–321
almatermesztés 45, 54–57, 60–64, 194, 203–204, 213–214, 219–221, 223–225, 227, 231–233, 237, 244, 282, 306, 320–322, 358–359, 378
Alston, F. H. 120, 244, 246–247, 268, 274, 347, 364, 367, 373
áltermés (alma áltermés) 22–24, 82, 110–111, 139, 148, 150–151, 243
alternanciára hajlamos 300, 302–303, 305–306, 308, 310, 312

Amelanchier Medik 23
Amygdaleae 22
Amygdaloideae 22
AN, X. H 347, 367
ANDERSEN, M. B. 156, 347
ANDRÁSFALVY B. 63, 347
Angiospermatophyta 21
Angol Nemzeti Fajtagyűjtemény 78, 283, 306
ANGYAL D. 14, 61, 213, 293, 302
anticarcinogén 339
antioxidáns 137, 149–150, 180–181, 183, 220, 242, 249, 333, 338–345, 350, 359
antocianin 34, 86, 149–154, 170, 182–183, 242, 249–250, 271–272, 331, 338
ANTOLOVICH, M. 181, 373
ANTOSZEWSKI, R. 139, 368
anyagcsere, anyagcsereutak 123, 134–136, 140–142, 144–150, 155, 161, 164, 177, 179–180, 243, 247, 251, 328, 339, 342–343, 345
Apáczai Csere János 16
APG (Angiosperm Phylogenetic Group) 21
Aphrodité 49
APICIUS, M. G. 52–54, 347
apokarpikus (apokarp) 21, 24, 82
apomixis 24, 36–39
Aranka almák 286, 288
Aranyalmák 48, 50
Aranyrenetek 287,
Arany féle kötöttségi szám 221
ARAUZ, L. F. 192, 347
Arbutus nemzetség 16
ARCHBOLD, D. D. 212, 347
archeobotanika 41–42, 45
archespórium 106–107, 164–165
Árgirus-széphistória 48, 363
Aria nemzetség 23
ARIAS ABRODO, P. 338, 348
ARK, P. A. 189, 367, 377
ARNOLD, T. W. 348, 381
aromaanyagok 155, 171, 242, 273, 281, 331
Aronia Pers. 23
ARRABACCA, J. D. 146, 355
Ars Medica 16
Artemisz ünnep 49
ASADA, T. 138, 348
ASHEBIR, D. 128, 348
aszkorbinsav (C vitamin) 150, 175, 178–179, 249, 272–273, 330, 332, 334, 340–341, 342–343, 345
aszmag, aszmagcsoport 22–23
ATKINSON, D. 65, 67, 69, 129, 348
autopoliploidizáció 239
auxin 159–162, 166, 172, 188, 362
AWAD, A. M. 182
B. LŐRINCZ É. 13, 348
Baccatae series 27
BAC-könyvtár (mesters. bakt. kromoszóma) 256
BALÁZS A. 183, 195, 272, 338, 340, 338
BALÁZS K. 183, 195, 272, 338, 340, 338
BALDEWEG, S. E. 342, 348
BÁLINT S. 48, 51, 348
BALLAGI M. 13, 348
BALLARD, J. 275, 348
Ballerina fajták 74
ballon-stádium 109
BAN, Y. 153, 348
BANCROFT, I. 262, 348
BANGERTH, F. 166, 348
BANKS, N. H. 140, 348
BARBAROUX, C. 144, 348
Barbeyaceae 21
BARBIERI, M. 259, 349
BÁRCZI G. 17, 349
BARDEN, J. A. 138, 161, 213, 217, 221, 349
BARRITT, B. H. 129, 373
BARTAL A. 15, 349
BARTHA D. 23, 30, 46, 349
BATRA, L. R. 194, 349
BAUHIN, J. 57, 349
bazális helyzetű 23, 26
bazitónia 71, 74, 160
BECK, C. B. 98, 102, 349
BÉL M. 58–59, 349
BELFANTI, E. 259, 349
BELLINI, E. 70, 78, 82–84, 290, 349
belső alaktan 89, 365
bélsugár 89, 90–91, 96–99
beltartalmi (érték) 175, 273, 284, 313, 338, 371

BÉNAOUF, G. 349
BENEDEK P. 82, 236–237, 349
BENKŐ L. 13, 349
BERECZKI M. 14, 57, 60–61, 64, 67, 287–288, 291, 293, 349
BERRÁR J. 16, 349
BERTSCH, F. 45, 349
BERTSCH, K. 45, 349
BERÜTER, J. 147, 353
Besztercei szószedet 13, 15
betakarítás 63, 229, 232, 234, 275
BEYTHE A. 13, 349
BEYTHE I. 13, 349
bibe 80, 107–108, 132–133, 167–168, 200, 260, 262–263, 277
bibeoszlop 107
bibeszál (sztílusz) 21, 24–26, 28, 34, 80, 82, 103, 107–108, 110, 131, 168, 260
bibeváladék 107, 167
BIEBL, R. 110, 349
BIEDERMANN, H. 48, 349
BILLY, L. 177, 349
bioaktív hatóanyag 338, 342, 345
bioinformatika 239, 241, 257
biológiailag aktív vegyületek 149, 155
bioszintézis 152–153, 156, 178, 242–243, 249, 251
biotechnológia 157, 281
biotikus rezisztencia 268
BLADVARTER, M. 316–317
BLANKE, M. M 139–140, 349
BLANPIED, G. D. 173, 148, 349
BLASSE, W. 80, 132, 350
BLAZEK, J. 133, 280, 350
BLAZOVICH, L. 57, 350
BLÁZOVICS A. 180, 339–340, 342–344, 348, 350
BODOR P. 59, 132–133, 167, 169, 350
bogas virágzat 24
bogernyő 80–81, 218
BOGSCH, J. 59, 350
BOHÁR GY. 187, 350, 355
bokorszerű-alaptípus 70
BOLHAAR, S. T. H. P 157, 350, 356, 358
boralma 40, 292
Bordázott almák 286
BORDEIANU, T. 84, 86–87, 350
BORHIDI A. 21, 350
BORRELLO, M. A. 45, 350
Borsdorfi renet almák 289
BOSKOVIC, R. 261, 350
BOUDET, A. M. 152, 350
BOUDICHEVSKAIA, A. 256, 350
BOURGEAU, F. 41, 350
BOURNIVAL, B. 251, 350
BOWEN, J. K. 190, 350, 362, 369, 374
BOYER, J. 150, 177, 182, 350
BRAUN, W. 94–95, 350
BRAVDO, B. A. 137, 350
BRIGGS, J. B. 247, 347, 364
bronzkor 42, 44
BROOKFIELD, P. 148, 351
BROOTHAERTS, W. B. 259–262, 265, 351, 362, 380
BROWN, A. G. 115, 268, 271–272, 276, 280, 347, 351, 353, 359, 360, 362–363, 367, 373–374
BROWN, S. K. 115, 268, 271–272, 276, 280, 347, 351, 353, 359, 360, 362–363, 367, 373–374
BRÓZIK S. 14, 28, 35, 42, 57, 70, 77, 79, 82, 86, 125, 128, 132, 134, 293, 351
BRUNDRETT, M. C. 92, 351
BRUNNER, T. 118, 121, 351
BUBÁN T. 71, 92–93, 102–110, 112, 128–129, 130–132, 159–160, 163, 165–166, 168, 351
BUCHANAN, B. 145–146, 352
BUDAGOVSZKIJ, V. I. 205, 209–210, 352
Budai József 64, 283
BULLEY, S. M. 259, 352
BURR, T. J. 189, 352
BUS, V. G. M. 244–247, 269, 273, 350, 352, 357, 380–381
BUSTAN, A. 143, 352
C3, C4 típusú fotoszintézis 135, 137, 139–140
CABE, P. R. 253, 352
Cacopsylla picta 155
Calendarium 13, 16, 366
Calepinus 13, 16, 348
CALU, M. 180, 352

Calycomeles szekció 24
CAMERON, H. 187, 372
Campaner 45
CAMPBELL, C. S. 239, 352
Camptodromus (levélerezet) 23
Candidatus Phytoplasma mali 155, 187, 355
Cannabaceae 21
Caspary-csíkok 89
Catal Hüyük 42
CATO, M. P. 53–54, 352
Chaenomeles Lindl. 23
CHAGNÉ, D. 150–151, 153, 352, 366, 373, 380
Chamaemespilus Medik. 23
CHAMPAGNAT, P. 71, 131, 352
CHEN, L. 157, 338, 347, 352
CHEN, X. 157, 338, 347, 352
CHENG, F. 28, 139, 142, 249, 262, 353, 366, 382
CHENG, J. H. 28, 139, 142, 249, 262, 353, 366, 382
CHENG, L. 28, 139, 142, 249, 262, 353, 366, 382
CHEVREAU, E. 251, 353, 367
CHILDERS, N. F. 215, 353
chill unit (CU) 164
Chloromeles sectio (zöld gyümölcsű almák) 24–28, 36
CHOUREY, P. S. 147, 353
CHURCH, R. M. 133, 169, 353
ciánglikozid 22–23
cider 35, 59, 183, 290, 337, 348, 354, 374, 381
ciszgénikus 257
citokinin 84, 159–162, 166, 169, 188, 354
CLIJSTER, H. 139, 353
CLINE, M. G. 159, 353
CLUSIUS, C. 13, 353
COART, E. 31, 353
coeliakia 342–343, 350
COKER, E. G. 69, 353
COLUMELLA, L. J. M. 54, 353
Colurieae tribus 22
conduplicatus 21
CONNER, P. J. 248, 256, 353
COOK, N. C. 131, 353
COOKE, M. S. 340–341, 353, 367
CORDUS, V. 57, 353
Core Eudicots (közp. kétszikűek) 21
CORELLI-GRAPPADELLI, L. 137–138, 353
Cormus nemzetség 23
CORNILLE, A. 31, 33, 35, 353
Corvinus almanemesítési program 284
Cotoneaster nemzetség 23, 190, 256
cölöpépítmény-almák 45
craspedodromus (levélerezet) 23
CRASSWELLER, R. M. 183, 353
Crataegus nemzetség 23, 190
CROSBY, J. A. 269, 353
CUADRA, P. 181, 353
Cucurbitales 21
CUIZHI, G. 23–24, 34, 353
cukortartalom 171, 183–184, 248, 273, 303, 314, 327, 335
CUMMINS, N. J. 204, 208, 211–212, 353, 362
C-vitamin 150, 175, 179, 249, 273, 330, 340–341, 343, 345
Cydia pomonella 154, 200, 360
Cydonia nemzetség 16, 23, 256
Cynomoriaceae család 21
CZUCZOR G. 13, 47, 353
CZYNCZYK, A. 209, 216–217, 354
cserebogár (májusi, erdei, kalló) 195
csészelevél(ek) 21, 25, 80–83, 103, 105, 108, 127, 131, 139, 164, 188, 192, 243, 277
CSIGAI K. 206, 354
Csíkos almák 285–287, 289
csírakapu (mikropile) 108–109
csíranövény 65, 92, 116, 256
csírázás 115–116, 120, 190–191
csontáralma 22–23
csonthéjas, csoportos csonthéjas 22–23
Csörgő almák 286–288
Csúcsos almák 285–289
DADPOUR, M. 103, 354
DAI, N. 73, 148, 354, 382
DAMANN, H. J. 208–209, 377
Dániel Lajos 64, 283, 294
DAPENA, E. 247, 348, 369
dárda 77, 128–130, 163, 166, 216
Darualmák 64, 287

