

**A MEZŐGAZDASÁG
KEMIZÁLÁSÁNAK
TALAJBIOLÓGIAI
KÉRDÉSEI**

SZERKESZTETTE:

TÓTH BENEDEK

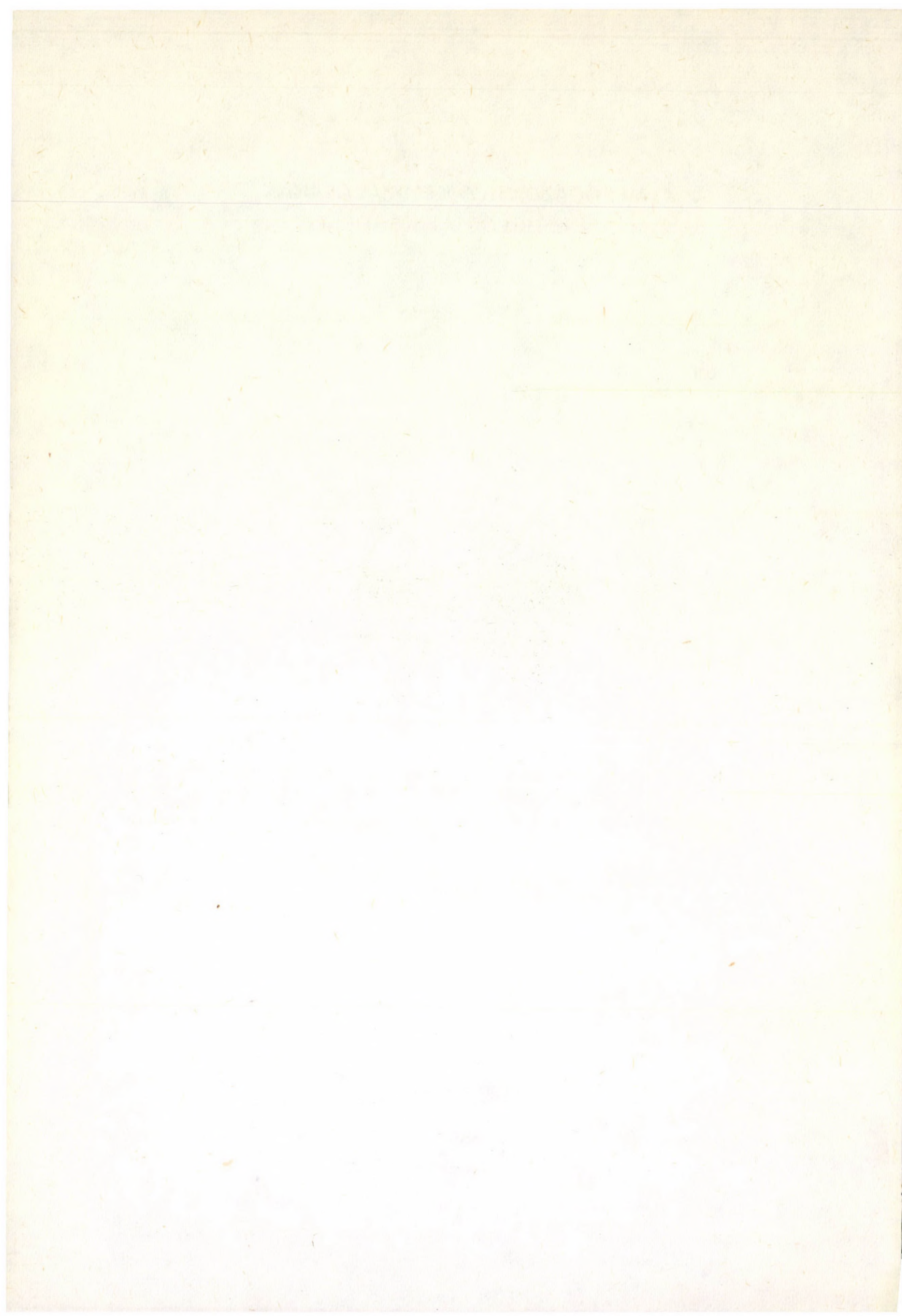
VEAB • 1985

**A MEZŐGAZDASÁG KEMIZÁLÁSÁNAK
TALAJBIOLÓGIAI KÉRDÉSEI**



VESZPRÉM

1985



**A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁGA
MONOGRÁFIÁI**

**X. évfolyam 1. szám
Sorozatszám: 18**

Szerkesztette:

TÓTH BENEDEK

Szerzők:

*DR. GULYÁS FERENC
DR. KECSKÉS MIHÁLY
DR. SZEGI JÓZSEF
DR. TÓTH BENEDEK*

*Az V. Fejezet 1. pontja Dr. Gulyás Ferenc és Dr. Kádár Imre,
a 2. pontja Dr. Kiss A. Sándor munkája*

Lektorok:

*DR. NÁDASY MIKLÓS
DR. NYÉKI JENŐ*

A kiadvány a Borsodi Vegyikombinát, az Északmagyarországi Vegyiművek
és a
Péti Nitrogénművek támogatásával készült

TARTALOM

Bevezető	7
--------------------	---

I. FEJEZET

A KEMIZÁCIÓ ÉS A NÖVÉNYTÁPLÁLKOZÁS TALAJBIOLÓGIAI

KÉRDÉSEI (Szegei József)

1. A rhizoszféra	10
1.1. A rhizoszféra és funkciója	11
1.2. A gyökérválادékok szerepe	11
1.3. A rhizoszféra mikroorganizmusok mennyiségi és minőségi viszonyai	13
1.4. A rhizoszféra mikroorganizmusok és a magasabbrendű növények közötti kapcsolatok	18
2. A filloszféra	29
2.1. A filloszféra mikroorganizmusai és szerepük a növények életében	29

II. FEJEZET

A FOSZFOR- ÉS KÁLIUMTRÁGYÁZÁS TALAJBIOLÓGIAI HATÁSAI

(Gulyás Ferenc)

1. A talajmikroorganizmusok foszfor- és kálium felvétele és szerepük e tápelemek körforgalmában	33
2. A foszfor- és káliumtrágyázás hatása a talajbiológiai folyamatok intenzitására mészlepedékes csernozjom talajon	38
3. A foszfor- és káliumtrágyázás hatása a talajbiológiai folyamatok intenzitására csernozjom barna erdő, agyagbemosódásos barna erdő és gyengén humuszos karbonátos homok talajon	44

III. FEJEZET

A NÖVÉNYI MARADVÁNYOK MIKROBIOLÓGIAI TRANSZFORMÁCIÓJA

1. Növényi maradványok, mint a szénhidrátok alapvető forrása (Gulyás Ferenc, Szegei József).	53
2. A cellulóz lebontása (Szegei József, Gulyás Ferenc).	57
2.1. Magyarországi talajok cellulózbontó aktivitásának összehasonlító vizsgálata	57
2.2. A cellulózbontó aktivitás és a talajtulajdonságok között fennálló összefüggések vizsgálata többváltozós lineáris regresszióanalízis módszerével	62
3. A lignin mikrobiológiai transzformációja (Gulyás Ferenc).	68
4. A talajba kerülő növényi maradványok elbomlása és a talajok szervesanyag-gazdálkodása (Tóth Benedek)	77
4.1. A növényi maradványok szerepe a légkör szén-dioxid tartalmának szabályozásában	77
4.2. A növényi maradványok elbomlásának szerepe a talajok termékenységének fenntartásában és fokozásában	79
4.3. A humifikáció közvetlen és közvetett hatásai	82
4.4. Az elbomló növényi maradványok mikroflórája	88
4.5. Környezeti tényezők hatása a növényi maradványokat bontó mikroszervezetek aktivitására	95
4.6. A C/N arány és a N-immobilizáció problémája	97
4.7. A növényi maradványok hatása a talajban lévő kórokozókra	103
4.8. A növényi maradványok hatása a talaj N-kötő szervezeteire	103

IV. FEJEZET

A NITROGÉN MŰTRÁGYÁZÁS HATÁSAI A KUKORICASZÁR ÉS

A BŰZASZALMA MIKROBIOLÓGIAI LEBONTÁSÁRA (Tóth Benedek)

1. A nitrogén tápanyag különböző formáinak hatása a talajok mikrobiológiai folyamataira kukoricaszár lebomlása közben 107
 - 1.1. N-vegyületek hatása a talajok mikrobapopulációinak dinamikájára kukoricaszár lebomlása közben 107
 - 1.2. Cellulóz-hemicellulóz-lignin frakciók alakulása kukoricaszár lebomlása közben, eltérő N-formák mellett 119
 - 1.3. Tápanyagviszonyok hatása a talaj biológiai aktivitására kukoricaszár lebomlása közben 128
2. A búzaszalma és a kukoricaszár mineralizációja különböző N-műtrágyákkal kezelt talajokban (Tóth Benedek, Szegi József, Gulyás Ferenc) 141
3. A nitrogén műtrágyák hatása a talajlégzés intenzitására laboratóriumi respirációs kísérletekben (Tóth Benedek, Szegi József, Gulyás Ferenc) 152

V. FEJEZET

A MIKROELEMELLÁTOTSÁG TALAJBIOLÓGIAI HATÁSAI

1. Mikroelemek hatásai karbonátos homoktalajok cellulolitikus aktivitására (Gulyás Ferenc, Kádár Imre) 167
2. A Kardonit hatása a pillangós virágú növényekre és a Rhizobiumokra (Kiss A. Sándor). 174

VI. FEJEZET

A MAGASABBRENDŰ NÖVÉNYEK ÉS A NITROGÉNKÜTŐ

MIKROORGANIZMUSOK KÖLCSONVISZONYA (Szegi József). 179

VII. FEJEZET

RONCSOLT TALAJFELSZÍN REKULTIVÁCIÓJÁNAK TALAJBIOLÓGIAI

KÉRDÉSEI (Szegi József). 193

VIII. FEJEZET

A PESZTICIDEK TALAJBIOLÓGIÁJA (Kecskés Mihály)

1. Peszticidek – talajmikroorganizmusok – magasabbrendű növények közötti interakciók 205
 - 1.1. A témakörrel foglalkozó kutatók és fontosabb átfogó munkák 207
 - 1.2. Peszticidek hatása a talajmikroszervezetre és tevékenységükre 209
 - 1.3. Mikroorganizmusok hatása a peszticidekre 224
 - 1.4. Kombinációk, interakciók 239
 - 1.5. Peszticidek hatása a mikroorganizmusok és a magasabbrendű növények közötti kölcsönviszonyokra 240
2. Peszticidek – mikroorganizmusok és magasabb rendű növények közötti kölcsönhatások témakörében végzett hazai talajbiológiai kutatások 249

BEVEZETŐ

Az emberiség történelme során talán még soha nem kísérte olyan élénk és aggódo figyelem a világ élelmiszer termelését, mint napjainkban. Ezt a figyelmet különösen az emberiség szaporodásának felgyorsulása, valamint a mezőgazdasági termelésbe vont területek korlátozott volta kelti fel.

Ha az emberiség kielégítő táplálásának átlagos napi energiaszükségletét kerekén 11 300 K Joule-ra becsüljük, azzal, hogy ennek az energiának 60%-a növényi és 40%-a állati termék formájában álljon rendelkezésre, és kalkulálva a növényi anyagok állati terméké váló átalakítását, valamint a közben fellépő energiaveszteségeket, akkor a mai kerekén 4 milliárd ember évi $43,2 \times 10^{15}$ K Joule táplálékenergiát igényel. Az ezredfordulóra 6,5 milliárd embert feltételezve ez az energiaigény $70,2 \times 10^{15}$ K Joule lesz.

Mivel világviszonylatban várhatóan továbbra is a gabona és gabonaekvivalens termékek lesznek a legfontosabb alapélelmiszerek az ember és részben az állat számára, úgy az ember és állat tápanyagban kifejezett energiaszükségletének fedezéséhez ma 3×10^9 tonna, az ezredfordulóra $4,88 \times 10^9$ tonna gabona, illetve gabonaekvivalens szükséges. (Bergmann, 1980).

Mindebből következik, hogy — még abban az esetben is, ha a jelenlegi átlagos táplálkozási szintet vesszük a XXI. század elején szükséges élelmiszer mennyiség előrejelzéséként — a világnak erre az időre gyakorlatilag meg kell kétszereznie az élelmiszer termelését.