DAVARY-NEJAD, G. H. 167, 354
DAVEY, M. W. 150, 249, 354
DÁVID A. 42, 267, 354
DAVIS, C. D. 149, 173, 349, 373
DAYTON, D. F. 246, 354
DE CANDOLLE, A. 41, 45, 354
DE NETTANCOURT, D. 260, 354
Debreceni kódex 16
DEBRECZENI B.-NÉ 179, 354
DEFILIPPI, B. G. 185, 354
deléció 240–241, 263
DELORT, J. F. 73, 75, 366
DENCKER, I. 163, 354
DENNIS, F. G. és Jr. 80, 102, 104, 106, 108, 109–110, 112, 130, 134, 164–166, 354
diabetes 340, 342, 356
DIBUZ E. 82, 354
Dichotomanthes nemzetség 23
DICKINSON, T. A. 23, 352, 372
Dicotyledonopsida 21
DIEL, A. F. A. 285–286, 289, 354
Dieudonne 205
DIÑEIRO GARCÍA, Y. 338, 354
Dionüszosz 49
DIÓSZEGI S. 13–14, 354
DIOSZKORIDÉSZ 53, 374
diploid 80, 82, 109, 222, 235–236, 241, 261, 275, 293
Dirachmaceae család 21
diszpolidia 241
DOBRÁNSZKI J. 120, 354, 357
Docynia-szerű almák 26
Docyniopsis nemzetség 23–27, 36–38
domesztikáció, domesztikálódott 30–31, 45, 203
DORN, S. 154, 360, 379–380
DOUD, D. S. 138, 173, 354
Döbrentei szószedet 16, 56
Döbrentei-kódex 16, 56
DREESEN, R. G. 261, 354
DREMÁK P. 216, 354
Dryadoideae alcsalád 22
DUBOIS, R. N. 345, 355
DUNEMANN, F. 246, 350, 352, 355, 364, 367, 373
DUQUE, P. 146, 148, 355
DUS (=különbözőség, homogenitás, állandóság) 73, 86
DZHANGALIEV, A. D. 34, 41–42, 355
EATON 102, 366
EBERHARDT, M. V. 249, 355
EDWARDS, G. R. 166, 355
egérfül-stádium 109
éghajlati adottságok 213, 221
egyedfejlődés 115
Egyszínű renet (v. viasz renet) EHRENDORFER, F. 286
EHRENKRANZ, J. R. L. 339–340, 342, 355
Ein Sheimer 128
Elaeagnaceae 21
ELEK L. 60–61, 103–104, 355
ELEK-ERDEI E. 103–104, 355
ELEKNÉ E. E. 103–131, 163, 355
ÉLES Z. 282, 355
előnyugalom 125, 129, 164–165
elővetemény 229
eltarthatóság 31, 257, 273
elvirágzás 133, 169–170, 173
EMBER I. 187
embriófejlődés 109
embriózsák 102, 108–109, 164, 168, 260
endemikus 24, 28, 34, 41, 55
endokarpium 24, 110–111
endomikorrhiza 91–92
endospermium 21, 109, 112, 168, 172
endotécium 106–107
ENGEL, G. 206, 211, 355
ENTANI, T. 355, 365
entomofil virágszerkezet 82, 236
ENTZ F. 14, 61, 64, 282, 355
Epicometis hirta 200
epigeikus csírázás 116
Epiroszi alma 53
EPPO (Eur. and Medit. Plant Protection) 187, 355, 360
Erannis defoliaria 201
ERDÖS Z. 204, 370
érés 51, 53, 58, 60
érettség (szedési, fogyasztási) 125, 127, 134, 171, 185, 190, 220, 291–292, 299, 301, 303–304, 306, 309–310–311, 315, 326–327, 331

EREZ, A. 164, 355
Eriobotrya Lindl. 23
Eriolobus Roemer 23
Eriosoma lanigerum 196, 205, 247, 352, 364
ERSHADI, A. 261, 355
Erwinia amylovora 150, 188–189, 191, 205–206, 208–210, 247, 259, 268, 351, 358, 360, 368, 372, 378, 380
érzékeny fajták 215, 220–221
ESCARPA, A. 182, 355
ESPLEY, R. V. 153, 170, 250, 352, 355, 366
EST-szekvencia (át) 256–257
ethrel kezelés 120
etilén 148, 155–156, 161, 166, 170
étkezési fajták 40, 183, 227, 273
Eudicots/Rosopsida 21
Eumalus Zabel ex C.K. Schneid. 25
Eurosid I. klád 21
eutróf rovarok 236
EVANS, K. E. 239, 246, 253, 347, 355
EVANS, K. M. 239, 246, 253, 355, 367, 373
EVANS, R. C. 239, 246, 253, 352, 355, 372
EVERT, R. F. 239, 246, 253,
exokarpium 110
exotécium 106–107
exotesta 23
fa-anatómia(i) 89, 98
Fabales 21
FABY, R. 143, 356
FAEDI, W. 134, 356
fagyérzékenység 209, 215
fagygyűrű 219
fagykár, fagykárosodás 58, 206, 209, 213–215, 217–218, 221, 229, 273, 274, 315, 321
fagynyelv 219
fagysapka 219
fagysérülés 217
fagytűrőképesség 217
fagyzug 214, 221
fajhibrid 24
fajképződés 24
fajta 2, 14, 24, 26, 31, 35, 42, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 64, 65, 70, 75, 78, 79, 80, 82, 86, 88, 115, 125, 128, 130, 132, 133, 134, 139, 154, 156, 157, 159, 167, 169, 177, 181, 182, 184, 185, 188, 190, 194, 204, 207, 211, 213, 215, 220, 223, 224, 226, 227, 228, 229, 234, 236, 237, 244, 245, 246, 250, 252, 253, 257, 259, 260, 261, 262, 268, 269, 270, 273, 275, 277, 279, 280, 283, 284, 287, 290, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 312, 315, 317, 318, 322, 324, 325, 326, 327, 328, 331
fajtadiverzitás 33, 53
fajtahasználat 57, 64, 224, 226, 227, 279, 282, 290, 316–317, 321, 324–326, 365, 370, 378
fajtainnováció 226
fajtajegyzék 16
fajtakutatás 226
fajtarendszertan 285, 288
fajtatársítás 132–133, 168, 234, 236–237, 274, 375
FAN, X. 171, 356, 381
FAOSTAT 319, 320, 323, 324, 356
FARCZÁDY E. 16, 356
Farmakológia 338
farontó lepke:
kis 197
nagy 197
takácsatka 197, 199, 313–314
piros gyümölcsfa 197
közönséges 197
galagonya 197
fatest 90, 96–98
fattyúvessző 76
FAUST, M. 71, 103, 133, 159–160, 163, 351, 356, 358
FAZEKAS M. 13–14, 354
F-box fehérje 262
fedőszín 86, 134, 170, 182, 209, 220, 226, 249–250, 271–272, 285–287, 293–301, 304–318
fehér rothadás 192–193
fehérjekódoló gén 240
fehérmoly 198
fekete rothadás 192–193
FELLER, A. 153, 356
felnőttkori fázis 121

fenológia, fenofázisok 104, 109, 125–129, 132–134, 163, 190, 217–218, 276–277, 350
fenolos vegyület(ek) 150–151, 154, 247, 338
fény (-ellátottság, -stressz, -viszonyok,) 135, 137–139, 150, 153, 161, 166, 170, 173, 176, 220, 225, 249, 250, 272, 306
FENYVES P.
ferdekarú sövény 225
FERNANDEZ, R. T. 138, 356
FERNÁNDEZ-RIVAS, M. 156, 356
feromoncsapda 197, 199–200
FERREE, D. C. 130, 138, 168, 173, 208, 211–212, 349, 351, 353–354, 356, 358–360, 365–366, 370–371, 381
fertilitás 234, 236
FICZEK G. 86, 176–177, 179–180, 182, 348, 356, 370–371, 375–376, 378
filogenetika 21–23, 26, 32, 35, 241, 244, 253
FINÁLY H. 13, 17, 356
FINTA K. 80, 82, 356
FISCHER, C. 120, 209, 216–217, 350, 356, 371, 376
FISCHER, D. V. 120, 209, 216–217
FISCHER, M. 120, 209, 216–217, 371
FISH (fluoreszcens *in situ* hibridizációs) 263
fitokemikáliák 249
fitotechnika 125, 159, 226–227, 231
fitoterápia 338
FLACHOWSKY, H. 150, 257, 259, 350, 356, 376
Flamenco – innen törölni 74
flavonoid bioszintézis 152, 242, 250
flavonoidok 150, 154, 181–182, 338–341, 367, 377
FLORE, J. A. 135, 137, 139, 215, 356
Florentinae sectio illetve series 25–28, 36, 372
floridzin 151, 182, 228, 340
FOGARASI S. 13, 47, 354
fogékony(ság) 106–107, 111, 167–168, 176, 181, 187–191, 193, 206, 210, 244–246, 259, 270, 293–300, 302–316, 324
FOLK GY. 190, 194, 356
foltakna 198
foltos törzsleválás 221
fonódott gyökérzet 67
Fontos almák (lásd. Rambour almák) 286–287
Fontos renet (lásd. Rambour renet) 287
FORD, E. S. 176, 356
Forgácsalma (doucin) 29–30
FORSLINE, P. L 30–31, 42, 121, 216, 352, 356, 374
FORTE, A. V. 28, 356
FOSTER, T. 130, 356
fotóperiodizmus 166
FOUAD, M. M. 133, 357
fővirágzás 133–134
Frankovich Gergely 16
FREE, J. B. 236, 357
FREUND, H. 99, 357
FRIEDRICH, G. 176, 178, 216–217, 357
frons (lombkorona) 70
FRUITVEB 357
fruktókináz 147–148
FULEKI T. 338, 357
FULFORD, R. 163, 357
FULTON, R. W. 187, 351, 381
FÜLEP I. 128, 228, 231–232, 316, 358
fürtös virágzat 21
Galambka almák 286, 289
GALENSA, R. 181, 382
GALGÓCZI K. 61, 357
GALLI Z. 252–253, 259, 357
GALLOT, J. C. 246, 357
GAO, Z. S. 157, 244, 352, 357, 372, 381
GARCÍA, A. 157, 338, 355, 357
GARDINER, S. 246, 352, 355, 357–358, 362, 365, 367, 373–374, 380
GARKAVA-GUSTAVSSON, L. 261
GASIC, K. 256, 357, 370
GASIOR, J. 236, 357
GASSER, H. 132, 357
Gén:
18S 22
GBSSI 22–23, 355
Gbssi1, gbssi2 22
matK 22, 26, 372
Pgip 22

PPO 22, 157
rbcL 22, 369
„V" gének 291
generatív szervek anatómiája 102
genom (-duplikáció, -evolúció, -szekvencia) 26, 33, 35, 151, 153, 155, 239–243, 253, 256–258
genomika 150, 152, 239
GERHAUSER, C. 353, 345, 357
GESSLER, C. 244–246, 255, 349, 352, 357, 359, 366–367, 371, 374–375, 377, 380, 382
GHARGHANI, A. 31, 256, 357
GHARIANI, K. 131, 357
GIANFRANCESCHI, L. 252, 349, 357, 359, 364. 366, 375, 377, 380
gibberellinek 159–160, 166, 169
GIL, G. F. 357
GILISSEN, L. J. 157, 251, 259, 357–358, 365
Gillenia nemzetség 23, 239, 241
glikolízis 140–141, 145–148
glikozid (C glikozid) 22–23, 150–151, 181–183, 251, 336, 338–339, 345
GLITS M. 190, 194, 356
Glomeromycota 91, 374
Glosszárium 16, 349
glükóztartalom 176–177
GNEKOW. M. A. 92, 358
GOLDSCHMIDT, E. E. 143, 352, 369
GOLDWAY, M. 260, 358, 367, 383
GOLDWIN, G. K. 139, 380
gombakolonizáltság 91
gombás betegségek 190, 301, 379
GONDA I. 128, 223, 227–228. 231–232, 316, 358, 378
GONZALEZ, M. 182, 355–356, 373
GOPALJEE, J. 190, 358
GORINSTEIN, S. 343, 358
GOSCH, C. 340, 358
GOULAO, L. 252, 358
GOWDA, S. S. 189, 358
GÖTZ G. 84, 358
Gránátalma 13, 17, 52
GRANGER, R. L. 207, 358, 366
GRAPPADELLI, L. C. 137–138, 220, 353, 358
GRAUSLAND, J. 132, 358
GRAVES R. 49, 358
GREENE, D. W. 163, 183, 368
GREENE, G. M. 163, 183, 353
GREER, D. H. 135, 143–144, 358, 382
GRIFFIN, D. K. 264, 358
GRIFFITHS, S. 241, 358
GROCHOWSKA, M. 166, 358
GRÖSSER, D. 98, 358
GUARD, A.T. 89–90, 373
GUARINO, C. 146, 253, 358
GUEDON, Y. 133, 358
GUILFORD, P. 252, 358, 367
GUNST, P. 62, 359
GUPTA, K, J. 149, 359
GUR, A. 166, 359
GVOZDENOVIC, D. 211–212, 358–359
GYGAX, M. 245, 256, 359
Gymnomeles sectio 24, 26
Gymnosporangium 23, 347
gyökér elsődleges szöveti szerveződése 89
gyökér másodlagos vastagodása 90
gyökér (-csúcs, -növekedés -fulladás, károsodás) 69, 89–90, 128–129, 143, 159, 162, 217, 219, 221
gyökérburjánzás 188
gyökérgolyva 187–188, 211–212
gyökérmetszés 119, 230, 232
gyökérrendszer 65–66, 89, 128, 161–162, 377
gyökfogó hatás 343
Gyöngyösi szótártöredék 16
GYULAI F. 42, 44–45
GYURÓ F. 63, 96, 223–224, 231–232, 321, 323–324, 351, 355, 359, 370, 375, 377
gyümölcs (-berakodás, -érés, -fejlődés) 104, 115, 127, 130, 133, 146, 148, 169–170, 173, 178, 219–220, 232, 274, 376
gyümölcs csészefoltossága 193
gyümölcsfogyasztás 179, 321
gyümölcshibák 273
gyümölcshullás (éréselőtti-, júniusi-, tisztuló-) 104, 115, 126–127, 133–134, 172, 296, 300
gyümölcshússzín 272

gyümölcsméret 45, 83, 169, 193, 208, 211, 219–220, 236, 271, 276, 317
gyümölcsmúmia(án) 192–194
Gyümölcsös kert 13, 16, 52, 57–58, 366
gyümölcsritkítás 84, 125, 194, 227, 232–233, 306, 310
gyümölcsszín 271, 279–281, 287
gyümölcstorzulás 219
gyűrűs termőnyárs 77
HAGYMÁSI K. 340, 350, 359
hajszálgyökerek 65–66, 89, 91, 161–162, 230
hajtás (-csúcs,-növekedés, -rügy) 75–76, 92–94, 102–104, 118, 127–129, 132, 143–144, 147, 159, 161, 163, 173, 165–166, 187, 191, 197–198, 208, 217, 219, 224
hajtásrendszer 66, 70, 102, 117–118, 122, 159–162, 203, 283, 314
HALÁSZ, G. 35, 243–244, 253, 256, 260–261, 357, 359
HALÁSZ, J. 35, 243–244, 253, 256, 260–261, 364, 378
Halictus nemzetség 236
HALLER M. H. 134, 359
HÁMORINÉ SZABÓ J. 110, 112, 359
HAMPSON, C. R. 273, 293, 359
HANCOCK, J. F. 268, 271–274, 276–277, 326, 359
háncstest 90–91, 96–99
HANELT, P. 34–35, 359
HANQING, F. 146
HANSEN, P. 143, 163, 217, 245, 354, 359
hanyatlási fázis 122
haploid 239, 256
HARASZTY Á. 176, 359
HARBAGE, J. F. 65, 359
HARBORNE, J. B. 181, 353, 359, 374
HARKER, F. R. 184, 351, 359
HARMAT L. 205–206, 208, 360
HARPER, J. L. 66, 360
HARRIS, S. A. 35, 203, 360, 363, 373
HARSÁNYI J. 204, 208, 211, 293, 360–361
HARTMANN, H. T. 116, 360, 367
hatóanyag 84, 180, 198, 200, 333, 336, 338, 342, 345
HATTINGH, M. J. 107, 360
HAVSTEEN, B. H. 180, 360
hazai almanemesítők 282
HE, H. 339, 345, 360
HECKE, K. 176–178, 360
Hedya nubiferana 201
HEER, O. 45, 360
HEGEDŰS, A. 260, 359, 371, 375
HEGI, G. 35, 42, 360
HEHN, V. 13, 360
héjkéreg (ritidóma) 99
Helemba-szigete 56, 365
hemizigóta 241
HEMMAT, M. 245, 256, 360, 362
HENDRIX, F. 193, 364
HENRIQUEZ, C. 180, 360
HENRY-KIRK, R. A. 152, 360
Héra (Junó) 48
Héraklész 48–49
Herbárium 13, 16
Herbst-Borsdorfer 289
HERN, A. 154, 360
hernyó 154, 196–200
HÉRODOTOSZ 53, 360
HERRMANN, K. 181, 360
HESEMANN C. U. 92–93, 103, 351
Hesperomeles nemzetség 23
HÉSZIODOSZ 52, 360
Heszperidák
Heteromeles nemzetség 23
heterozigóta 239, 241, 244–245, 248, 252–253, 256, 269, 273, 280
Hettita Birodalom 42
HEVESI M. 188–189, 270, 360, 363, 369, 378
hexokináz 147–148
hibrid(ek) 24, 25, 28, 30, 36, 39–40, 64, 115–116, 120, 181, 183, 204, 245–246, 248, 250–251, 253, 258, 269–280, 283, 296, 307–309, 311–314, 316–317, 331
hibridizáció 23–24, 31, 35, 40, 251, 263, 276, 281, 296, 311
hidegigény 128, 131, 164–165, 213, 275
hidegstressz 149,
Hieronymus-kódex 56
hifák 92

HILKENBAUMER, F. 66, 103, 373
hipantium (vacokserleg) 105
hiperszenzitív 245
HIPPS, N. A. 161, 360
HIRST, P. M. 130, 163, 360
hisztogén elmélet 89
HOCH, G. 143, 360
HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K. 350
HOGG, R. 285–286, 291, 361
HOKANSON, S. C. 252, 356, 361
HOLB, I. J. 194, 361
HOLČIK, Š. 59, 361
HOLDHEIDE, W. 98, 361
Holland doucin 203–204
HOMÉROSZ 49, 52, 361
HONDA, C. 152–154, 348, 361, 368
HONT J. 293, 361
HOOKER, J. D. 41
Hoplocampa testudinea 200
HORATIUS, Q. F. 361
hormonok (növényi) 233
HOUGH, L. F. 269, 361, 373
HOWARD, B. H. 206–207, 361
HÖFER, M. 36, 356, 361,
hőmérsékleti igény 214
HROTKÓ K. 203–212, 354, 361, 369, 374
HSIEH, L. S. 156, 361
HU, F. B. 180, 362
HUET, J. 129, 362
HUMMER, K. E. 239, 362
humusz 206, 208, 221
humusztartalom 221
HURST, R. D. 150, 376
HURWITZ, B. 189, 352
hypanthium 21
I. *Balduin Eudoxia* 55
Id. Porpáczy Aladár 64
Idun mítosz 48
Iliász és Odüsszeia 52
illatanyagok 154–155, 185, 338
illékony vegyületek 148, 154–155
illó savak 178
INÁNTSY F. 351, 362
indol-ecetsav 160–161, 166
indukált (juvenilitás, mutáció) 119–120, 280–281
infraspecifikus 30, 35–36, 38–39
integrált termesztés 233, 236
intenzitásnövekedés 228
intenzív almaültetvény 226
intergenerikus 23
inter-inkompatibilitás 236
interspecifikus 24, 35, 246
intragenetikus hibridizáció 31
introgresszió 33–35, 40, 244
IOERGER, T. R. 262, 362
ipari célültetvény 231, 314
iráni alma 31, 256
ITS (Internal Transcribe Spacer) szakasz 22
IUCN (International Union for Nature Conservation) 35
IUVENALIS 54, 362
IWANAMI, H. 248–249, 362
Izoenzim 140, 152, 251, 343
JACKSON, C. H. 138, 166, 180, 371
JACKSON, J. E. 348, 362
JAFFE, F. W. 377
JAKUBOWSKI, T. 205, 210, 362
JAMES, C. J. 246, 355, 362
JAMES, D. J. 246, 352, 362
JANICK, J. 116, 118–121, 239, 247, 268, 271–274, 276, 280, 281, 351, 353,356, 362
JANKIEWICZ, L. S. 160, 362
JANKOVICS. M. 49, 362
JANSSEN, B. 41, 42, 146, 243, 261
JANSSEN, B. D. 41, 42, 146, 243, 261 362
JANSSEN, B. J. 41, 42, 146, 243, 261 369
JANSSENS, G. A. 41, 42, 146, 243, 261 351
Janus compressus 200
járulékos gyökerek 89
JÁVORKA S. 29, 367, 375
jégelhárító rendszerek 234
JENSER, G. 348, 362, 369
JOHNSON, R. S. 161–362
JONES, A. L. 191, 362
JOSHI, S. G. 245, 362
JU, Z. 249, 362
JUNG, M. 339, 363
JUNIPER, B. E. 35, 203, 360, 363, 373
juvenilis (-fázis) 116, 118–121, 256
KADO, C. I. 188, 363

KAKUI, H. 263, 363, 374, 381
kaliforniai pajzstetű 195
KÁLLAY T. 171, 178, 359, 363, 379
KÁLLAY T.NÉ 213, 363
Kálvil almák (bordázott almák) 286–288
kanalasodás 220
KANAMARU, N. 259, 363
KANDIAH, S. 143, 363
Kansuenses series 26–27
KAO, T. H. 260, 352, 365, 368, 379
kaolinos permetezés 220
KAPÁS S. 45, 60, 64, 363, 378
karantén 187, 189
KARASZEWSKA, A. 166, 358
karcsúorsó 122, 226–228
KARDOS T. 48, 363
kárkép 196
KÁROLY S. 16, 349
karotinoidok 170, 249
KÁRPÁTI Z. 65, 70, 74, 78, 81–82, 116, 363
kártétel 188, 192–200, 246, 331
KÁSA K. 270, 360, 363, 378
KATZ, B. 189, 352, 354
kaukázusi alma 29
KAUSSMANN, B. 95–97, 99, 363
KAWATA, Y. 262, 363
kazmotécium 191
KEIL, H. L. 188, 379
KELLERHALS, M. 120, 268, 277, 347, 352, 356, 359, 363, 366, 371, 378
KELSEY, D. F. 280, 363
keményítő 90, 136, 141, 143–145, 147–148, 171, 178, 183, 219, 338
keményítőtartalom 89, 135, 142, 171, 173, 177
KEMMER, E. 119, 363
KEMP, H. 293, 359, 380
KENIS, K. 256, 354, 363
KENNEDY, R. A. 363
kényszernyugalom 125, 129, 164–165, 221
kéregrepedés 197, 200, 217
kéregszú (kis, nagy, púpos) 196
keresztezéses nemesítés 65, 203, 258, 276, 279–280, 282
keresztreakció 156
Kerrieae tribusz 22
Kerriodae főtribusz 22
Kertészeti füzetek 14
Kertészeti Kutató Intézet 64, 282
keserű rothadás 193
kétszikűek 21, 239–240, 242
KEULEMANS, J. 169, 256, 351, 353–354, 363, 380
KHAN, M. A. 150–151, 247, 250, 257, 363, 372
KHAN, S. A. 150–151, 247, 250, 257, 363, 374
KHANIZADEH, S. 181, 363
kihajtás 71, 74, 76, 125, 128, 159, 160, 164–165, 208
KIM, H. 152, 249, 261, 363
KIM, S. H. 152, 249, 261, 364
KIRÁLY G. 23, 30, 78, 80, 82, 133, 253, 279, 293, 299, 364
KIRÁLY I. 23, 30, 78, 80, 82, 133, 253, 279, 293, 299, 364, 371, 378
királyvirág
KISS L. 81, 218
KITAHARA, K. 253, 261, 364, 368
kitettség 213–214
kitűzés 271, 279, 282, 326
kizil alma 38, 42, 121
klád 21, 26, 31, 239, 241–242
KLAGES, K. 144, 364
klimaktérikus érés 148
klón (-alany) 65–67
klónszelekció 206, 281, 284
kloroplasztisz genom 26
klubfajták 227, 309, 316–317
KNEE, M. 177, 364
KNIGHT, R. L. 246–247, 364, 381
KOBEL, F. 130, 169, 261, 364
KOCH, H. S. 13, 41, 125, 215, 369
KOCH, K. 13, 41, 125, 215, 364
KOCH, W. 13, 41, 125, 215, 364
kocka (pflock) stádium 103, 163
kocsány 17, 24, 34, 58–59, 84–85, 104, 110, 112, 133, 142, 188, 287, 298, 300–301, 313
kodomináns 245, 252–253
KOEHNE 24
KOHN, F. C. 193, 364, 369