Minden mezőgazdasági termelés alapvető, meghatározó feltétele a termékeny talaj.

A mezőgazdasági termelés színvonalának egyik leglényegesebb mutatója a *talajtermékenység szintje*, amely különböző tényezők bonyolult kölcsönhatásának a függvénye. Ezek a tényezők fizikai, kémiai és biológiai rendszerek, s a talajok termékenységének kialakításában betöltött szerepük egyenrangú, közöttük szoros kapcsolat van, állandó fejlődésben, változásban vannak.

A művelésbe vont, azaz az emberi ráhatással befolyásolt talajokban a történelmileg kialakult eredeti állapot szükségképpen megváltozik, módosul. Ez az „antropogén nyomás” különösen a II. világháborút követően napjainkig rendkívüli mértékben megnövekedett, elsősorban a modern iparszerű termelési technológiák térhódítása következtében.

A mezőgazdasági termelés korszerű módszerei: a magas fokú gépesítettség, a kemikáliák, közöttük elsősorban a nagyadagú műtrágyázás és a peszticidek általános alkalmazása, a különböző növénytermelési rendszerek sajátos talajművelési és betakarítási módszerei, a nagy termőképességű növényfajták köztermesztésben léte stb. az utóbbi időben számos új, korábban ismeretlen kérdést tettek fel a talajbiológia számára is.

Ilyen — elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt rendkívül érdekes és összetett — kérdéscsoport a mezőgazdasági termelésben alkalmazott kemikáliák és a talajokban végbemenő biológiai folyamatok összefüggéseinek vizsgálata.

Jelenleg — és a belátható jövőben is — a mezőgazdaságon belül a műtrágyázás és a bioaktív anyagok alkalmazása az a technológiai ágazat, ahol a legnagyobb (és tegyük hozzá:

a legkényelmesebb) lehetőség van különböző bonyolult szintetikumok útján az élő folyamatba – ezen keresztül a mezőgazdasági termelésbe való beavatkozásnak.

Mezőgazdaságunk jelenlegi termelési szintje messze túl van már azon a szinten, hogy a műtrágyákat és a peszticideket nélkülözni tudná, s a tápanyagutánpótlást kizárólag természetes anyagokkal próbálná megoldani. Habár a talajok szervesanyag-utánpótlásának a felgyorsítása elsődleges fontosságú (a szervesanyag-kérdés talajbiológiai vonzatairól a monográfiában is részletesen lesz szó), a jelenleg Magyarországon képződő összes szerves trágya, beleértve a komposztálható hígtrágyát és származadványokat, a jelenlegi termelési szintnek megfelelő tápanyag mennyiségének csupán 1/4–1/5 részét képes fedezni. (Nagy B. 1980., 1981). Aligha lehet túlbecsülni azoknak a talajbiológiai folyamatoknak a jelentőségét, amelyek közvetlenül vagy közvetve elősegítik a növények számára szükséges tápanyagok megőrzését és mobilizálását.

Magyarországon a szabadon élő N-kötők által évente a művelt talajokba juttatott N mennyisége 70–80 ezer tonnára tehető.

Ugyanígy számítások szerint a világ ipari N-termelése mindössze 25%-át teszi ki annak a N-mennyiségnek, amelyik évről évre a szimbiotikus N-kötés következtében kerül a körforgásba. A foszforral kapcsolatosan gyakorlatilag ugyanez a helyzet. Amíg a Földön az egész biomasszában lévő P mennyiség $1,8 \times 10^{12}$ tonna, a termeléssel évente $5,6 \times 10^6$ tonna foszfort vonunk ki a talajból. Ezekkel az adatokkal szemben áll pl. a világ 1978-as összes P-műtrágya termelése, ami $2,6 \times 10^6$ tonna volt, nem egészen a fele annak a P-mennyiségnek, amit évről évre a terméssel betakarítunk. (Garbucsev és Petrova 1980)

A közeli jövőben nem várható a mezőgazdasági termelésben olyan látványos és lényegi ugrás, mint a műtrágyák, a jelenlegi színvonalú gépesítettség és a kémiai növényvédelem bevezetése volt. Ugy látszik, hogy a termelés eszközei legalábbis a legfontosabb területeken kialakultak és a jövőben a termelés növelése és ennek alapja: a talajtermékenység fenntartása és fokozása érdekében minden olyan megoldásra és eljárásra szükségünk lesz, amelyek a korábbiaknál „finomabb” összefüggéseket is tekintetbe vesznek.

Meg vagyunk győződve arról, hogy ebben a munkában a talajbiológiára nagy feladat és nagy felelősség hárul, s egyszersmind arról is, hogy egyre szükségesebbé válik olyan szántóföldi technológiák kidolgozása, amelyeknek egyik nagyon lényeges eleme a talajok biológiai rendszereinek olyan befolyásolása, amely a mikrobiológiai aktivitást, a talajok biológiai és biokémiai folyamatait, a termelés, a növénytáplálás céljainak megfelelően szabályozza, irányítja.

Örülünk annak és köszönjük, hogy a Veszprémi Akadémiai Bizottság e szakterület jelentőségét megértve és átértékelve lehetővé tette számunkra, hogy a talajok mikrobiológiai folyamatai közül néhányat e monográfia keretében összefoglaljunk.

I. FEJEZET

A KEMIZÁCIÓ ÉS A NÖVÉNYTÁPLÁLKOZÁS TALAJBIOLÓGIAI KÉRDÉSEI

A növénytermelés fejlődésének egész történetére jellemző, hogy a növények tápanyag-utánpótlása alapvető mértékben függött a talajban végbemenő biológiai folyamatok intenzitásától. A parlagos, ugaros és vetésforgós gazdálkodási rendszerekre, amelyek a fejlődés egy adott szintjét reprezentálták, egyaránt jellemző volt, hogy a növények a mikroorganizmusok közvetítésével jutottak hozzá a növekedésükhöz szükséges ásványi tápanyagokhoz, amelyek a talajba visszakerülő növényi maradványokból, szerves trágyákból, valamint a talaj humusz anyagaiba beépült növényi tápanyagokból a mikroorganizmusok dekompozíciós tevékenysége eredményeként szabadultak fel. Az ember által kidolgozott agrotechnikai eljárásoknak már abban az időben is a talajbiológiai folyamatok kedvező befolyásolása volt az alapja, amikor még az azokat kiváltó mikroorganizmusokat nem is ismerte.

A tudományos technikai forradalom időszakában a növények táplálását illetően alapvető változások történtek. A mikroorganizmusoknak a növények táplálkozásában vitt szerepét, a növények számára szükséges ásványi tápanyagok biztosítását jórészt az ember vállalta magára, azáltal, hogy ásványi tápanyagokat, műtrágyákat juttatott a talajba egyre növekvő mennyiségben. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy a mikroorganizmusok szerepe a modern gazdálkodási rendszerekben csökkent volna. Mindennemű vegyi anyag, amelyet az ember a talajba juttat a növények táplálása, növekedésük szabályozása vagy a nem kívánatos szervezetek visszaszorítása céljából, ki van téve a talajmikroflóra átalakító hatásának. Ennek a ténynek nem csupán elméleti, de igen fontos gyakorlati jelentősége is van, s ezért a növénytáplálkozás talajbiológiai szempontjainak elhanyagolása tévútra vezetheti mind a talajtermékenységgel foglalkozó kutatókat, mind pedig a gyakorlati szakembereket. Másrészt a talajba juttatott vegyi anyagok nem csupán a célszervezetekre hatnak, hanem rendszerint káros másodlagos hatásokat is kiváltanak, amelyek befolyásolása, mérséklése mind talajtermékenységi, mind környezetvédelmi szempontból igen fontos.

A talajban élő mikroorganizmusok jelentős része a modern, kemizált növénytermelés viszonyai között ugyanúgy, mint a magasabbrendű növények, műtrágya fogyasztóvá lépett elő, s ilyen szempontból a növényvilág két alapvető csoportjához tartozó szervezetek hasonlítanak egymáshoz. A különbség közöttük az energiaforrás viszonylatában van, mivel a magasabbrendű növények autotrofok, a mikroorganizmusok túlnyomó több-

sége pedig heterotrof életmódot folytat. Ily módon a magasabbrendű növények és a mikroorganizmusok között versengés áll fenn a talaj ásványi tápanyagkészletének hasznosításában. Hogy milyen arányban hasznosul a tápanyag a növény számára, s milyen arányban épül be a mikroorganizmusok testébe, az jórészt a talajbiológiai folyamatok irányától és intenzitásától függ. Misusztyin (1972) szerint a nitrogén műtrágyák hasznosulási aránya a Szovjetunió viszonyai között nem haladja meg a 60–70%-ot. A fennmaradó mennyiség elsősorban a mikroorganizmusok testébe épül be s időlegesen hozzáférhetetlenné válik a növények számára, ugyanakkor megőrződik a talajban. A nagyadagú műtrágyázás korszakában a talaj mikroflórája, azáltal, hogy időlegesen asszimilálja a növényi tápanyagokat, jelentős szerepet vállal a veszteségek csökkentésében és a környezet-szennyezés megakadályozásában.

1. A RHIZOSZFÉRA

1.1. A rhizoszféra és funkciója

A magasabbrendű növények jelentős befolyást gyakorolnak a talaj-mikroorganizmusok mennyiségi és minőségi viszonyaira. Bár a mikroorganizmusok és a magasabbrendű növények kölcsönös kapcsolatának egyes részkérdéseit a jövőben kell felderíteni, azt azonban már az eddigi kutatások eredményei is bizonyítják, hogy a növényvilág két alapvető komponense közötti kölcsönös kapcsolatok igen jelentősek mindkét csoport létezése szempontjából.

A magasabbrendű növényekkel közvetlen kontaktusban levő nem parazita mikroszervezeteket 4 alapvető csoportba sorolja a szakirodalom (Fjodorov 1954, Fehér 1954, Pochon és de Barjac 1960, Müller 1965, Misusztyin és Emcev 1979 stb.). Az egyik csoporthoz a *rhizobiumok* tartoznak, amelyek a pillangós virágú növényekkel szimbiotizálóknak, s megkötik a léggör gázalakú nitrogénjét. A második csoportot a *mykorrhiza* gombák képezik, amelyek elsősorban egyes fás növények gyökérzetével vannak szoros kontaktusban, s fontos szerepük van azok táplálkozásában. A harmadik csoportot a *rhizoszféra* mikroszervezetek alkotják, amelyek lepelszerűen borítják a gyökérzet felszínét, míg az utolsóhoz az ún. *epifita* mikroszervezeteket sorolják, amelyek a növények föld feletti részén találhatók, s azok váladékaival táplálkoznak. Misusztyin és Trivszzjatszkij (1963) valódi és különálló szimbiotrofizmust különböztetnek meg. Az elsőben a rhizobiumok és mykorrhiza gombák vesznek részt, az utóbbiban pedig a rhizoszféra mikroorganizmusok.

A növény gyökérzete és más földalatti részei különböző szerves vegyületeket választanak ki, amelyeket a növény szintetizál. Ezt a jelenséget hívják exozmosznak. A növényi exozmosz intenzitása lehet erősebb vagy gyengébb, egy sor tényezőtől függően. Egyes esetekben a növény gyökérzete által kiválasztott szerves vegyületek mennyisége a vegetációs periódus alatt megközelítheti a növény tömegének 10%-át.

Pochon és de Barjac (1960) a növény gyökérzónáját két csoportra osztják. Megkülön-

böztetnek *távoli rhizoszférát* vagy más néven *edafoszférát*, amely a gyökérszint felszínétől néhány mm-re kezdődik s attól 500 mm távolságig terjed, valamint *közeli rhizoszférát*, amelyet *rhizoplánának* vagy *hisztopánának* is neveznek. Ezen elnevezéseken a gyökérszint felszínével közvetlen kontaktusban levő felületet értik. Kraszilnyikov (1958) *tágabb* és *szűkebb értelemben vett rhizoszférát* különböztet meg. Az első elnevezésen a gyökérszint felszínétől számított 2–15 mm-es talajréteget érti, a másodikon pedig a 0–2 mm-es talajréteget. Berjozova (1953) *gyökérfelületi*, *gyökérmenti* és *gyökértávoli* zónákat különböztet meg a rhizoszféra fogalmán belül.

Brown (1979) szerint a rhizoszféra nem egységes, élesen lehatárolt terület, hanem olyan, amelyben a mikroorganizmusok mennyisége legnagyobb a gyökérszint felszínén vagy rhizoplánban, majd ettől távolodva fokozatosan csökken s mintegy 20 mm távolságban a gyökérhatás már minimális.

A rhizoszféra mikroszervezetek szerepének jobb megértése végett tekintsünk át néhány forrásmunkát a növények gyökérszintének kiterjedésével kapcsolatban. Dittmer (1937) szerint egyetlen rosnövény 623,270 m hosszú gyökérszinttel rendelkezik. Ebből az elsőrendű gyökerek hossza 70 m, a másodrendűeké 5,400 m, a harmadrendűeké 175,000 m, míg a negyedrendű gyökerek 442,800 m hosszúságot érnek el. Szavvinov és Pankova (1942) szerint a Volgán túli sztyeppe 1 m²-e 1,75 kg gyökérmennyiséget tartalmaz, amelynek kb. 1/3–1/4 része mondható élőnek. Salit és Kalmükova (1935) szerint a sztyeppei növénytakaró gyökérterméke csernozjom talajban 30 tonna/ha, oszlopos szerkezetű szolonyecben pedig 17 tonna/ha szárazanyagot tesz ki. Újabban Jeterovszkaja és Ugarova (1979) Ukrajnában 15 tonnára becsülik a sztyeppei növényformációk gyökértermékeit, amelynek alapvető tömege a felső 25 cm-es rétegben fordul elő.

Bár a növényi gyökérszint kialakulását igen sok tényező befolyásolja, egy pillanatig sem lehet vitás, hogy az a nagytömegű szerves anyag kihat a talajban élő mikroszervezetekre, azok mennyiségi és minőségi összetételére.

1.2. A gyökérvádékok szerepe

A növényzet a mikroorganizmusok kvalitatív és kvantitatív viszonyait elsősorban a gyökérvádékokon keresztül befolyásolja.

A gyökérvádékok – mutat rá Rovira (1969), számos vegyületet tartalmaznak, így cukrokat, aminosavakat, peptideket, vitaminokat, szerves savakat, nukleotidokat és más biológiailag aktív anyagokat. Dyer (1894) már a múlt század végén arról közölt adatokat, hogy különböző gabonafélék és tülevelű fák gyökérvádékai savas vegyületeket tartalmaznak. Ezt a megfigyelést később Künze (1906), Lemmermann (1907), Schreiner és Reed (1907), Prjanyisnyikov (1928) és más kutatók is igazolták. Ismereteink szerint először Stoklasa és Ernest (1909) vizsgálták a gyökérvádékokban előforduló szerves savakat, amelyek hangyasavból, ecetsavból és oxálsavból tevődtek össze. A későbbiek során Maze (1911) és Sulov (1913) cukrokat, Maskovec (1934) pedig a cukrok mellett etil-alkohol és aldehidek jelenlétét is megállapította a rizsnövény gyökérvádékai között. MacRae és Castro (1966) cukrokat és aminosavakat mutatott ki a rizs gyökérvádékjaiból. Lyon és

Wilson (1921), Winter és Rümker (1951), Virtanen és Laine (1936), Kandler (1951), valamint Katznelson és munkatársai (1954) különböző aminosavak és más vegyületek jelenlétét figyelték meg különböző növények gyökérváladákaiban. West (1939) a borsó és kukorica gyökérváladákaiban biotint és tiamint talált. Rovira és Daugal (1967) szerint mintegy 10 különböző cukrot, 11 szerves savat, 10 vitamint, 21 aminosavat, valamint számos más szerves vegyületet mutattak ki a különböző szerzők a gyökérváladékokból a növény faji hovatartozásától és fejlődési stádiumától függően. Filippovics (1966) és Galsztjan (1970) szerint különösen a pillangós virágú növények gyökérváladécai tartalmaznak jelentős mennyiségű szerves vegyületet.

Meglehetősen eltérnek az adatok a gyökérváladékok mennyiségével kapcsolatban. Meskov (1961), Lyon és Wilson (1921), Harmsen és Jager (1963), valamint Vancura (1964) becslései szerint a gyökérváladékok összmennyisége a tenyészidő során elérheti a növény földfeletti része szárazanyag súlyának 5–10%-át. Mások ennél jóval szerényebb adatokkal rendelkeznek. Az esetek többségében a gyökérváladékok mennyiségét steril növénykísérletek során állapították meg, egyes esetekben hidroponikus kísérletek körülményei között. Ebből következik, hogy az így nyert adatokat nagy óvatossággal kell kezelni, mivel természetes viszonyok között a növények növekedésének feltételei eltérőek.

Brown (1979) szerint a gyökér különböző részei eltérő mennyiségben termelnek gyökérváladékokat. Legaktívabb ilyen szempontból a gyökér tenyészőcsúcsa mögötti 1–3 cm hosszúságú rész. Itt választódik ki a gyökérváladék túlnyomó része. A csírázó növényi magvak ugyancsak választanak ki tápanyagokat. Vancura és Hanzliková (1972) szerint az egyes csíranövények gyökérváladécai között nagy mennyiségben vannak különböző nitrogéntartalmú vegyületek, elsősorban peptidek és fehérjék.

A külső környezet tényezői nagymértékben befolyásolják a gyökérváladékok mennyiségi és minőségi összetételét. Az erős megvilágítás, magas hőmérséklet, a növény időleges hervadása, különösképpen pedig a gyökér sérülése fokozzák a gyökérváladékok mennyiségét. A növény táplálkozási módjában bekövetkező változások is hatnak a gyökérváladékok összetételére. Így pl. a levélen keresztüli karbamid adagolás megnöveli a gyökérváladékokban a glukózt, a fruktózt, a glutamin és a β -alanin mennyiségét és csökkenti a szerves savak arányát.

Újabb vizsgálatok a növényi gyökerek tenyészőcsúcsain és az azt követő közeli gyökérfelületen gélszerű anyagokat (mucigel) is kimutattak. Feltételezések szerint (Greaves és Dargyshire 1972) a gélszerű anyagokat, legalábbis azok nagy részét a növény szintetizálja. Kémiai összetételét tekintve poliszaharidokból és pektin polimérekből tevődik össze. Egyes feltételezések szerint a gél elősegíti a mikroorganizmusok megtelepedését a gyökérfelületen, mások ezzel ellentétben azt tartják, hogy anaerob feltételeket hoz létre a tenyészőcsúcson és ezzel megakadályozza az aerob rhizoszféra mikroorganizmusok elszaporodását. Ezzel magyarázzák, hogy a gélsapkával borított tenyészőcsúcson viszonylag kevés a mikroorganizmus.

1.3. A rhizoszféra mikroorganizmusok mennyiségi és minőségi viszonyai

A rhizoszféra elnevezés ismereteink szerint Hiltner-től (1904) származik. Ő adott hírt először arról, hogy a növények gyökér körüli zónájában jóval több mikroorganizmus van, mint a talaj távolabbi részében. A későbbiek során Lyon (1911), Hoffmann (1914), Maasen és Behn (1923), Stoklasa (1926) vizsgálatai alátámasztották Hiltner megfigyeléseit. Lyon volt az első kutató, aki adatokat közölt a rhizoszféra szelektáló hatásáról, amelynek eredményeképpen a gyökérzónában élő mikroorganizmusok összetétele nemcsak mennyiségileg, de minőségileg is eltér a gyökérfelülettől távolabbi talaj mikroba populációjától. A rhizoszféra mikroorganizmusok részletes tanulmányozása a harmincas években kezdődött és Starkey (1929, 1931, 1938) nevéhez fűződik. Az ő vizsgálatai szolgáltatottak először számszerű adatokat a gyökérzónában és a távolabbi talajban előforduló mikroorganizmusok mennyiségi megoszlásáról. Vizsgálatait alátámasztották Timonin (1940, 1945) adatai is. A Szovjetunióban a rhizoszférakutatás Kraszilnyikov (1934, 1939, 1940, 1944) munkásságával vette kezdetét. Saját, valamint munkatársaival (Kraszilnyikov et al. 1936 a. b.) folytatott vizsgálatai során megállapítást nyert, hogy a gyökér körüli zónában élő mikroorganizmusok száma tízszeresét, százszorosát, sőt sokszor ezerszeresét is eléri a távolabbi talajban élő mikroorganizmusok mennyiségének, növényfajtól, a növény korától, valamint a talajviszonyoktól függően. Hasonló megállapításra jutottak Iszakova (1934, 1939, 1940), Berjozova, (1946, 1951), Obrazcova (1936), Katznelson (1946) és más szerzők is. Az 1. táblázatban Misusztjin és Emcev (1979) után bemutatjuk a búza és zab rhizoszférájában élő baktériumok mennyiségi adatait.

1. táblázat

*A szaprofita baktériumok mennyisége a gyökérzónában és a talajban
(Misusztjin és Emcev után)*

A növény neve	A mintavétel mélysége, cm	A baktériumok száma 1000 g talaj		Rhizoszféra effektus p:n
		A rhizoszférában, p	A talajban, n	
Zab	0–25	300 000	1500	200
	30–60	240 000	500	480
Búza	0–25	150 000	1800	83
	30–60	280 000	700	400

Amint a táblázat adatai mutatják, a zab és búza gyökérszövetében élő baktériumok többszázszoros értékeket érnek el a talaj mikroflórájának mennyiségéhez viszonyítva. Különösen élesen mutatkoznak a különbségek a talaj mélyebb rétegeiben.

Jelenlegi ismereteink alapján a mikroorganizmusoknak a gyökérszövet felületén való koncentrálódásához nem fér semmi kétség, azonban az egyes kutatók által közölt számszerű adatok még ugyanazon növényfaj esetében is lényegesen eltérnek egymástól. Ennek oka a különböző éghajlati és talajviszonyok mellett abban keresendő, hogy a kutatók eltérő vizsgálati eljárásokat alkalmaznak. Egyesek közülük a mikroorganizmus számát a szétdörzsölt gyökér meghatározott mennyiségére számítják át, ahogy az 1. táblázatból is látható. Mások a gyökerek szétdörzsölése után kapott szuszpenzió arányában értékelik a csíraszámot, vagy a gyökér-felület meghatározott egységére (cm^2) vonatkoztatják. A legismertebb vizsgálati eljárások Starkey (1938), Kraszilnyikov (1936), Berjozova (1951) és Tepper (1972) nevéhez fűződik.

A talajban és a gyökérfelületen élő mikroorganizmusok összehasonlítása Katznelson (1946) munkájából ismeretes. A rhizoszféra határfok vagy rhizoszféra effektus a talajban és a rhizoplánban élő mikroszervezetek egymáshoz viszonyított arányát fejezi ki. Ez az összehasonlítás általában mennyiségi adatokra épül, amelyet úgy kapunk meg, ha a talajban élő mikroorganizmusok számával osztjuk a rhizoplánban előforduló mikroorganizmusok mennyiségét (lásd 1. táblázat). Azonban ilyen összehasonlítás tehető taxonómiai és fiziológiai értelemben is. Vannak olyan adatok, amelyeknél vitamin és antibiotikum szintetizáló képességük alapján viszonyítják egymáshoz a talajban és a gyökérfelületen élő mikroorganizmusokat.

Kraszilnyikov (1958) összefüggést talált a talaj szervesanyag-tartalma, valamint a rhizoszféra mikroorganizmusok számának alakulása között. Adatai szerint minél szegényebb a talaj szerves anyagban, annál nagyobb különbség van a rhizoszférában és a talajban élő mikroorganizmusok száma között. Pántos (1956) viszont azt találta, hogy a rhizoszféra baktériumok mennyiségi alakulása elsősorban a növény fiziológiai aktivitásával van összefüggésben és kevésbé függ a különböző talajtípusoktól és az agrotechnikai tényezők hatásától.

A rhizoszféra mikroorganizmusok dinamikája szorosan összefügg a növény fejlődésének különböző szakaszaival. Kraszilnyikov (1958) szerint a kukorica, a napraforgó és a búza esetében a maximális csíraszám értékek a virágzásban levő növényeknél figyelhetők meg. Ez azzal magyarázható, hogy ebben a periódusban legintenzívebben az életfolyamatok a növényben, s a gyökérváladékok mennyisége is ekkor éri el a maximumot. Pántos (1954) a búza rhizoszféra baktériumainak tanulmányozása során a kálászaképzés időszakában mutatott ki maximális csíraszámot. A 2. táblázatban Misusztin és Emcev (1979) után a búza rhizoszférájában élő mikroorganizmusok mennyiségi értékeit mutatjuk be.