KOLESZNYIKOV, V. A. 65, 69, 364
kolinearitás 241
KOLLER, B. 245, 252, 364, 366, 371, 375
Kolozsvári glosszák 16
KOMONYI É. 293, 364
KOMORI, S. 261, 363–364, 368
kompartmentalizáció 264
kompatibilitás 209, 234–237, 247, 260–265
KONG, J. M. 182, 364
konídium, konidiumtartók 190–194
korai alma (*M. praecox*) 29
KORBAN, S. S. 30, 244–247, 251, 253, 350, 353, 357, 363, 365, 367, 372, 382
Kormos vagy Szürke renet 289
koronaforma 68, 70, 219–220, 223–228, 231, 237, 274–275, 312, 325
koronaritkítás 194, 224–225, 232–233
koronás fa 70
KÓSA L. 57, 365
KOTODA, N. 259, 361–365
KOVÁCS Á. 63, 107, 167, 282, 365
KOVÁCS S. 63, 107, 167, 282, 365
KOVALOVSZKI, J. 56, 365
KOVÁTS D. 99, 365
kozmopolita fajták 221
kősejt 24–26, 28, 110
KÖSZEGHY P. 19, 365, 381
kötődés 133, 153, 197, 200, 236, 260, 339–340, 345
KRATH, B. N. 365
KRELINOVÁ, J. 280, 350
Kristóf-napi alma 51
kromoszómaszám 22–23, 36, 168, 239, 241
KRONENBERG, H. G. 132, 365
KRÜGER, J. 245, 382
KRÜSSMANN, G. 25, 365
K-tartalom 180
KUBO, K. 262–263, 365
KUDRIN, A. V. 342, 365
KUNKA E. 365
KUNST, L. 171, 365
KÜTHY B. 357
kutikula 95, 100, 105, 111–112, 156
LABUSCHAGNÉ, I. F. 128, 365
LAKATOS L. 343, 365, 380
LAKSO, A. N. 129, 137–139, 143, 144, 161, 219, 350, 353, 356, 362–363, 365, 371
LANG, G. A. 129, 365
LANGENFELD, V. T. 25–27, 34, 365
Lapos almák 286–287
Lasioglossum nemzetség 236
LÁSZTITY R. 178, 365
LATEUR, M. 133, 365
LAU, O. L. 178, 365
LAURENS, F. 268, 276, 279, 352–353, 365, 367
lázfolt 195
LEE, K. W. 146, 249, 366
LEE, Y. P. 146, 249, 366
LEGAVE, J. M. 133, 358
LEIBITZER, J. 59, 366
Lencsés György 16
lenticella 70, 95–96, 112, 173, 193, 293, 295–302, 304–305, 307–311–315, 317
LENZ, F. 139–140, 349–350, 363, 371
LESPINASSE, J. M. 71, 73, 75, 160, 272, 274, 290, 353, 365–366, 380
Leucoptera malifoliella 198, 348
levél (-lemez, -nyél, -szél) 21, 24–25, 28, 34, 77–79, 99–100, 102, 118, 188–189, 191, 207, 211
levél szövettana 99
levéltetű (levélpirosító, zöld alma~, szürke alma~) 197–199, 247, 276, 318
LEWIS, T. L. 69, 169, 348, 355, 367
LI, M. 142, 146–148, 261, 353, 366
LI, P. 142, 146–148, 261, 353, 366
LI, S. H. 142, 146–148, 261, 353, 366
LI, T. H. 142, 146–148, 261, 353, 366
LIEBHARD, R. 248, 252, 255–256, 359, 366, 382
LIEGEL, G. 285, 290, 366
LIKHONOS, A. 24, 366
Limoges-i Róbert 56
LINK, A. 149, 366
LINNAEUS, C 366
LINNÉ, C. 13, 125
LIN-WANG, K. 153–154, 352, 366, 377
LIPPAY J. 13, 57–58, 203, 281, 366

lisztharmat 191, 206, 209–212, 224, 246, 258, 268–270, 276, 279, 282–284, 293–297, 300, 302–303, 306–315, 317–318
LIU, A. C. M. 96, 102, 150, 177, 182, 249, 257, 362, 366
LIU, J. R. 96, 102, 150, 177, 182, 249, 257, 366, 372, 382
LIU, R. H. 96, 102, 150, 177, 182, 249, 257, 350, 355, 360, 366, 381
lombhullás 104, 112, 118, 125, 128, 131, 143, 159, 161, 164, 192, 197–198, 205, 217, 220
lombosodás 104, 128
LONG, S. 261, 366
LONGHI, S. 248, 366, 380
LOONEY, N. E. 166, 366
Loquat nemzetség 190
LUBY, J. J. 24, 36, 352, 356, 359, 366
LUCAS, E. 285–289, 367, 370
LUCKWILL, L. C. 130, 163, 347, 367
lúdfű 152–153, 172
LUGASI A. 181, 340, 350, 367
LUNEC, J. 340–341, 353, 367
LUO, X. 139, 353
LÜBECK, J. K. 59, 367
LÜKŐ G. 51, 367
Lygus sp. 200
Lymantria dispar 201
MACHARDY, W. E. 367
MÁDY R-NÉ 204, 208, 211, 360
mag 82, 112
magház 17, 21, 23–26, 28, 34, 41, 48, 80, 82–83, 86–87, 103, 105, 108, 110, 112, 171, 192, 200, 285, 286, 288–289, 332, 334
MAGHULY, F. 156–157, 367
magkezdemény (ovulum) 22–23, 80, 107–109, 112, 168, 217
MAGNANINI, E. 138, 353
Magnoliophyta 21
magonc 64–67, 93–95, 116–122, 203–205, 208, 212, 224, 245–247, 252, 269–270, 274, 276–277, 279, 282–284, 293–297, 300, 302, 304–305, 310, 313, 315, 317
magonc alany 122, 204
MAGUYLO, K. 128, 367
Magyar Füvész könyv 13, 16, 354
makrogametogenezis 107, 109
makrospóra 108–109
makrosporogenézis 107, 109
mala aurea-birsalma 17
Malacomeles nemzetség 23
MALIEPAARD, C. 248, 256, 367, 373
Maliga Pál 64, 282
MALNOY, M. 245, 257, 259, 367, 380
Maloideae alcsalád 22–23, 239–240, 242, 264
MALONEY, K. E. 268, 276, 280, 351
Mālum (almafa) mălus (3 rossz) 13, 17, 19, 46
Malus Miller 23, 353
– *baccata* (L.) Borkh. 28, 30–31, 36, 270
– *dasyphylla* 29–30, 36–37, 42, 203
– provar. *frutescens* 30
– provar. *paradisiaca* 30
– *dasyphylla* Borkh.: 29–30, 37
– var. *domestica* Koidz. 30, 36–37
– *domestica* Borkh. 11, 13, 21–22, 29–30, 34, 36–37, 353, 357–359, 361, 363, 366–369, 371, 373, 375, 380
– subsp. *chinensis* Li 34
– *florentina* 25–28, 36, 372
– *fusca* 27–28, 36, 39, 247, 258
– *honanensis* 28, 37
– *micromalus* 30–31, 39, 245
– *niedzwetzkyana* 29, 34–35, 204
– *ombrophila* 28, 37
– *orientalis* L. 29
– *orientalis* subsp. *turkmenorum* (Juz.) Langenf. 34
– *orientalis* Uglitz. 31
– *praecox* (Pall.) Borkh. 29, 38
– *prattii* 28
– *prunifolia* (Willd.) Borkh. 30, 37
– *pumila* Mill. 28–31, 37, 203, 362, 367
– var. *domestica* (Borkh.) Schneid. 29
– var. *domestica* C.K. Schneid. 30, 36–37
– var. *Niedzwetzkyana* Dieck. 29
– var. *paradisiaca* (L.) Med. 29

– *sieversii* (Ledebour) M. Roemer 34
– var. *hissarica* (S. Kudr.) Ponomar. 34, 38
– var. *kirghisorum* (Theod. et Fed.) Ponomar. 34
– var. *sieversii* 34
f. *niedzwetzkyana* (Dieck) Langenf. 34
– var. *turkmenorum* (Juz. et M. Pop.) Ponomar. 34
– *sylvestris* (L.) Mill. 28–30, 204, 270, 353
– subsp. *sylvestris* 29
– subsp. *dasyphylla* (Borkh.) Soó 29
– subsp. *paradisiaca* (L.) Soó 29
– var. *domestica* Mansf. 30
– var. *mitis* Wallr. 29
– *toringoides* 26, 38
– *transitoria* 26, 38
– *trilobata* 28, 38
– *yunnanensis* 25, 28, 38
Malus × *asiatica* 30
Malus × *domestica* 31, 353, 356, 358, 361, 363, 366–367, 369–370, 381
MANACH, C. 181, 367
MÁNDY GY. 367
MANZOOR, M. 338, 367
MAREMMANI, A. 92, 367
MARGALITS E. 17, 367
Markeranalízis 269, 277, 279
MARSH, K. B. 359
MARTIN, D. 169, 365, 367
MARZBAN, G. 156, 367
MAS – marker-assisted selection 257
Masánszki renetek 287
MASIERO, S. 243, 367, 380
MASSERON, A. 206, 367
MATITYAHU, A. 261, 358, 367
MATSUMOTO, S. 86, 261, 364, 368
MATTHES, A. 156, 374
MATTON, D. P. 368
MAURER,E. 203, 368
MAYER, C. J. 155, 368
MCCANN, M. C. 177, 368
MCCARTNEY, W. O. 192, 368
MCCLURE, B. A. 260, 368
MCCUBBIN, A. G. 368
MCGHIE, T. K. 150, 352, 360, 366, 368, 381
MCLAUGHLIN, J. M. 163, 368
megporzás (méhmegporzás) 86, 107, 115, 132, 148–150, 154, 167–169, 208, 232, 234, 236–237, 247, 260, 275–277, 279, 283–284, 293, 295, 317, 354
megtermékenyülés 109, 168–169, 351
MEHINAGIC, E. 155, 349, 368
méhsűrűség 236
MEIER, U. 125, 127–128, 132–133, 368
MEISTER, A. 36, 361
MELICH J. 13, 368, 377
MELIUS JUHÁSZ P. 13, 368
Melolontha hippocastani 195
Melolontha melolontha 195
MELOUNOVÁ, M. 261, 368
mélynyugalom 125, 129, 131, 164–165, 215, 217, 221
MENZEL, A. 125, 364, 368
mesobiotikus 115
Mespilus nemzetség 23
metaxénia 169, 236, 350, 353
metaxilém 89–91, 94–96
Métet alma 57
Metschnikowia nemzetség 155
Metszés, metszésmód 13, 71, 74, 120, 123, 125, 161, 194, 196–198, 208, 220, 223–225, 227–228, 230, 232–233, 274, 325, 359,
MEYERS, B. C. 242, 368
mezokarpium 110–111
mezotesta 23
mezotónia 71, 160
micélium 191–192
MICHELETTI, D. 352, 366, 380
Michelin 35
Microtus terestris 201
MIHALIK E. 106–107, 368
MIKA, A. 139, 368
MIKES K. 13, 368
mikrogametogenezis 106
mikroklíma 159, 198, 214, 231, 298
mikrospórák 106
mikrosporogenézis 165
mikroszatellit markerezés 252

mikroszórófejes öntözés 234
MILLER, N. J. 81, 338, 368
MILLER, PH. 81, 338
MILLS, E. N. 155, 191, 356, 360, 368, 374
MIMIDA, N. 103, 362, 368
MINARRO, M. 247, 369
MINCHIN, P. E. H. 138, 369
miniszatellit 252
minősített fajta 282–283
MIRMIRAN, P. 180, 369
MITTELSTÄDT, H. 215, 369
módosított visszakeresztezés 269, 276
MOGGIA, J. A. 179, 180, 369
MOHÁCSY M. 14, 28–29, 61–62, 285, 288, 369
MOKDAD, A. H. 176, 356
Molekuláris 21–22, 26, 28, 30–32, 35, 42, 135, 137, 156, 187, 189, 239, 241, 244–246, 250–253, 256–258, 260–261, 263–264, 279, 281, 284, 299, 339–340
MOLNÁR I. (LÁSD. RUDINAI MOLNÁR) 14–15, 16, 61, 203, 357, 369
MOLNÁR J. 14–15, 16, 61, 203, 365
moly (aknázó, sátoros, fehér, törpe) 198–199, 348
monilinia 193, 349, 361
Monilinia fructigena 193
monogénes rezisztencia 246–247
MOORE, J. N. 120, 351, 358, 362
Moraceae 21
morfológia, morfológiai 24, 26, 28, 30–31, 35, 45, 103, 105, 109, 112, 116, 118, 123, 125, 165–166, 206–207, 220, 244, 251, 258, 297, 299, 370, 378
MORGAN, D. R. 14, 22, 41–42, 52, 55, 82, 86, 121, 132, 184–185, 290, 292, 352, 369, 372
MORGAN, J. 14, 22, 41–42, 52, 55, 82, 86, 121, 132, 184–185, 290, 292, 352, 369
mozaikfoltosság 198
MUHAMMAD, A. 338, 369
MUKRED, A. K. 206–207, 209, 211, 361, 369
MULCAHY, D. L. 252, 369
multihibrid 30
multirezisztencia 268, 270, 284
MURATA, M. 259, 369
Murmelius 13, 16, 376
murvalevél 34, 103
művelési rendszerek 223, 226–227, 321, 359
NADÁNYI J. 13, 57, 369
Nagy Károly 55
NAGY P. 17, 64, 83, 92, 105–106, 206, 208, 360, 369
NAGY S. 17, 64, 83, 92, 105–106, 206, 208, 360, 369
NAGY TÓTH E.v 64, 83, 105–106, 369–370, 374
NAGY-TÓTH F. 64, 83, 105–106, 369
NAGYVÁTHY J. 64, 83, 105–106, 369
napégés 182, 219–220, 234, 318
napperzselés 220
NASCHITZ, S. 143–144, 369
NAUMANN, W. D. 143, 356
NCBI (National Center for Biotechnology Information) adatbázis 256
Nectria cinnabarina 191
Nectria galligena 192, 268, 368, 376
Neillieae tribus 22
NEILSEN, J. C. 130, 213, 217, 221, 349, 354
nekrotikus foltok 192
nektárium 21, 80, 105–106, 351
nektriás hajtás- és vesszőelhalása 191
nektriás rák 192
nem illó savak 178
nemes alma 13, 21, 26, 28–31, 33, 34, 36, 40–41, 115
NEMESKÉRI E. 220. 369
Nepticula malella 198
nettó fotószintézis 137–138
NEWBIGIN, E. 262, 369
NEWCOMB, R. D. 256, 369, 374
NICHOLSON, S. E. 140, 348
Nidud király 50
NOITON, D. A. 279, 370
NÓTIN B. 279, 327, 331–332, 338, 370–371, 375–376
NOTODIMEDJO, S. 165, 355
NOVÁKI, GY. 43, 370
növekedési erély 71, 89, 118, 130, 159–160, 206–207, 210–211, 225, 228, 274, 281, 297, 301, 311, 314, 373
növényvédelem 194, 231, 234, 278