A mikroorganizmusok összetétele és mennyiségi megoszlása a búza növény fejlődésének különböző szakaszaiban (1000 g talaj)

A növény fejlődésének fázisai	Baktériumok	Sugárgombák	Gombák
Szárbaszökkenés	300 000	20	40
Kalászképzés	420 000	80	55
Virágzás	560 000	100	70
Érés	280 000	300	45

A rhizoszférakutatások első stádiumát a gyökérszónában és a talajban élő mikroorganizmusok mennyiségi jellemzése képezte. A későbbiek folyamán a mikroorganizmusok mennyiségi kimutatása már nem volt elegendő a növény és a rhizoszféra mikroorganizmusok kölcsönös kapcsolatának tanulmányozására. Ezért a kérdéssel foglalkozó szakemberek egyre nagyobb figyelmet fordítottak a gyökérszónában és a gyökérfelületen élő mikroszervezetek taxonómiai jellemzésére. A kutatók többségének megállapítása szerint a gyökérszónában és a rhizoplánban a spórát nem képző baktériumfajoknak van elsőrendű jelentőségük. Misusztyin (1972) szerint a fiatal mezőgazdasági növények rhizoplánjában a különböző baktérium nemzetségek tagjai az alábbi százalékos arányban oszlanak meg.

Pseudomonas	40%
Bacterium	10%
Chromobacterium	12%
Mycobacterium	20%
Mycococcus	3%
Bacillus	3%

A gombák és élesztők aránya nem haladja meg a 10%-ot.

Pántos (1956) a Moszkvai Tyimirjavev Akadémián folytatott vizsgálatai során azt találta, hogy a búza gyökérfelületén a *Bacterium candidans*, *Bact. agile*, *Pseudomonas radiobacter*, *Flavobacterium solare*, *Achromobacter globiforme*, valamint a *Bact. purvulum* baktériumfajok domináltak. Számos kutató foglalkozott az azotobakter előfordulásával a gyökérfelületen. Wenzel (1964) véleménye szerint az azotobakter jelentős mennyiségben található a szőlő és a dohány rhizoszférájában. Hasonló véleményt hangoztatott

Vancura (1961) is. Ezzel ellentétben Kraszilnyikov (1958) kvarchomokos tenyészedény-kísérletei során azt találta, hogy az azotobakter nem vagy igen kis mennyiségben fordul elő a búza, a kukorica és a len gyökérszónájában. Pántosnak (1956) ugyancsak nem sikerült azotobaktert kimutatni a búza rhizoplánjából. Hulpoi (1936) és Starkey (1938) különböző sugárgombafajokat, míg Agnihotrudu (1955) és Timonin (1940) mikroszkópikus gombákat tenyésztettek ki a gyökérszónából. Kraszilnyikov (1958) a búza, a kukorica és a hüvelyes növények gyökérszónájában jelentős mennyiségben talált élesztőgombákat, amelyek többsége a *Torula* nemzetséghez tartozott.

A különböző növények gyökérvadékaiknak eltérő volta szelektáló hatást fejt ki a gyökérszónában és a gyökérfelületen élő mikroorganizmusok minőségi összetételére. Azoknak a növényeknek gyökérszónájában, amelyek elsősorban szerves savakat választanak ki, más összetételű mikroflóra alakul ki, mint olyan növényfajoknál, amelyeknek a gyökérvadékaik között cukrok vagy nitrogéntartalmú szerves vegyületek vannak túlsúlyban. A fentiekből kiindulva kísérletek történtek annak igazolására, hogy az egyes növényfajok rhizoplánjában szigorúan specifikus a mikroorganizmus populáció összetétele. A kutatók többségének azonban az az álláspontja, hogy növényfajtól függően szigorúan specifikus összetételű rhizoszférai mikroorganizmus populáció nem bizonyítható egyértelműen, már csak azért sem, mivel az egyes növényfajok gyökérvadékaiknak szigorú specifikusa is vitatható. Így Hudjakov (1967) szerint a gyökérvadékok mennyiségi és minőségi összetétele elsősorban nem a növény fajától, hanem annak korától, állapotától és a tenyésztés körülményeitől függ. Ugyanakkor nem vitatott, hogy a gyökérszónában és a gyökérfelületen élő mikrobiális életközösségek összetétele eltér a környező talajban élő mikrobapopuláció mennyiségi- és minőségi viszonyaitól, a környezeti feltételek módosulásával azonban állandó változásban van (Misusztyin és Emcev (1979). Brown (1979) szerint a gyökérvadékok elsősorban a baktériumokkal szemben szelektívek, ugyanakkor ilyen hatást nem fejtenek ki a gombákkal szemben. Kraszilnyikov (1958) szerint a gyökérvadékoknak nem csupán mint tápanyagforrásoknak van jelentőségük, hanem különböző fitoncid anyagok is vannak közöttük, amelyek mikrobagátló tulajdonságokkal rendelkeznek. Ilyenek lehetnek zsírsavészterek, aldehidek, egyes pigmentek, fenolok stb. amelyeknek fontos szerepe van a növények betegségekkel szembeni ellenállóságában, s így a gyökérszónában élő mikroorganizmusok összetételének szabályozásában. Metz (1955) a különböző növények kipréselt nedvének mikrobicid hatását vizsgálva megállapította, hogy 100 minta közül 10 esetben igen erős gátlás mutatkozott, 15 növényfaj nedve közepesen, 31-é pedig gyengén gátolta a kísérletbe vont mikroorganizmusokat. Kraszilnyikov (1958) szerint az intakt növényi gyökerek is termelnek mikrobagátló anyagokat.

Szamcevic (1972) véleménye szerint a növények sejtjei által szintetizált mikrobagátló anyagok nemcsak a sejteken belül akadályozzák meg a kórokozó mikroorganizmusok elszaporodását, hanem a gyökerek által kiválasztva a gyökérszónából is kiszorítják azokat. A mikrobagátló anyagok szintézise és a környezetbe történő kiválasztása hosszú evolúció során jött létre. Egyes kutatók (Berjozova 1961, Verderevszkij 1959) szerint a növényi sejtnedvben levő fitoncid anyagok biológiai szempontból hasonlóak az emberi és állati szervezetben levő antitestekhez. Lothead és Burton (1953, 1955) vé-

leménye szerint a növények által szintetizált és a gyökérzetük által kiválasztott vitamínok is befolyásolják a rhizoszférában élő mikroorganizmusok összetételét. Egyes növények gyökérszónájában olyan fajok vannak túlsúlyban, amelyek B₁ vagy B₂ vitamint igényelnek növekedésükhöz, míg más növények esetében a B₁₂ vitamint, valamint különböző aminosavakat igénylő fajok vannak túlsúlyban. Több kutató (Kraszilnyikov 1958, Macura 1965 és mások) véleménye szerint a rhizoszféra mikroflóra specifitása szempontjából jelentős szerepük lehet a gyökérfelület elhaló epidermiszsejtjeinek is, amelyek különböznek egymástól kémiai összetételüket tekintve. A rhizoszféra mikroorganizmusok összetételét befolyásolhatják a közöttük létrejött szinergetikus és antagonisztikus kölcsönhatások is. Doroszinszkij (1951) feltételezései szerint a rhizoszféra mikroorganizmusok általi befolyásolják a növény táplálkozását, hogy a gyökér körüli zónában elbontják a káros toxikus anyagokat.

Ismeretes az irodalomból, hogy bizonyos körülmények között egyes növények gyökérszónájában kórokozó mikrobák is előfordulnak, elsősorban a monokultúras természeti körülmények között. Timonin (1945) szerint a len gyökérszónájában gyakran megfigyelhető a *Fusarium lini*, *Alternaria solani* és más növényei kórokozók. Winter (1940) az *Ophiobolus graminis* gyökérrögzítő gomba koncentrációjáról közöl adatokat a búza gyökérszónájában. Közismertek azok a súlyos kártételek, amelyeket a *Verticillium dahliae* és a *Fusarium vasifectum* fitopatogén gombák elszaporodása vált ki a monokultúrában termesztett gyapot gyökérzetén. Szamcevic (1972) véleménye szerint a különböző parazita gombafajok a gyökérszónában és a talajban általában szaprofita életmódot folytatnak, s akkor mennek át parazita táplálkozási formába, ha a talajban kevés az ásványi tápanyag, valamint a könnyen értékesíthető szén és energiaforrás. Hussain és McKeen (1963) szerint a földieper növény gyökérvadalkai 5–15 °C közötti hőmérsékleten serkentik a *Rhizoctonia fragariae* kórokozó gomba növekedését, viszont 20–30 °C-on már nem fejtenek ki ilyen hatást.

A szerzők szerint az alacsony hőmérséklet gátolja a magvak csírázását és a csíranövénykének növekedését, viszont nem csökkenti a gyökérvadalkok mennyiségét. Ez magyarázatot adhat arra is, hogy miért nagyobb tavasszal a rhizoktoniás kártétel. Más növényeknél ellenkezőleg, az alacsony hőmérséklet kedvez a kórokozókat visszaszorító antagonisták mikroszervezetek szaporodásának.

A fitopatogén gombák elszaporodásában szerepet visz a talaj fungisztikus hatása is. Az utóbbi időben egyre több olyan kísérleti eredmény látott napvilágot, amelyek szerint a talaj fungisztázisa szabályozza a növényi kórokozók elszaporodását a talajban és a gyökér körüli zónában. A fungisztázis kiváltó okainak a felderítése segítséget nyújthat a kórokozó gombák visszaszorításához is.

Brown (1979) szerint a rhizoszféra effektusnak a mikrobák számára táplálékul szolgáló gyökérvadalkokon és az elhaló epidermisz sejteken kívül többféle oka is lehet. Ilyen például a gyökérfelületet körülvevő gáz fázis speciális összetétele. Vannak olyan feltételezések (Greenwood 1970), hogy a rhizoszférában élő mikroorganizmus populáció növekedéséhez előnyben részesíti a kis oxigén és a nagy széndioxid parciális nyomást.

1.4. A rhizoszféra mikroorganizmusok és a magasabbrendű növények közötti kapcsolatok

A rhizoszféra mikroorganizmusok és a magasabbrendű növények között kialakult kapcsolatok kétoldalúak. A növény befolyásolja a rhizoszférában és a gyökérfelületen élő mikroorganizmus életközösségek mennyiségi viszonyait és összetételét, a mikrobapopulációk viszont visszahatnak a növények növekedésére. A kutatók (Doroszinszkij 1953), Doroszinszkij és Lezarjev 1949, Berjzova 1961, Rempé 1961, Pántos 1956) vizsgálatai egyértelműen tanúsították, hogy vízkultúrában és kvarchomokban steril körülmények között felnevelt növények növekedése jóval gyengébb, mint azon variánsoké, amelyeket rhizoszféra mikroorganizmusok tenyészeivel vagy talajszuszpenzióval inokuláltak.

A rhizoszféra mikroorganizmusoknak a növények életében kifejtett pozitív hatását Pochon és de Barjac (1960) három különböző tényezőnek tulajdonítják:

1. Megváltoztatják a talaj szerkezetét a gyökérszónában
2. Fontos szerepet visznek a növény táplálásában
3. Fokozzák a növények ellenállóképességét a különböző betegségekkel szemben.

Több szerző közölt olyan adatokat, amelyek szerint a gyökérszóna talajának fizikai sajátosságai jobbak, mint a zónán kívüli talajé. Hubbel és Chapman (1964) szerint a talajmorzsák kialakulásának kezdési lépcsőjében a mikrobiológiai tevékenység dominál, majd a gyökérszóna mechanikai hatása kerül előtérbe. Feltételezhetően a mikroorganizmusok közül a nyálkaanyagokat képző fajoknak van elsődrendű szerepük, mivel ez a gél-szerű ragasztóanyag fontos szerepet visz a talajmorzsák összecementezésében. Pochon és de Barjac (1960) szerint nem elhanyagolható a gombák szerepe sem, mivel micélium tömegükkel átszövik a talajt és elősegítik a morzsalékos szerkezet létrejöttét. A rhizoszféra mikroorganizmusok szerepe a növények táplálkozásában igen bonyolult és sokoldalú. Egyes elképzelések szerint a gyökér körüli zónában élő mikroorganizmusok közvetítik a növények számára a tápanyagokat. Kraszilnyikov (1940), a szovjet rhizoszférakutatás kiemelkedő személyisége korai munkájában a gyökérszónában élő mikroorganizmusokat az állati gyomorhoz hasonlította, hangsúlyozva, hogy az utóbbihoz hasonló tápanyag átalakító tevékenységet fejtenek ki. Más kutatók: Berezova (1946), Clark (1949), Doroszinszkij és Lazarjev (1949), ugyancsak megkísérelték ennek a szemléletnek az alátámasztását. A későbbiek során Liszenko (1955) az állította, hogy a talajba kerülő mindenféle tápanyag csak azt követően válik felvehetővé a növények számára, miután a gyökérszónában élő mikroorganizmusok előzőleg átalakították. Véleménye szerint amennyiben a növény növekedése szempontjából nélkülözhetetlen baktérium (pl. rhizobium) a talajból hiányzik, funkcióját más baktériumok is helyettesíthetik.

Ennek a tudománytalan felfogásnak az alátámasztása, annak ellenére, hogy erre számos kísérlet történt, nem járt eredménnyel. Izotópindikáció segítségével egyértelműen kimutatták, hogy a növények közvetlenül értékesítik az ásványi tápanyagokat, s ebben nincs szükségük a mikroszervezetek közvetítő tevékenységére. Ugyanakkor bebizonyí-

tást nyert az is, hogy amennyiben a steril növénykultúrákat rhizoszféra mikroorganizmusokkal oltják be, vagy azok anyagcseretermékeit hozzák a gyökérrel kontaktusba, a növények összehasonlíthatatlanul jobban fejlődnek. Ez következik abból, hogy a növényzet és a talajban élő mikroorganizmusok az egységes biocönózis alkotóelemei.

A gyökérszónában és a gyökérfelületen élő mikroorganizmusok mind pozitív, mind pedig negatív szerepet tölthetnek be a növény életében. Kraszilnyikov (1958) megkülönböztet *aktivátor* és *inhibitor* mikroszervezeteket. Véleménye szerint mindkét csoport anyagcseretermékein keresztül fejti ki hatását.

Mint ismeretes, a rhizoszféra mikroorganizmusok intenzíven szintetizálnak különböző fiziológiailag aktív vegyületeket. Swaby (1942) az elsők között hívta fel a figyelmet a mikrobiális anyagcseretermékek jelentőségére a növények életében. Annak a véleményének adott kifejezést, hogy a mikrobák által szintetizált fiziológiailag aktív vegyületeket a növény a gyökérszónán keresztül felveszi. A fiziológiailag aktív vegyületek között fontos hely illeti meg a heteroauxint vagy indolil-ecetsavat. Boysen-Jensen (1931) elsőnek mutatott ki heteroauxint a különböző baktériumok metabolitjai között. Roberts és Roberts (1939) számos rhizoszféra baktérium tenyészfolyadékából mutatták ki ezt a vegyületet. A későbbiek során számos szerző; Kraszilnyikov (1958), Szmaliy (1954), Vancura és Macura (1960), Bukatsch et al. (1956), Katznelson és Sirois (1961) hívta fel a figyelmet a mikrobák által szintetizált heteroauxin jelentőségére a növények életében.

Bersova (1961) szerint egyes mikroelemek serkentik az indolil-ecetsav szintézist a rhizoszféra mikroorganizmusoknál. Az indolil-ecetsav szintéziséhez a baktérium tenyészeteknél a triptofán szolgál (Szmaliy 1954). Ez ad magyarázatot Brow (1972) megfigyeléseire. Ezek szerint a búza csírágyökér zónájából sok olyan baktériumot sikerült kitenyésztetni, amelyek aktívan szintetizálják a heteroauxint. Ugyanakkor az idősebb gyökerek zónájában élő baktériumoknál ez a tulajdonság jóval kisebb méretekben mutatható ki. A csíranövények gyökérváladékai ugyanis jóval több triptofánt tartalmaznak, mint az idősebb gyökereké. A gyökérszóna növekedését sok esetben az auxin szabályozza (Thimann 1972). A gyökérmövekedés intenzitásának mérséklődése valószínűleg az etilén közvetett hatásának a következménye, az utóbbinak a szintézisét viszont a heteroauxin indukálja. Egyes esetekben a gyökérmövekedés csökkenését a vastagodása váltja ki. Ebben a folyamatban a citokininnek van fontos szerepe. A fentiekkel ellentétben alacsony indolil-ecetsav dózisok serkentik a gyökér növekedését. Brown (1972) szerint 175 µg/ml alatti koncentrációknak van serkentő hatása. Az „in vitro” tenyésztett rhizoszféra baktériumok auxinprodukcója L-triptofán nélkül 0,02–0,3 µg/ml, annak hozzáadásával pedig 1,0–10,0 µg/ml. Falot (1963) szerint a mikroorganizmusok anyagcseretermékei között más auxintípusú vegyületek is előfordulhatnak.

A mikrobiális eredetű anyagcseretermékek között számos szerzőnek (Savlovskij 1955, Rempé 1961, Ovcsarov 1964, Pántos 1961, Voznjakovszkaja 1969, 1970) sikerül kimutatni különböző vitaminokat a rhizoszféra mikroorganizmusok metabolitjai között. Savlovskij izotopindikációs technikával megállapította, hogy a mikrobák által szintetizált tiamin rövid idő elteltével a növényi szövetekből is kimutatható. Gebgardt (1961) szerint a vitaminos kezelés a magvaknál növeli a csírázási erélyt, mivel serkenti a tartaléktápanyagok hidrolízisét. Szmaliy (1961) szerint a vitaminszintetizáló képesség függ a bak-

térium faji hovatartozásától, valamint a tenyészet korától. A mikroorganizmusok anyagcseretermékei között újabban gibberellinszerű anyagokat is mutattak ki (Legg és Allison 1960, Vancura és Macura 1961, Jackson et al 1964). A gibberellinek, mint ismeretes, nagy hatású, fiziológiailag aktív vegyületek, amelyek befolyásolják a magasabbrendű növények anyagcserefolyamatait, ugyanakkor nem hatnak a mikroorganizmusokra. A gibberellinek elsősorban a növények szén- és nitrogén metabolizmusát befolyásolják, így meggyorsítják a növekedést, serkentik a virágzást, fokozzák a sejtek megnyúlását. A gibberellinek megszüntetik a rügyek nyugalmi periódusát és helyettesítik a jarovizációs kezelést olyan növényeknél, amelyek fejlődésük egy meghatározott szakaszában alacsony hőmérsékletet igényelnek. Muromcev és Agnyisztyikova (1976) szerint jelentős mennyiségű gibberellint jelenlegi ismereteink alapján a *Fusarium moniliforme* Sheld növénypatogén gomba képes termelni; más mikroszervezetek által szintetizált hasonló vegyületekre inkább a gibberellin-szerű anyagok elnevezés illik, mind csekély mennyiségük, mind pedig az azonosítási ellentmondások miatt. Brown és Burlingham (1968) vizsgálatai szerint az *Azotobacter chroococcum* 1 ml tenyészfolyadékban 14 napos inkubáció alatt 0,05 µg/ml gibberellin A₃-at szintetizál.

Újabban több irodalmi forrásmunka; Coppola et al. (1971). Phillips és Torrey (1970) ismeretes azzal kapcsolatban, hogy egyes baktériumok (*Azotobacter chroococcum*, *Rhizobium japonicum*) kivonatai citokinin típusú hatást fejtenek ki. A citokininnek igen fontos szerepet visznek a növény életének minden szakaszában a csírázástól a termés beérésig. Befolyásolják az anyagcserét, a biológiai aktív vegyületek szintézisét, az asszimilációt és az ásványi tápanyagok mozgását, valamint fokozzák az ellenállóképességet a külső környezet kedvezőtlen hatásaival szemben. A gyökérszónában és a gyökérfelületen élő mikroorganizmusok által szintetizált citokininnek a gyökéren keresztül bejuthatnak a növénybe, s részt vehetnek a növény életműködését szabályozó folyamatokban. A növények életműködését anyagcseretermékeiken keresztül befolyásoló mikroorganizmusok másik csoportját az *inhibitor* mikroorganizmusok alkotják. Az általuk szintetizált gátló anyagokat toxinoknak nevezik. A toxinok sofélék lehetnek. Közülük egyesek gátolják a magvak csírázását, amely a vetések hiányos kelését eredményezi. Mások közülük a gyökérszóna növekedését gátolják, ismét mások csak a növény földfeletti részeire gyakorolnak kedvezőtlen hatást. Vannak olyan toxinok is, amelyek gátolják a klorofill szintézist (Kraszilnyikov és Kublickaja 1956), vagy más élettani folyamatokra fejtenek ki kedvezőtlen hatást. Kraszilnyikov (1958) olyan mikrobiális eredetű metabolitokat nevez toxinoknak, amelyek elsősorban a magasabbrendű állati és növényi szervezetekre hatnak kedvezőtlenül, míg a mikroszervezetek kevésbé érzékenyek velük szemben. Így pl. tipikus fitotoxin a fuzáriumsav, amely sok növényre már 0,1–0,6 µg/ml koncentrációban mérgezően hat, ugyanakkor a baktériumok növekedését az említett dózisok százszorosai sem gátolják. A mikrobiális eredetű anyagcseretermékek fontos csoportját képezik az antibiotikumok. Kraszilnyikov (1958) szerint az antibiotikumok olyan mikrobiális eredetű metabolitok, amelyek más mikrobacsoportokhoz tartozó szervezetek növekedését gátolják, s hatásukat szelektíven fejtik ki. Eltérően a toxinoktól, kevésbé vagy egyáltalában nem mérgezőek a magasabbrendű növényekkel szemben. Azonban a toxinok és az antibiotikumok merev elhatárolása nem lehetséges, mivel számos olyan vegyület tartozik ide, amelyek határterületet képeznek. A rhizoszféra irodalomban számos adat

arról tanúskodik, hogy a gyökérszónában élő mikroorganizmusok között igen nagy az antagonisták aránya.

Cooper és Chilton (1950) adatai azt mutatják, hogy a cukornád gyökérszónájában élő antagonista actinomyceták elpusztítják a *Phytium arrhenomonas* fitopatogén gombát, az említett növény gyökérrothadásának kiváltóját. Gregory és munkatársai (1952) szerint az antagonista sugárgombák erős antagonistái a gyökérrothadást okozó *Phytium* fajoknak.

Lochhead és Landerkin (1949) adatai azt igazolják, hogy a burgonya gyökérszónájából kitenyésztett sugárgombák gátolják az *Actinomyces scabies* kórokozó sugárgomba szaporodását. Korenjako (1939) szerint Üzbegisztán talajaiban számos olyan antagonista *Pseudomonas* baktérium fordul elő, amely feloldja a gyapot hervadásos betegségét kiváltó *Verticillium dahliae* micéliumát. Bogopolszkij (1950) és Arhipov (1954) szerint az egyes növények rhizoszféra mikroorganizmusai igen gyorsan elpusztítják a különböző emberi és állati kórokozó baktériumokat. A növények szerves táplálkozásával kapcsolatos irodalmi adatok meglehetősen ellentmondanak egymásnak. Izotópindikációs és gázkromatográfiás eljárásokkal lefolytatott kísérletek adatai azt tanúsítják, hogy a növények képesek hasznosítani különböző nitrogéntartalmú szerves vegyületeket, elsősorban aminosavakat, valamint szerves foszforvegyületeket. Kétségtelen azonban, hogy a szerves formában levő növényi tápanyagokat a növények összehasonlíthatatlanul gyorsabban fel tudják venni. Ratner szerint (cit. Misusztyn 1972) a növények elsősorban olyan nitrogén és foszfortartalmú szerves vegyületeket képesek értékesíteni, amelyeket a gyökerekben levő enzimek le tudnak bontani. Ilyen nitrogéntartalmú vegyületek a glikokoll, a glutaminsav és az aszparaginsav, valamint az arginin és az alanin, amelyekből dezaminálás útján felszabadul az ammónia a növényi szervezetben. A foszfortartalmú szerves vegyületek közül a gyökérrendszerben levő enzimek elsősorban a glicerofoszfátokat és a szaharofoszfátokat képesek lebontani.