N-transzlokáció 143
nucellusz 108–109, 112, 168
Nukleáris SSR-marker 31, 252–253
Nukleotidcsere 240
nyálkacseppek 189
Nyári almák 51, 55, 63, 132, 134, 185, 285–287, 327
Nybom, H. 252, 261, 273, 357, 370
Nyéki J. 125, 128, 132–134, 167–168, 219–220, 236, 282, 349, 351, 354, 359, 370, 375, 378
Nyelvemlékek és nyelvtörténeti források 15
nyugalmi állapot 115, 131, 165, 211, 233
Nyujto F. 204, 370
O. Nagy G. 17, 370
O'Rourke, A. D. 319–322, 324–326
O'Rourke, D. 319–322, 324–326
Oberdieck, J. G. 84, 285–286, 288, 367, 370
O'Brien, N. M. 181, 364
Odüsszeusz 49
Ogasawara, M. 138, 348
Ogjanov, V. 274, 280, 370
Okályi I. 61, 213, 370
Oliveira, C. 252, 358
Oliver, M. A. 179, 370
oltóvessző 121
oltvány 122, 206, 210, 230
Operophthera brumata 201
Oppenheimer, C. 128, 370
Oprea, A. 30, 370
optimális tenyésztáj 213
optimális termőtáj 213
Orbán Balázs 60, 376
Ordovas, J. M. 340, 375
Orgya antiqua 201
Orosz-Kovács Zs. 105–107, 112, 167, 360, 370, 374
Országh L. 17, 349
Országos Pomológiai Bizottság 62
Osmaronieae tribus 22
Osmia nemzetség 236
Osteomeles nemzetség 23
Ovidius, P. N. 49, 370
oxidatív stressz 149, 339, 341, 345
ozmoprotektáns 142, 144, 149
ozmotikus stressz 144
ökológiai hatás 231
ökológiai tűrőképesség 34, 221
önmeddő, önmeddőség 24, 35, 167–169, 234, 239, 256, 260, 263–264, 275
öntözés 65, 120, 125, 144, 205, 208, 219–220, 226, 228–232, 234
öntözőrendszer (esőztető-, csepegtető-) 230, 234,
öregedési fázis 122, 156, 161
örmény alma (sárga barack) 13, 53
összeférhetetlenség 211, 236
P. Erményi M. 370
P. Hartyányi, B. 370
Pais I. 179–180, 370
Pál J. 49, 370
paleohexaploid 239–240
pálha, pálhalevél 21, 23, 34, 59, 79
Palladius Jessze „fája" 48
Palladius, R. T. 54, 371
Palma, J. M. 146, 371
Palmer, J. W. 138–139, 144, 213–217, 220, 358, 366, 369, 371, 380, 382
Pandemis ceresana 199
Pandemis heparana 199
Panonychus ulmi 197
Pápai Páriz Ferenc 16
Papp J. 63, 122, 176, 179, 214, 219, 221, 235, 279, 293, 338, 351, 370–371, 376, 378
Papp D. 63, 122, 176, 179, 214, 219, 221, 235, 279, 293, 338, 371
Papp N. 63, 122, 176, 179, 214, 219, 221, 235, 279, 293, 338, 375
Papršteín, F. 133, 371
paradicsom alma 29–30, 37, 58–59, 203–205
parafiletikus 22
paralóg 23, 153, 242–243, 245
paraszemölcs (lenticella) 70, 77, 86, 95–96, 112, 140, 173, 193, 211, 293–305, 307–311, 314–315, 317
Parisi, L. 269, 349, 352
Parry, M. S. 206, 371
Partenokarp, partenokarpia 57, 59, 88, 169, 260, 275, 303
Patocchi, A. 245, 349, 352, 356–357, 359, 363, 371, 375, 380

PÄTZOLD, G. 209, 371
Pázmány Péter 16
PEIRS, A. 171, 371
pektin, pektintartalom 171, 175, 177–178, 294, 326, 328, 331, 335, 337–338, 343, 345
Penicillium expansum 194
penicilliumos gyümölcsrothadás 194
pépezés 230
Peraphyllum nemzetség 23
periantium 105, 110
periciklus 89–90
perikarpium 42, 45, 111
perispermium 112
PERRING, M. A. 180, 371
Persicum = őszibarack 17
PERTOT, I. 245, 357
Perzsa alma (őszibarack) 13
PETERSON, C. A. 90, 371
PETHŐ F. 60–62, 70, 74, 125, 159, 161–162, 204–206, 211, 223, 282, 351, 370–371
PETKOVSEK, M. M. 176, 178, 181, 371, 379
PETRONI, K. 152–153, 371
PFEIFFER, J. 250, 371
PHIPPS, J. B. 24, 27–28, 371, 373
Photinia nemzetség 23
Phyllobius oblongus 200
Phyllonorycter blancardella 198
Phyllonorycter corylifoliella 198
Phyllonorycter spp. 198
Phytophtora cactorum 208, 210, 268
Phytoseidae család 197
piros bimbós állapot 109, 126
Piros renet almák 288
piroszekvenálás 241
PISKOLCZI M. 220, 372
PITERA, E. 115, 372
plasztokron (plastochron) 163
PLINIUS, C. S. 53, 58, 372
PLUTARKHOSZ 53, 372
PODANI J. 21, 372
Podosphaera leucotricha 191, 246, 268, 347, 354, 364, 376
Pogácsa almák v. tányér almák 286
polifenol(ok) 150–151, 175, 178, 329, 345
polifiletikus 28
poligénes (poligénes fajták) 237, 244, 246, 248–249, 269–270, 272, 274
politomia 28
pollen (intine exine) 82, 106, 156, 167–168, 236, 251, 253, 260, 262–264, 276–277, 353, 363, 368–369, 374, 383
pollenadó 125, 169, 204, 234–237, 253, 260, 284, 305, 308, 310, 314
pollenfertilitás 235
pollensterilitás 235
pollenzsák (lokulamentum) 106, 167
Polyphylla fullo 195
pomader pomme pomádé 52
Pomerium (pomerium) 16–17, 56, 377
pomológia 13–14, 53, 60, 77, 78, 84–85, 285, 290, 292, 364, 369, 378
pomológus 281, 285, 286–287, 289–290
Pomona 55, 184, 265
pomum 13, 15, 16
PONOMARENKO, V. V. 24, 356, 372
PONTAIS, I. 150, 372
pontmutáció 239
PORPÁCZY A. 69, 89, 100, 102, 115, 122–123, 167, 215, 372
PORPIGLIA, P. J. 161, 372
portok 24, 80, 82, 106–107, 167
porzó 21, 23–24, 34, 80, 83, 102–103, 106–107, 110, 130–131, 164, 200, 260
PÓS, V. 149, 372
POSTMAN, J. 187, 372
poszméh 236
Potentilleae tribus 22
POTTER, D. 21–22, 26, 242, 372
POTTS, S. 256, 372
POWNEY, R. 1189, 372
praecotia poma 16
PRANG, L. 166, 372
PRESTON, A. P. 207–208, 211–212, 372
primér inokulum 190
PRIOL, J. 80, 372
PRISZTER SZ. 14, 372
PROBOCSKAI E. 66–68, 115, 121, 203–207, 211–212, 372, 374
prolin 149

protofloém 94–95
protogynia 167
protoxilém 91, 94–95
Prunoideae alcsalád 99
Pseudocydonia nemzetség 23
Pseudomonas syringae pv. Papulans 189, 352
Pseudomonas syringae pv. syringae 188–189
PSII (kettes fotókémiai rendszer) 144
Pszeudo-Barnabás-levél 49
pszeudotéciumok 190, 193
pufikosodás 297, 309
Pumilae series 25, 27
Punicum = gránátalma 17
púposszú 196
PUSKELY M. 54–55, 372
Pyracantha nemzetség 23, 190
Pyreae tribus 22–23
Pyrinae altribus 23
Pyrodae főtribus 22–23
Pyrus L. 23
– *communis* L. 23, 355, 368
– *malus* L. 31, 37
QIAN, G. Z. 24, 28, 31, 35–36, 372
QIN, G. 146, 372
QTL (Quantitative Trait Locus), mennyiségi jellegeket meghatározó lókuszok 235, 244, 246–244, 247–251, 258, 268, 270, 293, 309, 352, 363, 366, 373
Quadraspidiotus perniciosus 195
QUINLAN, J. D. 143, 372
RAA, J. 193, 379
RACZ J. 14, 17, 20, 362, 372
RACSKÓ J. 81, 134, 354, 373
radiáció 23–24
rákos sebek 188–189, 191–192
Rambour almák (Fontos almák) 285–286, 289
RÁNKY GY. 52
RAPAICS R. 13, 19, 29, 45, 55–57, 59, 61, 281, 287–288, 373
RAPD-marker 245–247, 256
RAYMAN, J. 293, 373
READ, D. J. 91–92, 375
receptákulum 111
Recurvaria leucatella 201
REGIUS J. 14, 28, 35, 42, 57, 70, 77, 79, 82, 86, 293, 351
REGNARD, J. L. 248, 373
REHDER, A. 24–28, 30, 373
REIM, S. 253, 373
REIS, S. F. A. R. 338, 373
RENARD, C. M. G. C. 177, 349, 373
Renet (egyszínű v. viasz) 286, 289
Renet almák 285–286, 288–289
részleges juvenilitás 120
retardált virágzás 217
retrotranszpozon 252
REYES, V. M. 144, 373
rezisztenciagén 242, 246
rezisztencianemesítés 268–269, 279
rezisztens 176–178, 180–181, 189–190, 206, 208, 235, 244–245, 247, 258, 269–270, 273, 276, 283–284, 290, 293–294, 309–310, 312, 314–315, 318, 324, 326–327
RFLP-markerek 252, 256
Rhamnaceae család 21
Rhaphiolepis nemzetség 23
RICE-EVANS, C. A. 368
RICHARDS, A. 14, 41–42, 52, 55, 82, 86, 121, 132, 184–185, 290, 292, 369
RICHARDSON, E. A. 164, 373
RIEDHART, J. M. 89, 373
RITC, A. E. 193, 373
rizodermisz 89–90
ROACH, F. A. 14, 42, 53, 373
ROBARDS, K. 181, 373
Robenhausen 45
ROBERTS, K. 177, 368
ROBERTSON, K. R. 24–27, 369, 371–373
ROBINSON, J. P. 26–28, 30, 173, 360, 373, 377
ROBINSON, T. L. 26–28, 30, 173, 373, 377
ROCHE, P. 247, 367, 373
RODLER I. 175, 178–180, 336, 373
ROEMER, K. 66, 133, 373
ROEMER, T. H. 66, 133, 373
ROGERS, W. S. 69, 373
RÓHEIM G. 48, 373
ROLLAND, F. 148, 373
ROM, C. R. 129, 356, 361, 373
Római Birodalom 42, 54, 203