A fentiekből következik, hogy a rhizoszférában élő mikroszervezetek fontos szerepet visznek a növények ásványi táplálkozásában is. Katznelson (1946) szerint az ammónifikációs folyamatok a rhizoszférában sokkal intenzívebben mennek végbe, mint azon kívül, ami azt eredményezi, hogy a talaj szerves anyagában lekötött nitrogén értékesítését a gyökérszónában élő mikroszervezetek elősegítik.

Más kutatók (Timonin és Texton 1950) vizsgálatai azt mutatják, hogy a nitrifikációs folyamatok a rhizoszférában intenzívebbek, mint a gyökerektől távoli talajban. Ezzel szemben Rempé (1951), valamint Kraszilnyikov (1958) azt találták, hogy a gyökérszónában nem vagy csak kis mennyiségben fordulnak elő nitrifikáló baktériumok. Hasonló megfigyelésekről adtak hírt Goring és Clark (1948), akik azt találták, hogy a gyökérszónához tartozó talajban kevesebb nitrát volt, mint attól távolabb. A fentiekből az látható, hogy a nitrifikáló baktériumok szerepe és jelentősége a gyökérszónában nincsen megnyugtatóan tisztázva. Ugyanakkor viszont egyértelműen bebizonyítást nyert, hogy a gyökérszónából és a gyökérfelületről nagy számban tenyésztethetők ki denitrifikáló baktériumok. Ezt támasztják alá Berezova (1946, 1951), Kraszilnyikov (1958), Rovira és McDougall (1967) és mások kísérleti eredményei. Brown (1972) szerint azonban a denitrifikáló baktériumok nagytömegű jelenléte nem jelent egyértelmű közvetlen bizonyítékot arra nézve, hogy a rhizoszférában a nitrogénvesztés nagyobb, mint a talajfelület más

részein. Ugyanakkor olyan körülmények között, ahol elsősorban az anaerob feltételek dominálnak, így réteken vagy rizsföldeken a gázalakban távozó nitrogén aránya elérheti a bevitt nitrogén 15–37 százalékát is.

Számos kísérleti adat ismert azzal kapcsolatban, hogy rhizoszférában élő mikroorganizmusok elősegítik a nehezen oldódó foszforvegyületek feltáródását, s ezáltal javítják a növények foszfortáplálkozását. Gerretsen (1948) már több mint 30 éve bebizonyította, hogy a mikroorganizmusok bevitel nagymértékben fokozta a növény foszforfelvételét a steril talajhoz viszonyítva. Pántos (1961) vizsgálatai is utaltak arra, hogy a búza és a kukorica gyökérszónájából kitenyésztett baktériumok intenzíven hasznosítják a nehezen értékesíthető foszforvegyületeket. A feltárás egyik tényezője a gyökérszónában koncentrálódó mikropopuláció által termelt CO₂ gáz, amely elősegíti az oldhatatlan kalciumfoszfátok, valamint egyes szilikátokban levő növényi tápanyagok feltáródását. Hasonló hatást fejtenek ki a mikroszervezetek által kiválasztott ásványi és szerves savak. Így pl. az intenzív nitrifikáció és szulfurikáció elősegíti a foszfor és káliumtartalmú ásványok feltáródását is. A rhizoszférában és a távolabbi talajban levő felvehető foszfor és kálium mennyiségét Misusztyn (1972) után a 3. táblázatban mutatjuk be.

3. táblázat

*A felvehető foszfor és kálium mennyisége a gyökérszónában és a távolabbi talajban (mg/100 g talaj)
(Misusztyn 1972 után)*

A vizsgált növény neve	P ₂ O ₅		K ₂ O	
	a rhizoszférában	a talajban	a rhizoszférában	a talajban
Árpa	22,5	18,6	12,8	9,3
Búza	43,2	37,2	27,9	6,6
Zab	34,5	31,5	34,4	10,7
Vöröshere	21,9	16,2	8,2	6,4
Pillangós keverék	27,0	18,5	10,4	7,8

A növény gyökérzete és a rhizoszféra mikroorganizmusok által termelt szerves savak elősegítik a kelát típusú vegyületek képződését. Mint ismeretes, a nehezen oldódó vegyületek kelátalakban könnyebben elsajátíthatók a növények által.

A fentiekkel ellentétben egyes kutatók szerint a rhizoszféra mikroorganizmusok beépítik a testükbe a különböző nyomelemeket, valamint más olyan tápelemet, ame-

lyekre a növénynek is szüksége van. Ennek következtében a növények ezeket az elemeket nem vagy csak nagyon kis mennyiségben tartalmazzák. Így Loutit és munkatársai (1967, 1970) szerint a rhizoszféra mikroorganizmusok a reték gyökérszónájában akkumulálják testükben a molibdént. Más szerzők a kén (Subba Rao et al. 1961), valamint a kalcium és rubidium (Trolldenier és Marckwardt 1962) felhalmozódásáról adtak hírt. Abból kiindulva, hogy a rhizoszférában élő mikroorganizmusok általában kedvezően befolyásolják a növény fejlődését, számos kísérletet végeztek el azok mesterséges elszaporításával és a növényi magvak beoltásával kapcsolatban. Ez volt az elméleti alapja a Szovjetunióban, Romániában és néhány más országban egyes baktériális oltóanyagok, így az azotobakterin, foszforbakterin és a szilikobakterin gyakorlati felhasználásának. Az elmúlt évtizedek során nagyszámú tenyészedény és szabadföldi kísérletet folytattak le, amelyek azonban nem nyújtottak egyértelműen pozitív eredményeket az ilyen készítmények termésfokozó hatására vonatkozólag. Kétségtelenül voltak pozitív eredmények, amelyek 6–8 százalékos termésnövekedést eredményeztek, azonban az esetek jelentős részében nem volt kimutatható terméstöbblet, vagy pedig kismértékű negatív hatást figyeltek meg. A későbbiek folyamán, amikor a kísérleti eredmények matematikai értékelése általánossá vált, egyre inkább bebizonyosodott, hogy ilyen biokészítményekkel nem lehet stabil termésnövekedést biztosítani, s nem helyettesíthetik az ásványi és szerves trágyák rendszeres alkalmazását. Ez következik abból, hogy a növény gyökérszónájában létrejövő mikrobiális életközösségek mennyiségi és minőségi viszonyait a talajban kialakuló sajátos ökológiai feltételek határozzák meg, s ezek mesterséges készítmények felhasználásával nehezen befolyásolhatók. Újabban egyes nyugati országokban is állítanak elő ilyen biopreparátumokat.

IRODALOM

- / 1/ Agnihothrudu, V.: Incidence of fungistatic organisms in the rhizosphere of pigeon pea (*Cojanus cojan*) in relation the resistance and susceptibility to wilt caused by *Fusarium udum* Butler. *Naturwisse* 42, 515. (1955)
- / 2/ Arhipov, V. V.: K probleme dezinfekcii i dezinvacii 1 pocsv putyom kultivirovanyija rasztyenyij. *Veterinar*, (6), 53. (1954)
- / 3/ Berjozova, E. F.: Mikroflora rhizoszférü 1na i eje rol v rajvityii rasztyenyij. *Dokt. disszertacija*, Moszkva, (1946)
- / 4/ Berjozova, E. F.: Mikroflora kornyevoj szisztemü rasztyenyij i metodika ejo izucsenyija. *Tr. Inszt. sz/h. Mikrobiol.* 12, 39, (1951)
- / 5/ Berjozova, E. F.: O geterotrofnom pitanyii rasztyenyij. *Tr. Inszt. Mikrobiol.* 12, 11, 17 (1961)
- / 6/ Bersova, O. N.: Vlijanyie mikroelementov na obrazovanyije geteroauxina i degidraznuju 'aktyivnoszty nyekotorüh rhizoszfemüh mikroorganyizmov. *Tr. Inszt. Mikrobiol.* 11, 301 (1961)
- / 7/ Bogopolszkij, M. D.: Issledovanyije bakterio-sztaticheszkih szvojsztv pocsvü v otnosenyii coli-paracoli bakterij. *Mikrobiol. Zsurn.* (12, 67. (1950)
- / 8/ Boysen-Jensen, P.: Über Wachstumregulatoren bei Bakterien. *Bioch. Ztschr.* 26, 205. (1931)
- / 9/ Brown, M. E.: Mikroorganyizmü rhizoszférüh, priszposzoblencü, grabityeli ili blagogyetyeli. In: *Pocsvennaja mikrobiologija* (Ed. Walker N.) Kolosz, Moszkva.

- /10/ Brown, M. E. Burlingham, S. K.: Production of plant growth substances by *Azotobacter chroococcum*. *J. gen. Microbiol.* 53, 135, (1968)
- /11/ Bukatsch, F., Burger, K., Schlütter, M.: Untersuchungen über Eiweiss und Eiweissstoffwechsel bei *Azotobacter* mit besonderer Berücksichtigung der indolkörper, *Ztbl, Bakt. II.* 109, 226 (1956)
- /12/ Cooper, W., Chilton, S.: Studies on antibiotic soil organisms. *Phytopath.* 40, 544 (1950)
- /13/ Coppola, S. et. al.: Ctochinine in germi terricoli e relativo significato nei rapporti piante microorganismi. *Ann. Microbiol. e. Enzymol.* 21, 45
- /14/ Dittmer, H.: A quantitative study of roots and root haier of a winter rye plant (*Secale cereale*). *Amer. J. Bot.* 24, 417 (1937)
- /15/ Doroszinskij, A. M.: Rol mikroorganyzmov v pitanyii rasztyenyij. II Vseszojuzn. szovescs. Inszt. sz/h. *Mikrobiol.* 1945–1948. p. 12. (1951)
- /16/ Doroszinskij, A. M.: K voproszu o roli mikroorganyzmov v kornyevom pitanyii rasztyenyij. *Szb. trudov plen. szeke, udobr. VASZHNIL, P.* 19. (1953)
- /17/ Doroszinskij, A. M., Lazarjev, N. M.: Rol mikroorganyzmov v kornyevom pitanyii rasztyenyij. *Agrobiol.* (4), 39 (1949)
- /18/ Dyer, B.: Über die bestimmung der wahrscheinlich assimilier-baren Pflanzenährstoffe im Boden, *Ztbl, AGrichem.* 23, 799 (1894)
- /19/ Hiltner, L.: Über neuere Erfahrungen und Probleme auf dem Gabiet der Bodenbakterien und unter besonderer Berüchksichtigung der Gründüngung und Brache. *Arb. dt. landw. Ges.* 98, 59 (1904)
- /20/ Fallot, J.: Bacteries el tissus végétaux en culture. *Ann. Inst. Pasteur,* 105, 188 (1963)
- /21/ Fehér, D.: *Talajbiológia, Akadémiai Kiadó, Budapest* (1954)
- /22/ Fjodorov, M. V.: *Pocsvennaja mikrobiológija, Nauka, Moszkva* (1954)
- /23/ Filippovics, T. H.: Vlijanyije kornyevüh vügyelenij na posztuplenyije pitatyelnüh vescsesztv v rasztyenyija, *Avtoref, kand dissz. Kiev.* (1966)
- /24/ Galsztjan, A. S.: *Fermentatyivnaja aktyivnoszty pocsv Avmenyiji Avtoref, dokt. dissz. Jerevan.*
- /25/ Gebgardt, A. G.: Rol mikroorganyzmov v nakoplenyii vitaminov v pocsvah i posztuplenyii ih v rasztyenyijah. *Tr. Insztr. Mikrobiol.* 11, 292 (1961)
- /26/ Gerretsen, F. C.: The influence of microorganisms on the phosphate intake by the plant. *Plant and Soil,* 1, 51. (1948)
- /27/ Goring, C. A., Clark, F. E.: Influence of crop growth on mineralization of nitrogen in the soil. *Poc. SSSA,* 13, 261 (1948)
- /28/ Greaves, M. P., Daryshire, J. F.: The mucilaginous layer on plant roots. *Soil Biology and Biochemistry,* 1, 37 (1972)
- /29/ Gregory, K. et. al.: Antibiotics as agents for the control of certain damping of fungi. *Amer. J. Bot.* 39, 405 (1952)
- /30/ Harmsen, G. V., Jager, G.: *Soil organisms. Nort-Holland Publ, Co. Amsterdam* (1963)
- /31/ Hubbel, D. S., Champan, J. E.: The genesis of structure in two calcareous soils. *Sci.* 62, 271 (1964)
- /32/ Hudjakov, J. P.: Mikrobiologi szporjat. In: *Mikrobiologicseszkie processzü, ih rol v povüsenyijplodorogyija pocsv i efektyiv-noszty udobrenij. Leningrad* (1967)
- /33/ Hulpoi, N.: Demonstration von Mikroorganismen in der Rhizosphäre, *Arch. f. Mikrobiol.* 7, 579 (1936)

- /34/ Hussain S. W. McKean, W. E.: Interactions between strawberry roots and *Rhizoctonia fragariae*. *Phytopath.* 53, 541
- /35/ Iszakova, A. A.: K voproszu o vzaimootnosenyjah mezsdu vüszsime rasztyenyijami i mikroorganizmami, *Izv. AN SSSR. Otyg. mat. nauk*, pp 93. (1934)
- /36/ Iszakova, A. A.: O vlijanyii bakterij rhizosferü na razvityije rasztyenyij, *Izv. An. SSSR* (5), 838 (1939)
- /37/ Iszakova, A. A.: Ob othore kornyami rasztyenyij szpecificseszkoj mikroflorü. *Tr. Int. Fiz. Raszty. AN SSSR* 3, 2 (1940)
- /38/ Jackson, R. M, Brown, M. E, Burlingham, S. K.: Similar effects on tomato plants of azotobacter inoculation and application of gibberellins, *Nature*, 203, 851 (1964)
- /39/ Jetyerevszkaja, L. V., Ugorova, V. A.: Processzü pocsvobrazovanyija v tyehno-gennüh lansaftah sztyep Ikrainszkoj SSR, In: *Pocsvobrazovanyie v Tyehno-gennüh landsaftah*. Nauka, Novoszibirsk. pp. 140–155 (1979)
- /40/ Kandler, O.: Papierchromatographischer Nachweiss der Aminosäureausscheidung in vitro kultivierter Maiswurzeln. *Ztschr. Naturvorsch.* 6B, 437 (1951)
- /41/ Katznelson, H.: The „rhizosphere effect“ on mangels on certain groups of soil microorganisms. *Soil Sci.* 62, 343 (1946)
- /42/ Katznelson, H. et. al.: Liberation of amino-acids by plant roots in relation to desiccation. *Nature*, 174, 1110 (1954)
- /43/ Katznelson, H., Sirois, J. C.: Auxin production by species of *Arthrobacter*, *Nature*, 191, 1323. (1961)
- /44/ Korenjako, A. I.: Biologicseszkoj metod raszpoznavanyija mikrobakterij. *DAN SSSR* (nov. ser.) 23, (2) (1939)
- /45/ Kraszilnyikov, N. A.: Vlijanyije komyevüh vügyelenij na razvityie azotobaktera i drugih pocsvennüh mikroorganizmov. *Mikrobiol.* (3), 3 (1934)
- /46/ Kraszilnyikov, N. A.: Vlijanyije pocsvennüh bakterij na roszt psenyicü, *Mikrobiol.* 8, 3 (1939)
- /47/ Kraszilnyikov, N. A.: Mikroflorü rhizosferü i ejo vlijanyie na roszt i uroszaj rasztyenyij. *Himizacija szoc. zemlegyelija* 7, (1940)
- /48/ Kraszilnyikov, N. A.: Vlijanyije rasztyityelnogo pokrova na mikrobnüj szosztav v pocsv. *Mikrobiol.* 13, 187 (1944)
- /49/ Kraszilnyikov, N. A.: Mikroorganizmü pocsvü i vüszsime rasztyenyija AN, SSSR, Moskva (1958)
- /50/ Kraszilnyikov, N. A., et al.: Mikrobiologicseszkoj harakterisztika rhizosferü kltornüh rasztyenyij. *Mikrobiol.* 5, 27 (1936)
- /51/ Kraszilnyikov, N. A. et. al.: Vlijanyije komyevüh szisztemü na mikroorganizmü pocsvü. *Mikrobiol.* 5, (2) (1936)
- /52/ Kraszilnyikov, N. A., Kublickaja, M. A.: Mikrobnüe toxinü i antitoxinü v obrazovanyii kloroza u vinogradnoj lozü. *DAN SSSR*, 110, 46 (1956)
- /53/ Künze, F.: Über Sauerstoffausscheidung bei Wurzeln und Pilzhyphen und ihre Bedeutung. *Jahrb. wiss. Bot.* 42, 357 (1906)
- /54/ Legg, J. O., Allison, F. E.: Role of rhizosphere microorganisms in the uptake of nitrogen by plants. *Proc. VIIth Int. Cngr. Sci* (3) p. 545. (1960)
- /55/ Lemmermann, O.: Untersuchungen über einige Ernährungsunterschiede der Leguminosen und Gramineen und ihre wahrscheinliche Ursache. *Landw. Vers. Sta.* 67, 207. (1907)

- /56/ Lochlead, A., Burton, M.: An essential bacterial growth factor produced by microbial synthesis. *Canad. J. Bot.* 31, 7 (1953)
- /57/ Lochhead, A., Burton, M.: Qualitative studies of soil microorganisms. Characteristic of vitamin B₁₂ requiring bacteria. *Canad. J. Microbiol.* 1, 319 (1955)
- /58/ Loutit, M. W., Malthus, R. S., Loutit, J. S.: Different molibdene uptake by micro-organisms from the rhizosphere of *Raphanus sativus* L. grown in two soils of similar origin. *Plant and Soil.* 27, 335 (1967)
- /59/ Loutit, M. W., Brooks, R. R.: Rhizosphere organisms and molybdenum concentrations in plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 2, 131 (1970)
- /60/ Lyon, T., Wilson, I.: Liberation of organic matter by roots of growing plant. *New Yers. (Cornell) Agr. Exp. Sta. Mem.* 40, 43 (1921)
- /61/ Maasen, A., Behn, H.: Zur Kenntnis der bakteriologischen Bodenuntersuchung. *Arch. biol. Reichants. Land. u. Forstwirtschaft*, 11, 399 (1923)
- /62/ Mac Rae, I., Castro, T. F.: Carbohydrates and aminoacids in the root exudates of rice seedlings. *Fiton*, 23, 95 (1966)
- /63/ Macura, J.: Interactions nutritionelles plantes-bacteries et bases expérimentales de la bacterisation des graines. *Ann. Inst. Pasteur*, 111, 9 (1965)
- /64/ Maskovec, M.: Materialü k izucsenyiju izvrecsivanyija vszhodov risza, *Tr. cent. opüt. risz szranc.* (6), 27 (1934)
- /65/ Meskov, M. V.: Szogyerzsanyije obscsego ugleroda v kornyevüh vügyeleniyjah rasztyenij pri vürascsivanyiji ih v uszlovijah szteril szterilnüh kultur na bessz-mennüh i szmennüh pítatyelnüh rasztvorah. *DAN SSSR*, (3), 352 (1961)
- /66/ Maze, P.: Recherches sur la physiologie végétale. *Ann. Inst. Pasteur*, 25, 705 (1911)
- /67/ Metz, H.: Untersuchungen über die Rhizosphäre. *Arch. f. Mikrobiol* 23, 297 (1955)
- /68/ Misusztyin, E. N.: Mikroorganizmü i produktyivnoszty zemlegyelija, *Nauka, Moszkva* (1972)
- /69/ Misusztyin, E. N., Triszvjatszkij, A. A.: Mikrobiologija zerna, *An SSSR, Moszkva* (1963)
- /70/ Mususztyin, E. N., Emcev, V. T.: Mikrobiologija, *Kolosz, Moszkva* (1979)
- /71/ Muromcev, G. Sz., Agnyisztyikova V. N.: Gibberellinek a növénnyek hormonjai. *Mezőgazd. Kiadó, Budapest.* (1976)
- /72/ Müller, G.: *Bodenbiologie, Fischer, Jena* (1965)
- /73/ Obrazcova, A. A.: Mikroorganizmü rhizoszferü v batumszkih kransznozjomah. *Izv. AN SSSR* (1), 255 (1936)
- /74/ Pántos, Gy.: A búza rhizoszféra-baktériumainak fő formái, fiziológiai tulajdonsága és kölcsönös kapcsolatai a növénnyel. *MTA Agrártud. Oszt. Közl.* 9, 315 (1956)
- /75/ Pántos, Gy.: A búza és kukorica gyökérfelületi zónájában uralkodó egyes baktériumok vitaminszintetizáló képessége. *Agrokémia és Talajtan*, 10, 511 (1961)
- /76/ Phillips, D. A., Torrey, J. G.: Cytokinin production by *Rhizobium japonicum*. *Phys. Plant.* 23, 1057 (1970)
- /77/ Pochon, J., de Barjac, H.: *Pocsvennaja mikrobiologija, Izd. Inosztranoj Literaturü, Moszkva* (1960)
- /78/ Prjanyisnyikov, D. N.: Opütü sz foszfatami odnoszjascsieszja k voproszu o kornyevüh vügyeleniyjah. *Jubil. szb. Moszkva pp.* 328 (1928)
- /79/ Rempe, E. I.: Vlijanyie kornyevoj mikroflorü na roszt i razvityie rasztyenij, *Tr. Inszt. Mikrobiol.* 11, 71 (1961)

- /80/ Roberts, J. L., Roberts, E.: Auxin production by soil microorganisms. *Soil Sci.* 48, 135 (1939)
- /81/ Rovira, A. D.: Plant root exudates, *Bot. Rev.* 35, 35 (1969)
- /82/ Rovira, A. D., Dougall, B. M.: Microbiological and biochemical aspects of the rhizosphere. In: *Soil Biochemistry* Ed. McLaren A. D. and Peterson, G. H. / Edward Arnold Ed. London. pp. 417 (1967)
- /83/ Salit, M. S., Kalmükova, A. A.: Komyevaja szisztéma v oszovnuh pocsvennuh tipah Ukrainü, *Bot. Zsum.* 20, 4 (1935)
- /84/ Savlovskij, G. M.: Rol mikroorganizmov rhizosferü v vitaminom i aminokislotnom pitanyii rasztyenyij. Izotopü v mikrobiol. AN SSSR, Moskva pp. 186. (1955)
- /85/ Schreiner, O., Reed, H.: Some factors influencing soil retility, US Dept. Agr. Bur. *Soil Bull.* pp. 40 (1907)
- /86/ Starkey, R.: Some influences of the development of higher plants upon the microorganisms in the soil. *Soil Sci.* 27, 319 (1929)
- /87/ Starkey, R.: Influence of proximity of root on abundance and activity of microorganisms. *Soil Sci.* 32, 367 (1931)
- /88/ Starkey, R.: Microscopic examination of the rhizosphere. *Soil Sci.* 45, 207 (1938)
- /89/ Stoklasa, J.: *Handbuch der Biophysic und biochemischen Durchforschung des Bodens*, Berlin. (1926)
- /90/ Stoklasa, J., Ernest, A.: Beiträge zur Lösung der Frage der chemischen Natur der Wurzelsekretes. *Jahrb. wiss. Bot.* 46, 55 (1909)
- /91/ Subba Rao, N. S., Bidwell, R. G. S., Bailey, D. L.: The effect of rhizosphere fungi on the uptake and metabolism of nutrients by tomato plants. *Canad. J. Bot.* 39, 1759 (1961)
- /92/ Sulov, I. S.: Issledovanyija v oblasztyi fiziologii pitanyija vüszsüh rasztyenyij pri pomosci metodov izolirovannogo pitanyija i szterilnuh kultur. Petrograd (1913)
- /93/ Swaby, R. L.: Stimulation of plant growth by organic matter. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 8, 156 (1942)
- /94/ Szamcevic, Sz. A.: Vzaimootnosenyija mikroorganizmov pocsvü i vüszsüh rasztyenyij. In: *Mikroorganizmü pocsvü i rasztyenyije.* (Ed. Szamcevic, Sz. A.) Nauka i Tyehnika, Minszk, pp 3. (1972)
- /95/ Szavvinov, N. I., Pankova, N.: Komyevaja szisztéma rasztyityelnosztyi celinüh ucsasztkov sztyepej Zavolzsa i novüj metod ejo izocsenyija. *Szb. pam. Viljamsza*, pp 117 (1942)
- /96/ Szmali, V. T.: Utvorenyija geteroauxinü v asszociativüh kulturah azotobaktera. *Mikrobiol. Zsum.* 16, (4) (1954)
- /97/ Szmali, V. T.: Obrazovanyie biologicseszkih aktyivnuh vscsesztv bakterijami, *Tr. Inszt. Mikrobiol.* 11, 284 (1961)
- /98/ Tepper, E. Z. et. al.: *Praktikum po mikrobiologii*, Kolosz, Moskva (1972)
- /99/ Thimann, K. K.: The natural plant hormones. In: *Plant Physiology VIB. Physiology of Development, The Hormones.* (Ed. Steward F. C.) Acad. Press. London (1972)
- /100/ Timonin, M.: The interaction of higher plants and soil microorganisms. I. Microbial population of rhizosphere of seedlings of centain cultivated plants. *Canad. J. Res. C.* 18, 307 (1940)