Rosaceae család 21–22, 109, 187, 239, 241, 243, 260–261, 264
Rosales rend 21
Rosanae főrend 21
Rosati, P. 134, 356
Rosid klád 21
Rosidae 21
Rosodae főtribus 22
Rosoideae alcsalád 22
Ross, S. A. 149–150, 357, 369, 373
rosttracheidák 22, 98
Rouselle, G. L. 269, 373
Rowan, D. D. 155, 366, 373
Rozmaringalmák 64
Rózsa almák 285, 286
Rózsafélék 21
Rózsavirágúak 21, 239
RuBisCo 135, 137, 140
Rudinai Molnár I. 14, 61, 357
Ruellius, J. 374
Rupasinghe, H. P. V. 272, 374
Rusholme-Pilcher, R. L. 248
Rügy, termőrügy 21, 23, 25–26, 29, 34, 74–76, 92–94, 102–104, , 109, 116, 129, 131, 159, 163, 166, 215, 232, 256, 305
rügydifferenciáció,(-differenciálódás) 102, 129–131, 163, 166, 217, 219
rügyecske (pumula) 116
rügymutáció 280, 290, 297, 305, 311, 313, 315–317
rügypattanás 102, 106, 125–128, 190, 218
Saito, N. 181, 363, 374, 382
Samuels, L. 171, 365
Sancho, A. I. 156, 356, 374
Sándor cár 289
Sanger-féle szekvenálás 241
Sanguisorbeae tribus 22
Sanguisorbinae altribus 22
Sanoner, P. 181, 374
Sarcocephalus nemzetség 190
Sárdi K. 179, 354
Sárkány S. 110–113, 374
Sassa, H. 261–263, 363, 374, 379, 381
sátorosmoly 198
sátorozó fürt 24
Saure, M. C. 170, 374
Sax, K. 239, 374
Scalzo, J. 343, 374
SCAR marker 245–247, 270, 350, 355
Schaal, B. A. 252, 370
Schaffer, R. J. 148, 155, 354, 362, 365, 374
Scheidné Nagy-Tóth E. 106, 370, 374
Schiller, F. 50, 374
Schmidt, H. 57, 106–110, 112, 268–269, 273–274, 276, 350, 356, 365, 374, 378, 381
Schmidt, J. 57, 106–110, 112, 268–269, 273–274, 276, 350, 367
Schmitz-Eiberger, M. 273
Schöning, A. 380
Schöning, B. 380
Schulze-Menz, G. K. 22, 374
Schüssler, A. 92, 374
Schwalfenberg, G. K. 180, 374
Schwanitz, F. 42, 374
Sclerotinia sclerotiorum 193
Scolytus mali 196
Scolytus rugulosus 196
Sebők L. 19, 205, 207, 211, 374
Seglias, N. P. 255, 357, 364, 374
Selyemút 31
Serguschenko, I. 177, 374
Shafig, M. 154, 374
Shahidi, F. 181, 374
S-haplotípus 260, 262
Sharkey, T. D. 137, 353, 375
Siddiqui, S. 177, 375
Sieboldianae series 26
Silbereisen, R. 80, 84, 209, 269, 358, 375
Silfverberg-Dilworth, E. 252, 256, 349, 375
Silsby, K. J. 178, 350
Silva, J. M. 130, 163, 367, 381
Simon, R. 15–16, 46–47, 51, 70, 76, 365, 375
Simonyi K. 51, 375
Simopoulos, A.P. 340, 375
Singh, D. 133, 374–375
single nucleotide variation – SNP 239
Singler, D. 111, 375
Singleton, V. L. 181, 375
Sipos L. 279, 375

Skirvin, R. M. 30, 365
S-lókusz 35, 247–248, 260, 262–264
Slor, E. 128, 370
Smith, S. E. 91–92, 236, 373, 375
Smock, R. M. 134, 375
sodrómoly (almailonca, kerti, ligeti) 199, 348
Soltész M. 64, 128, 131–134, 167–168, 213, 216, 219–221, 228, 235–236, 282, 293, 349, 351, 354, 369–370, 375–376, 378
Soó R. 29, 367, 375
Sorbarieae tribus 22
Sorbomalus szekció 26, 28
Sorbus nemzetség 23, 98, 190, 256
Souci, S. W. 175–176, 178, 180, 336, 375
Speisky, H. 345, 360, 375
Spencer, P. W. 161, 375
Spilonota ocellana 201
Spiraeeae tribus 22
Spiraeoideae alcsalád 22, 239
Spongberg, S. A. 23–24, 34, 353
sporodochium 191
SPS foszfoprotein 141
spur 74–75, 160, 211–212, 225, 274, 279–280, 297, 307–308, 316, 373
SSR (simple sequence repeats) 31, 252–253, 256, 270, 293, 357–359, 361, 364, 382
Stanley, C. J. 173, 375, 379
Stebbins, R. L. 357
Stefanovitsné Bányai É. 180
Steinborn, G. 376
Stephan, M. 166, 372, 376
Stephanitis pyri 200
Stevens P. F. 21, 24, 376
Stevenson, D. E. 150, 376–377
Stirling J. 376
Stoll, K. 133, 376
Stösser, R. 111, 167, 375–376
Strabón 54, 376
Stranvaesia nemzetség 23
stressz 144, 149–150, 215, 339, 341, 345
Suckling, D. M. 155, 376
sudár 52, 70–71, 73–74, 76, 208
sudárvessző 70
Suetonius 54, 376
sulialma 84
Surányi D. 13–14, 16, 44, 54–57, 60, 62, 64, 203–204, 365, 376
Sutton, T. B. 192–193, 347, 362, 376
Sűrítmény 292–295, 297, 309, 311–313, 321, 326–330
Swinburne, T. B. 192, 376
Synanthedon myopaeformis 196, 348
szabadorsó 122, 225, 228
Szabó T. 16, 45, 110, 112, 204, 293, 316, 338, 356, 360, 370–371, 375–376, 378–379
Szabó Z. 45, 110, 112, 204, 293, 316, 338, 349, 351, 354, 359
szacharóz (-lebontás, -szint, -szintézis) 135, 137, 141–142, 144, 147–148, 171, 176, 177, 259, 335–336
Szakály F. 57, 376
Szakátsy Gy. 61, 376
Szalatnay D. 86, 376
Szalay L. 170, 172, 178, 376
Szamota I. 13, 376
Szani Zs. 60, 326, 376, 378
Szankowski, I. 150, 356, 376
Szántó K. 55, 376
szár elsődleges szöveti szerkezete 92
szár vastagodása 99
szeba szeb szef (hindi kifejezések) 41
szekvenálás 239, 241
széles soros telepítés 224
szemikompatibilitás 236
Szenczi Molnár Albert 16
szeneszcencia 142–143, 148
Szentmihályi K. 180, 350, 377
sziklevél 24, 109, 116–117
Szikszai Fabriczius B. 57, 377
Szilágyi Kálmán 64, 282
szinonim mutáció 240
szinonim nukleotidcsere 240
Szinnyei J. 13, 377
sziromlevél 80–82, 103–106, 108, 112, 127, 130–131, 164, 200, 236, 243, 277
szklerenchima 94–96
szkleróciuni 193
szorbitol (-lebontás, -szintézis) 22, 135, 137, 141–142, 144, 147–149, 242–243, 259, 273

SZŐKE É. 338, 377
szövettan 22, 95, 99, 102, 111, 365
sztóma-konduktancia 144
sztratifikálás 115
szubtelomérikus 263
szuperorsó 226–228
TAIZ, L 141, 377
tájfajta(ák) 31, 35, 60–61, 64, 227, 244, 253, 265, 283
takácsatka 197, 199, 313–314
takarólevelek 104–105, 108, 110–111
TAKÁTS S. 57, 377
TAKOS, A. M. 152–154, 250, 377
talaj 34, 65–66, 159, 162, 179, 188, 195, 208, 214, 217, 221–222, 226, 229, 231
talajadottság 213, 221, 371
talajigény 221–222
talajművelés, előkészítés 65, 194–195, 228–233, 334
talajvíz 205, 211, 221
Tamássy István 283
TAMÁSI J. 65–68, 162, 377
támrendszer 214, 225
tannin 98, 183, 250, 377
Tányéralmák (lásd. Pogácsa almák) 84–85, 184, 266, 286, 288–300
TAO, R. 142, 377, 379, 380
tapétum 106–107
TARR F. 340, 377
TARTARINI, S. 244–245, 247, 251, 253, 349, 352, 357, 365, 367, 371, 373, 377, 380
TATARINOV. A. N. 205, 209–211, 377
télállóság 205, 209–210, 216–217, 274
Teleki kódex 16
telepítés 195, 209, 228–230
telepítés előkészítés 228–229
telepítési rendszer 223–224, 371
Téli almák 58, 60, 134, 171, 285–287
TELIAS, A. 152, 154, 377
Tell Vilmos 49–50, 374
TEMESVÁRI P. 56, 377
tenyészidőszak 74, 125, 128, 143–144, 161, 213–214, 219–221, 273
TEO, G. 142, 377
térállás 69, 74, 121, 223–225, 227–229
termékenyülés 64, 109, 168–169, 234, 236, 239, 259–261, 283, 351, 370
termékenyülési rendszer 261
termelésfejlesztés 279, 320
termelési részarány 319
termés 22–26, 29–30, 42–43, 45, 77, 82, 110, 112, 121–122, 135, 139, 142–143, 146, 155, 164, 168, 198–199, 206, 212, 215, 218–220, 224, 231, 268, 314, 319, 321–322, 351, 359, 373,
termésberakottság 144
termésbiztonság 167, 232–234
termésbővülés 320
terméscsúcs 319
terméshéj 34, 82–83
terméshozás 73–75, 122, 162, 166, 168–169, 214, 219, 227, 231, 233, 268, 274, 279–280, 290, 292–293, 301, 309, 313–315, 325
termésképzés 73
termeskötés 112, 143
termésmennyiség, terméshozam 112, 144, 173, 214, 224, 231, 233–234, 260, 296, 319–320, 326
termésnövekedés 143, 146–147, 319, 321
termésterhelés 138, 143–144
természetes mutációk 279
termésszabályozás 223, 232–233, 236
termesztés 13, 61–62, 213, 223, 227, 231, 233, 316, 376
termesztéstechnológia 132, 160, 166, 181, 185, 229, 231, 233–234, 268, 272, 316, 320–322, 324–325
termesztett alma 16, 19, 29–30, 35, 44–45, 80–81, 214, 244, 337
termő, termőlevél 13, 16, 17, 21, 41, 53, 56, 74, 102, 104–105, 107–108, 110, 120–121, 164, 169, 205, 217, 250, 301
termőbog 76–77, 130, 198–199, 216
termőfelület-szabályozás 223, 232
termőgally 73–74, 76–77, 182
termőhely 35, 102, 122, 128, 130, 132, 134, 159, 163, 165, 167, 173, 175, 205–206, 213–214, 219, 221–222,

228–229, 298–308, 311–312, 317, 320
termőkalács 75–77
termőkaros orsó 224–225,
termőképesség 205–206, 208–210, 212, 220, 236, 268, 281, 283–284, 294–312, 314–318, 351
termőkori fázis 65, 121,
termőnyárs 76–77, 129, 216, 293–295, 297–298
termőrefordulása 119, 121, 293, 295, 312, 315
termőrügy 102–104, 128, 131, 305
termőtáj 21, 23–24, 57, 63, 107, 213
termővessző 70, 73–77, 129–130, 132, 138, 216, 294, 308, 311
TERPÓ A. 14, 21, 23, 26, 28–30, 82, 204, 363, 370, 375, 377
Tetranychus urticae 197
Tetranychus vienensis 197
tetraploid 274–275, 280
THEN, M. 180, 350, 377
THEOPHRASZTOSZ 53, 377
THIAULT, J. 184, 377
THIBAULT, J. F. 177, 373
THOMAS, H. E. 377
Thunersee 45
tiburiai alma 54
TIEMANN, K. H. 208–209, 377
TIMON B. 217, 221, 377
tisztuló hullás 134, 172
TITUS, J. S. 161, 375
TMT-típusú transzporterek 148
TOBBUT, K. R. 275, 377
TOMCSÁNYI P. 14, 83, 282, 293, 373, 377–378
TONELLI, C. 152–153, 371
Torminalis nemzetség 23
TÓTH M. 64, 70–71, 73, 75–76, 80–83, 85–86, 105–106, 120, 122, 125, 128, 132, 133–134, 169, 176, 178, 181–182, 184, 214–215, 218–221, 226, 235–236, 244, 268–2670, 277, 284, 290, 293, 306, 325, 347–348, 350, 359–360, 363–364, 369–371, 374–376, 378–380
törzsgyűrűzés 119
tőtávolság 227, 229, 325, 361
transzgénikus 148, 245, 257–260
transzkripciós faktor –TF 150–154, 241–243, 248, 250–251, 345
transzporter (TMT típusú) 148
TREUTTER, D. 181, 372, 376, 379
trichóma 93, 95, 101, 105, 111, 153
triploid 80, 82, 88, 134, 167–168, 222, 235–236, 252, 261, 267, 274–275, 300, 305, 308, 311–312, 315
TRIPOLI, E. 181, 379
triterpén 22, 345
trnL-trnF 22, 372
TROMP, J. 66, 83, 110–112, 119–121, 129, 163, 166, 169–171, 173, 374, 379, 381–382
TRONSMO, A. 193, 379
TSAI, D. S. 262, 379
TUKEY, H. B. 105, 110–111, 134, 379
TURKETTI, S. 112, 379
TUSTIN, D. S. 143, 352, 365, 371, 374–375, 379
tüsző, tüszőcsoport, tüszőtermés 22–24, 82–83, 169, 171
tűzelhalás (-fogékonyság) 106, 150, 188–189, 205, 208–210, 247, 258, 268, 270, 276, 279, 284, 293–295, 297–299, 301, 303–305, 307–315, 317
TYDEMAN, H. M. 120, 205, 208, 267, 274, 364, 379
UDP-glükóz 141, 145, 147, 152
UDVARDY L. 101, 380
ÚJVÁRI E. 49, 370
Ulmaceae család 21
UPOV 70–78, 80–81, 83, 85, 133, 379
URBAN, L. 144, 379
Urticaceae család 21
USDA (U.S. Department of Agriculture) 24, 36, 175, 180, 239, 379,
USDA-GRIN adatbázis 24
USENIK, V. 181, 379
USHIJIMA, K. 260, 262, 363, 374, 379
Uster Apfel (lásd. Csúcsos almák) 289
Utah modell 164–165
ültetvénylétesítés 234, 320

üvegesedés 219, 273, 309, 318
üvegszárnyú almafalepke 196
vacok 21–24, 30, 34, 80, 82, 103, 105, 108, 110–112, 139, 243
vacoköböl 83, 86–87
vadalma 13, 16–17, 83, 86–87
VAJNA L. 193
VALLAT, A. 154–155, 379
VAN DE WEG, W. E. 244, 352, 357–358, 363, 365–366, 375, 382
VAN DER ZWET, T. 379
VAN NERUM, I. 260–261, 265, 351, 380
VAN OOSTEN, H. J. 206–207, 380
VAN TREUREN, R. 256, 380
VANLERBERGHE, G. C. 146, 380
varasodás 111, 150, 190–191, 193–194, 209–210, 244–247, 258, 268–269, 276, 279, 284, 293–296, 300, 302–304, 306–309–315, 318, 378
varasodásrezisztencia (-rezisztens) 132–133, 169, 176, 181, 235, 237 247, 269, 273, 279, 295
VARGA D. 101–102, 370, 372, 380
VARRO, M. T. 53, 380
Vauquelinia nemzetség 23
VAVILOV, N. I. 30, 42, 380
vázanyag poliszacharidok 177
VÉGH A. 63, 380
vegyesrügy 75–76, 164, 166
VELASCO, R. 31–32, 239–244, 251, 352, 363, 366, 380
VEMMOS, S. N. 139, 380
VENISSE, J. S. 247, 380
VENTURI, S. 252, 380
Venturia inequalis 190
ventúriás varasodás 111, 190, 194, 258, 268–269, 276, 284, 296, 308–311, 313, 315, 378
Vénusz 49
Veres alma 56–57
VERGILIUS 53, 380
VERHAEGH, J. J. 246, 367, 380
vértetű 196, 205–206, 208, 210, 247
Veszelszki Antal 16
vessző 34, 70, 73–74, 76–77, 95–96, 159–160, 165–166, 189, 191, 195, 204–205, 207, 209, 211, 215, 217, 224, 232, 235, 280, 293–295, 297–298, 304, 308, 310, 313, 359
vezér 118
vezérvessző 70, 159
vezikuláris-arbuszkuláris mikorrhizák (VAM) 91
Viasz renet (v. egyszínű renet) 286, 289
Viburnum nemzetség 190
VIETHS, S. 156, 380
világfajták 227, 261, 276, 290, 293, 325–326
VINATZER, B. A. 245, 256, 349, 380
virág 17, 25–26, 34, 75, 80–81, 89, 102–103, 108, 112, 121–122, 132–133, 139, 164, 188, 194, 199, 215, 218, 232, 256, 270, 277, 279, 297
virágindukció 102, 103, 163
virágritkítás 233
virágrügyképződés 104, 120, 125, 129–130, 161–163, 165–166, 351
virágtengely 104, 110, 243
virágzásdinamika 133
virágzásfenológia 106, 131–133, 364, 375
virágzási fenogram 133
virágzáskezdet 127, 132–133
virágzat 21, 24, 26, 34, 75–77, 80–81, 102–103, 112, 127, 132, 146, 165, 199, 215, 218, 277, 311, 351
virulencia 189, 246
vírusos betegség 187, 339
VISSER, T. 81, 119, 246, 277, 281, 363, 380
vitaminok 175, 338
vízhasznosító képesség 220
vízháztartás 162, 214
vízhiány 138, 144, 164, 166, 219–220, 229
vízigény 219–220, 236, 306
vízmegkötőképesség, vízkötőképesség 343, 215
VOGLER, U. 155, 380
VOLZ, R. K. 150, 272, 352, 355, 366, 373, 380
VÖRÖS É. 13, 381
Vörös Szünan 53
VYSINI, E. 183, 381
WALDRON, K. W. 177, 374, 381
WANG, S. 142, 144, 153–154, 263–264, 381

WANG, X. L. 142, 144, 153–154, 263–264, 347, 381
WANG, Z. 142, 144, 153–154, 263–264, 381
WARDLAW, C. W. 109, 113, 381
WAREING, P. F. 121, 159, 381
WARNER, J. 215, 381
WARRINGTON, I. J. 168, 173, 349, 351, 353–354, 356–359, 365–366, 370–371, 381
WEBSTER, A. D. 65–67, 75, 89, 90–92, 115, 159–162, 374, 379, 381
WEEDEN, N. F. 251, 353, 360, 381
WEHLI T. 19, 381
WEINBERGER, J. H. 164, 381
WELLISCH P. 282, 378
WERTHEIM, S. J. 67, 106–112, 169–170, 173, 226, 374, 379, 381
WESTWOOD, M. N. 169, 172, 381
WHITE, M. D. 273, 365, 381
WHITING, G. C. 171, 381
WICHMANN, B. 253, 381
WILLIAMS, C. A. 133, 143, 169, 181, 183, 353, 359
WILLIAMS, R. R. 133, 143, 169, 181, 183, 353, 381
WILSON, S. A. 69, 129, 348
WINKEL-SHIRLEY, B. 247, 381
WITZGALL, P. 155, 381
WOLFE, K. 175, 381
WÜNSCHE, J. N. 137–138, 144, 358, 364, 369, 371, 382
WYVYAN, M. C. 69
XENOPHÓN 53, 382
XIAO, S. Y. 242, 382
XIE, X. B. 152, 154, 382
XU, M. 245, 256, 353, 362, 367, 381–382
Xyleborus dispar 196
YAMAKI, S. 148, 363, 382
YAMAMOTO, T. 241, 364, 375, 382
YANG, H. 245, 363, 382
YOSHIOKA, H. 177, 382
YOUNG, J. O. 105, 110–111, 359, 379
ZABEL ex C. K. SCHNEID 25, 27,
ZANG, Y. G. 73, 382
zárvatermők 21, 350
ZATYKÓ I. 215, 218, 382
ZELLER, O. 92, 351
Zeuzera pyrina 197
ZHANG, J 149, 253, 261, 382
ZHANG, L. 149, 253, 261, 382
ZHANG, Q. 149, 253, 261, 382
ZHAO, M. 153, 363, 382
ZHOU, R. 142, 353, 382
ZHU, K. 125, 166, 349, 382
ZIMMERMAN, B. F. 120, 181
ZIMMERMAN, R. H. 120, 181, 382
ZISOVICH, A. H. 262, 383
ZOLNAY, L. 57, 383
zöldbimbós állapot 126–127, 199
Zrínyi Miklós 16
ZUEV, V. F. 205, 209–211, 377

EDDIG MEGJELENT KULTÚRFLÓRAKÖTETEK

(A sorozat sorszáma után szögletes zárójelben a kötet- és a füzetszámot tüntettük fel)

1. [I/1.] Horváth J.: Bevezetés az általános mikrobiológiába
2. [I/4.] Soós I.: Az ecetbaktériumok, *Acetobacter*-fajok
3. [I/3.] Bánhegyi J.: A tejsavbaktériumok, *Lactobacteriaceae*
4. [I/5.] Nagy Gy.: A butilalkohol-baktériumok
5. [I/2.] Horváth J.: A nitrogénkötő baktériumok
6. [I/6.] Horváth J.: Az antibiotikumtermelő sugárgombák
7. [I/10.] Békésy M.–Garay A.: Az anyarozs, *Claviceps purpurea* (FR.) Tul.
8. [I/8.] Vörös J.–Ubrizsy G.: A penészgombák, *Mucorales*, *Hyphomycetes*
9. [I/7.] Kol E.–Machay L.: A termesztett algák
10. [I/9.] Zsolt J.–Pazonyi B.–Novák E.–Pelc A.: Az élesztők
11. [I/11.] Bohus G.–Koronczy I.-né–Uzonyi S.-né: A termesztett csiperke, *Psalliota bispora* (Lange) Treschow
12. [X.] Csapody V.: Színes Atlasz „Magyarország Kultúrflórája"-hoz
13. [I/F/1.] Priszter Sz.: Kiegészítések és mutatók az 1–7. füzethez
14. [I/F/2.] Priszter Sz.: Kiegészítések és mutatók a 8–11. füzethez
15. [VII/14.] Mándy Gy.–Bócsa I.: A kender, *Cannabis sativa* L.
16. [VII/7.] Priszter Sz.: A kerti laboda, *Atriplex hortensis* L.
17. [VII/3.] Boros Á.–Jánossy A.: A vetési csibehúr, *Spergula arvensis* L.
18. [VII/12.] Jeszenszky Á.–Kárpáti I.: A füge, *Ficus carica* L.
19. [VIII/13.] Lelley J.–Mándy Gy.: A búza, *Triticum aestivum* L.
20. [VIII/17.] Pénzes A.–Székács J.: A franciaperje, *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl
21. [VII/5.] Mándy Gy.–Horváth A.: A répa (*Beta vulgaris* L. s.l.) és rokonai (takarmány-, cukorrépa, cékla, mangold)
22. [IV/3.] Boros Á.: A turbolya, Anthriscus cerefolium (L.) Hoffm.
23. [V/15.] Mándy Gy.–Csák Z.: A burgonya, *Solanum tuberosum* L.
24. [V/17.] Máthé I.–Földesi D.: Az orvosi csucsor, *Solanum laciniatum* Ait.
25. [VIII/3.] Boros Á.: A jóféle sáfrány, *Crocus sativus* L.
26. [IV/1.] Hegedűs Á.–Kozma P.–Németh M.: A szőlő, *Vitis vinifera* L.
27. [VII/13.] Simon T.–Mándy Gy.: A komló, *Humulus lupulus* L.
28. [III/16.] Kárpáti I.–Vezekényi E.: A szegletes lednek, *Lathyrus sativus* L.
29. [V/2.] Boros Á.: A levendula, *Lavandula angustifolia* Mill.
30. [IX/4.] Máthé I.–Döry L.: A réti ecsetpázsit, *Alopecurus pratensis* L.
31. [VII/16.] Jávorka S.–Maliga P.: A gesztenye, *Castanea sativa* Mill.
32. [IV/10.] Boros Á.–Szujkó I.-né: A kapor, *Anethum graveolens* L.
33. [III/15.] Mándy Gy.–Kiss B.: A lencse, *Lens culinaris* Medik.
34. [VII/6.] Somos A.–Priszter Sz.: A spenót, *Spinacia oleracea* L.
35. [IX/3.] Máthé I.–Heszky L.: A réti komócsin, *Phleum pratense* L.
36. [VII/11.] Jeszenszky Á.: Az eperfa, *Morus alba* L.
37. [III/11.] Tétényi P.: A földimogyoró (amerikaimogyoró), *Arachis hypogaea* L.
38. [V/20.] Boros Á.: Az ökörfarkkóró, *Verbascum phlomoides* L.
39. [III/2.] Máthé I.: A görögszéna, *Trigonella foenum-graecum* L.
40. [IV/22.] Boros Á.: A mézontófű, *Phacelia tanacetifolia* Benth.
41. [III/7.] Sz. Borsos O.: A szarvas kerep, *Lotus corniculatus* L.
42. [IV/8.] Szujkó I.-né Lacza J.: Az ánizs, *Pimpinella anisum* L.
43. [V/14.] Somos A.: A paradicsom, *Lycopersicon esculentum* Mill.

44. [VII/1.] PRISZTER SZ.: Az újzélandiparaj, *Tetragonia tetragonoides* (PALL.) O. KTZE.
45. [VI/18.] MÁTHÉ I.: A kamilla, *Matricaria chamomilla* L.
46. [III/4.] CZIMBER GY.: A somkóró, *Melilotus* MILL.
47. [VII/10.] KÁRPÁTI I.–BÁNYAI L.: A pohánka és a tatárka, *Fagopyrum esculentum* MÖNCH, *F. tataricum* (L.) GÄRTN.
48. [VIII/10.] HESZKY L.–JEANPLONG J.: Az angolperje (*Lolium perenne* L.) és rokonai
49. [III/17.] MÁNDY GY.–SZABÓ L.–ÁCS A.: A borsó, *Pisum sativum* L.
50. [X/F/1.] MÁTHÉ I.–PRISZTER SZ.: „Magyarország kultúrflórája", 1–50. füzet (ismertetés és mutatók) – The Cultivated Plants of Hungary", booklets 1–50 (Review and indices of the series)
51. [VI/7.] CZIMBER GY.: A kerti zsázsa, *Lepidium sativum* L.
52. [IX/1.] SZABÓ L.: A zab, *Avena sativa* L.
53. [IV/20.] SZABÓ L.–JÁKY M.: A ricinus, *Ricinus communis* L.
54. [V/13.] SOMOS A.: A paprika, *Capsicum annuum* L.
55–56. [IX/10–11.] BARABÁS Z.–BÁNYAI L.: A cirok és a szudánifű, *Sorghum bicolor* (L.) MOENCH, *S. sudanense* (PIPER) STAPF
57. [III/3.] BÓCSA I.–SZABÓ L.: A lucerna (*Medicago sativa* L.) és rokonai
58. [III/18.] KURNIK E.–SZABÓ L.: A szója, *Glycine max* (L.) MERRILL
59. [III/F/4.] PRISZTER SZ.: Mutatók a III/D. kötethez
60. [VII/F/3.] PRISZTER SZ.: Mutatók a VII/C. kötethez
61. [VI/15.] FRANK J.–SZABÓ L.: A napraforgó, *Helianthus annuus* L.
62. [IV/2.] PRISZTER SZ.: A húsos som, *Cornus mas* L.
63. [IV/F/1.] PRISZTER SZ.: Mutatók a IV/A. kötethez
64. [IV/4.] SZUJKÓ-LACZA J.: A koriander, *Coriandrum sativum* L.
65. [VI/4.] SZABÓ L.: Az olajrepce, *Brassica napus* L. subsp. *napus*
66. [III/9/a.] BÓCSA I.: A tarka koronafürt, *Coronilla varia* L.
67. [III/20.] VELICH J.–UNK J.: A bab, *Phaseolus vulgaris* L.
68. [VIII/4.] CZIMBER GY.–VARGA J.: A rozsnok (*Bromus* L.) fajok
69. [IV/15.] PETRI G.: A macskagyökér, *Valeriana officinalis* L.
70. [IX/2.] KOVÁCS M.: A tippan (*Agrostis* L.) fajok
71. [V/22.] SÁRKÁNY S.–BERNÁTH J.–TÉTÉNYI P.: A mák, *Papaver somniferum* L.
72. [VIII/14.] TOMCSÁNYI A.–TURCSÁNYI G.: Az árpa, *Hordeum* L.
73. [VI/16.] SZABÓ L. GY.: A csicsóka, *Helianthus tuberosus* L.
74. [IV/7.] BERNÁTH J.–ZÁMBORINÉ NÉMETH É.: A konyhakömény, *Carum carvi* L.
75. [III/13.] CZIMBER GY.: A lóbab, *Vicia faba* L.
76. [II/9.] SURÁNYI D.: A sárgabarack, *Armeniaca vulgaris* Lam.

Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar - Kari Könyvtár

1 B2/200 00027031
TTK KARI kvt.
FÖLDTUDOMÁNYI Szakgy.

Yara tápanyag-ellátási megoldások

Szaktanácsadók:

Éri Ferenc
kereskedelmi vezető
+36 30 2772 556
ferenc.eri@yara.com

Dr. Térmeg János
szaktanácsadó,
Észak-Dunántúl
+36 30 3498 084
janos.termeg@yara.com

Gyuris Kálmán
szaktanácsadó
Dél-Magyarország
+36 30 3839 341
kalman.gyuris@yara.com

Kovács András
kertészeti szaktanácsadó
Kelet-Magyarország
+36 30 6898 095
andras.kovacs@yara.com

Tóth Gábor
szaktanácsadó
Észak-Magyarország
+36 30 6898 094
gabor.toth@yara.com

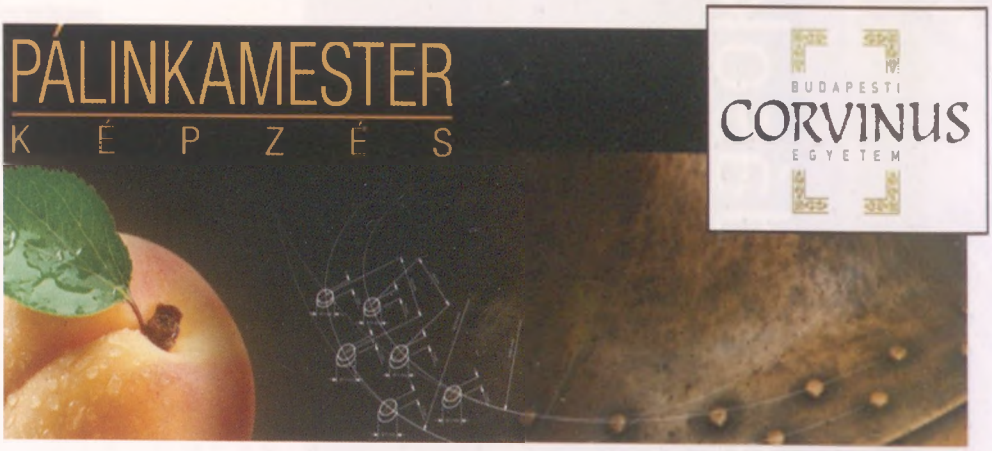
Benedek Szilveszter
szaktanácsadó
Dél-Dunántúl / technikai referens
+36 30 6545 504
szilveszter.benedek@yara.com

Ügyfélszolgálat:
+36 88 577 944

www.yara.hu • www.facebook.com/YaraHungaria

YARA

Knowledge grows



www.palinkamesterkepzes.hu

Pálinkamester szakmérnök és szaktanácsadó
szakirányú továbbképzési szak

Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Kar

Képzésünk az országban elsőként kínál felsőfokú, munka mellett elvégezhető, **diplomával elismert oktatást a pálinkás szakemberek és a pálinkakészítés iránt érdeklődők részére. A képzés természetesen nyitva áll azok számára is, akik eddig csak fogyasztóként barátkoztak nemzeti italunkkal, a pálinkával.** Úgy gondoljuk, hogy ami a skótok és az írek számára a whisky, vagy a franciák számára a cognac, az nekünk, magyaroknak a pálinka. A pálinka, amely kizárólag magyar gyümölcsből készíthető, színezékektől, mesterséges aromáktól mentes tiszta párlat, amelynek éppen úgy ezer arca van, mint hazánknak. Ez annak köszönhető, hogy a pálinka igazi kézműves termék, amelyben ugyanúgy tükröződik a pálinkamester hozzáértése, személyisége, de még a hangulata is, mint ahogy az alapanyag minősége, kezelése és a pálinkakészítés technológiai jellemzői. Mindezt szerencsére a fogyasztók is felismerték, így elmondhatjuk, hogy a pálinkafőzés, mint mesterség, igazi reneszánszát éli.

A képzésről

A képzés **levelező tagozaton** folyik. A kurzus által érintett legfontosabb területek kiterjednek a pálinkakészítés technológiájára, műveleteire és berendezéseire, a pálinkaminőség-vizsgálatra és minősítésre (bírálatra), a nyersanyagismeretre, a különleges párlatok készítésére, a pálinkakultúrára, pálinkamarketingre és szakjogi, vállalkozási, pénzügyi, illetve kereskedelmi ismeretekre. A képzés résztvevői az **Élelmiszertudományi Kar kitűnően felszerelt laborjában** és **saját pálinkatanüzemében** mélyíthetik el készségszinten az elméletben megtanultakat. Emellett minden oktatási félévben **tanulmányi túrára** indulunk, amelynek keretében megismerkedünk egy-egy országrész nevezetes főzdéivel és elismert szakembereivel.

Részletes információk a **www.palinkamesterkepzes.hu** honlapon találhatók.

Szabadgyökerű lombos díszfák,
konténeres díszfák,
örökzöldek, magnólia, rózsa,
nagytételben
nagy választékban eladó.
Gyümölcsoltványok
nagy fajtaválasztékban.

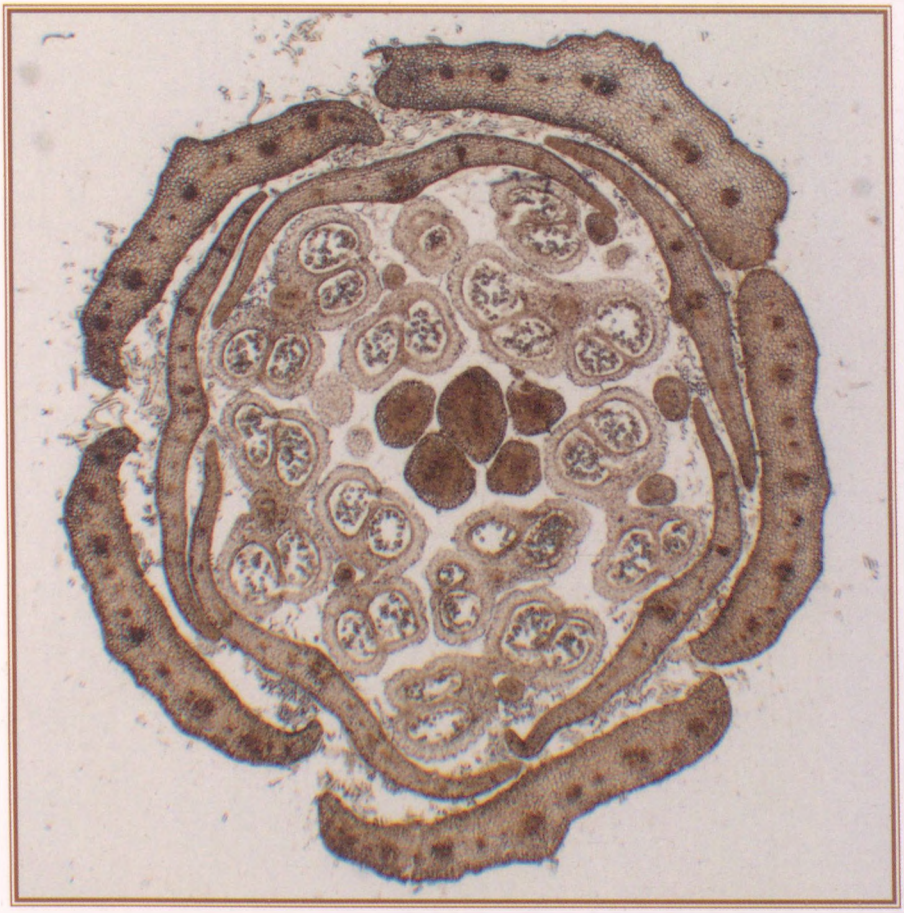
Bellon
FAISKOLA

4002 Debrecen,
Kádár dűlő 74/B.
Telefon/fax: 52/536-111
Mobil: 06-30/983-7162
E-mail: bellon@t-online.hu
www.bellonfaiskola.hu

DIGITALSTAND
www.digitalstand.hu

LAPOZZA
digitális
kiadványainkat
Magyarország
platformfüggetlen
digitális lappiacán
a DigitalStandon!

AGROINFORM



ISBN 978-963-502-968-6-0