- /101/ Timonin, M.: Interaction of higher plants and soil microorganisms. *Soil Sci.* 52, 395. (1945)
- /102/ Timonin, M., Texton, R.: The rhizosphere effect of onion and garlic on soil microflora. *Proc. Soil Sci. Amer.* 15, 186 (1950)
- /103/ Trolldenier, G., Marckwordt, U.: Untersuchungen über den Einfluss der Bodenmikroorganismen auf die Rubidium und Calciumaufnahme in Hährlösung wachsender Pflanzen, *Arch. F. Mikrobiol.* 43, 148 (1962)
- /104/ Vancura, V.: Detention of gibberellic acid in *Azotobacter* cultures. *Nature*, 192, 88 (1961)
- /105/ Vancura, V.: Root exudates of plants. I. Analysis of root exudates of barley and wheat in their initial phases of growth *Plant and Soil*, 21, 231 (1964)
- /106/ Vancura, V., Macura, J.: Indole derivatives in *Azotobacter* cultures. *Folia Microbiol.* 5, 293 (1960)
- /107/ Vancura, V., Hanzliková, A.: Root exudates of plants IV. Differences of chemical composition of seed and seedling exudates. *Plant and Soil*, 36, 271 (1972)
- /108/ Verderevskij, D. D.: Immunitet rasztyenyij parazitnüm boleznyam. *Kolosz, Moszkva* (1959)
- /109/ Virtanen, A., Laine, T.: Investigations on the aminoacids of plant. *Bioch. J.* 30, 1509 (1936)
- /110/ Voznjakovszkaja, J. M.: Mikroflora rasztyenyij i uroszaj. *Nauka, Leningrad*, (1961)
- /111/ Voznjakovszkaja, J. M.: Gyejsztvie mikrobov-sztimulatorov na rasztyenyija v zavisimosztyi ot szposzoba ih primenyenyija. *Szelszkohoz biol.* 5, (1970)
- /112/ Wenzel, H.: Bodenbakteriologische Untersuchungen auf Pflanzensociologischer Grundlage. *Ztbl. Bakt.* 2 Abt. 89, 73 (1964)
- /113/ West, P. M.: Excretion of thiamin and biotin by the roots of higher plants. *Nature*, 144, 1050 (1939)
- /114/ Winter, A.: Untersuchungen über den Einfluss biotischer Faktoren auf die Infektion des Weizens durch *Ophiobolus graminis*. *Ztschr. Pflanzenkr. Pflanzensch.* 50, (3/4) (1940) •
- /115/ Winter, A., Rümker, R.: Humus und Pflanze. Die Wechselwirkung von Pflanze und Boden im Lichte neuester Forschungen. *Orien*, 17, 673 (1952)

2. A FILLOSZFÉRA

2.1. A filloszféra mikroorganizmusai és szerepük a növények életében

A filloszféra fogalma, mint ismeretes, a növény föld feletti részeit, a szárát, a levélfelületet és a termést foglalja magában. Azokat a mikroorganizmusokat, amelyek a növény földfeletti szervein élnek, s ott szaprofita életmódot folytatnak, filloszféra mikroorganizmusoknak nevezik (Russel 1977). Más szerzők – így Kraszilnyikov (1958) – epifita mikroorganizmusoknak nevezik a magasabbrendű növények földfeletti zöld részein előforduló mikroorganizmusokat, amelyek növényi váladékokkal táplálkoznak. A filloszféra (vagy epifita) mikroorganizmusokról közel sem rendelkezünk olyan részletes adatokkal, mint amelyek a gyökérszónában előforduló mikroszervezetekkel kapcsolatban ismeretesek. Ez következik abból, hogy a növények gyökéren keresztül történő táplálkozásának megismerése mindenkor kiemelt jelentőségű volt mind növényélettani mind agrokémiai, mind pedig talajmikrobiológiai szempontból. Azonban a rendelkezésünkre álló adatok nem hagynak kétséget afelől, hogy a növények földfeletti szervei hasonló biotípust biztosítanak a mikroorganizmusok részére, mint a gyökérszóna. A filloszféra mikroorganizmusokat többféle szempont alapján csoportosították. Az egyik csoportosítás szerint vannak olyan fajok, amelyek fejlődésük egész ciklusát a növény felületén élik le. Ezek a tipikus filloszféra vagy epifita mikroorganizmusok, eltérően azoktól, amelyek spontán fertőzés eredményeként kerülnek a növény felületére. Hudjakov (1953) véleménye szerint csupán azok a mikroorganizmusok tekinthetők tipikus epifitáknak, amelyek egyidőben a földfeletti részekén kívül a gyökérszónában is előfordulnak. Ugyanakkor Misusztjin (1972) a begyűjtött és a tárolt növényi termés (mag) felületén előforduló mikroorganizmusokat is az epifitákhoz sorolja. A fentiekből következik, hogy a filloszféra vagy epifita mikroorganizmusokkal kapcsolatos kísérleti adatok, de még maga a fogalom is további kísérleteket, illetve tisztázást igényelnek. Hasonlóan a rhizoszféra mikroorganizmusokhoz, a növény földfeletti részein élő mikroszervezeteknek is a növényi váladékok képezik a tápanyagforrást. Az irodalomból ismeretes, hogy a növények zöld részei, a szár és a levél különböző vegyületeket választanak ki. Különösen a fiatal növények felülete gazdag váladékokban. Ezekből Chibnall (1938) glutamint, Genkel (1946) és Vigorov (1954) különböző ásványi sókat, közöttük ammonium- és foszforvegyületeket mutatott ki. Igen érdekes adatokat közöl Russel (1977) a növények földfeletti részei által kiválasztott különböző exkrétumokkal kapcsolatban. Hivatkozik Reiner holland kutató adataira, aki trópusi körülmények között vizsgálta a levél felületén levő harmatcseppekben, valamint a levélről lefolyó esővízben levő növényi váladékok mennyiségét. Reiner vizsgálati adatait Russel (1977) utáni 4. táblázatban mutatjuk be.

Ugyancsak kimutatták a növény föld feletti részeinek váladékai között különböző aminosavakat és más nitrogéntartalmú szerves vegyületeket, valamint B csoportozhoz tartozó különböző vitaminokat. Russel (1977) szerint a harmat és esővíz által a zöld növényi felületről kioldott szerves anyagok mennyisége évenként és hektáronként elér-

*A harmat és esővíz által kimosott tápanyagok a kávécserje
és a dohány leveléből
(Russel /1977/ után)*

Tápanyagok	Tápanyagtartalom mg/l	
Ásványi vegyületek (kávécserje)	294—410	66—188
Ásványi vegyületek (dohány)	180	34—764
Cukor (kávé és dohány)	115—244	8— 19
Összes nitrogén (kávé és dohány)	25— 80	9— 19

heti az 1000 kg-ot is. Ugyanakkor a foszforvegyületek mennyiségét 30, a kalciumét pedig 10 kg-ra becsüli. Természetesen ezeket az adatokat megfelelő óvatossággal kell kezelni, mivel a növényi váladékok mennyisége és azok kémiai tulajdonságai számos tényezőtől függenek, s ezek közül a növény faji hovatartozásának, valamint az éghajlati körülményeknek van elsőrendű jelentősége. A növényi váladékok a legkülönbözőbb mikroorganizmusok számára szolgálnak tápanyagforrásként. Ezzel magyarázható számos kutatónak az a megállapítása, hogy a növények földfeletti részei igen sok mikroorganizmust tartalmaznak. Kroulik és munkatársai (1955) vizsgálatai szerint a különböző növények (kukorica, zab, vöröshere, lucerna, kerti növények) zöld felületének 1 grammján élő mikroorganizmusok száma másfélmillió és százmillió között van a növény faji hovatartozásától, fejlődési stádiumától, valamint a klimatikus viszonyoktól függően. Vizsgálatai szerint a fiatal növények filloszférájában a mikroorganizmusok száma nagyobb, mint éréskor. A magvak felületén viszont fordított törvényszerűség figyelhető meg. Misusztyn (1972) szerint a búza növény filloszféra mikroorganizmusainak száma a fentiekkel ellentétben a kalászképzéstől kezdve a teljes érésen át a teljes érésig fokozatosan növekszik s az utolsó stádiumban ér el maximális értéket. Egyes vizsgálatok szerint a filloszféra mikroorganizmusok többsége a levél fonákján helyezkedik el, mivel itt védve vannak a nap ibolyántúli sugarainak közvetlen hatásától, valamint itt a legmagasabb a levegő relatív páratartalma is.

Russel (1977) szerint a zöld növényi felületen élő mikroorganizmusok szaporodása általában éjszaka megy végbe. A késő reggeli órákban, amikor a napsugárzás erősödik, a mikrobák élettévékenysége a levélfelületen csökken a nedvességhiány következtében. A meleg nappalon sok mikrobaset elpusztul. Az éjszakai magasabb páratartalom hatására, ezek az elpusztult sejtek lizálódnak, s az így felszabaduló szerves alkotórészeket (pl. aminosavak) a növények levélzetükön keresztül közvetlenül hasznosítják. Ilyen-

formán a nedvesség az alapvető meghatározó faktor a növény és a felületén élő mikroorganizmusok kapcsolatában.

A filloszféra vagy epifita mikroorganizmusok faji összetételét több kutató vizsgálta. Véleményük szerint túlnyomó többségüket a baktériumok alkotják. Számos kutató; Rautenstein (1939), James és munkatársai (1946), Clark (1935), James (1955), Kraszilykov (1958), Misusztyn és Emcev (1979) egyértelmű megállapítása szerint a filloszféra baktériumok túlnyomó többsége a *Pseudomonas* nemzetséghez tartozó fajokból tevődik össze. Közülük is domináns szerepe van a *Pseudomonas herbicola*, (*Erwinia herbicola*) sárga pigmentet szintetizáló baktériumnak, amelyet Duggeli írt le 1904-ben. A kutatók vizsgálatai szerint a *Pseudomonas herbicola* aránya a búzamazgok felületén élő baktériumflórának 75–90%-át is elérheti (Rautenstein 1939). James és munkatársai (1946) két különböző epifita baktériumot izoláltak. Az „A” típusnak nevezett *Pseudomonas herbicola* mellett egy másik *Pseudomonas* fajt is leírtak, amelyet a „B” típusba soroltak.

Más szerzők tejsavas baktériumok jelenlétéről adnak hírt a filloszférában. Kvasznyikov és Szumcevic (1953) adatai szerint a középázsiai növények felületén nagy mennyiségben fordulnak elő különböző tejsavas baktériumok. Krovlik és munkatársai (1955) ugyancsak megfigyelték, hogy a *Pseudomonas herbicola* mellett a *Lactobacillus plantarum* tejsavas baktérium fordul elő legnagyobb számban a növények filloszférájában. Reiner adatai szerint a trópusi növények filloszférájából kimutathatók a Bejerinckia génuszhoz tartozó szabadonélő nitrogénkötők, sőt zuzmók és véglények is.

Hudjakov (1953) ugyancsak számos epifita mikroorganizmust figyelt meg a növények felületén. Adatai szerint az epifita mikroorganizmusok összetétele a növényre nézve specifikus. Más kutatók adatai Hudjakov megfigyeléseit nem igazolták. Feltételezése szerint a valódi epifiták a gyökérszónából kerülnek a növény földfeletti részeire, ezért azok összetétele a magvak baktériumos kezelésével befolyásolható.

Russel (1977) szerint a növények filloszférájában nagy mennyiségben található különböző élesztőgombák, különösen idősebb korban. Véleménye szerint az élesztők száma a filloszférában elérheti az összes mikroorganizmusok 60–70%-át is. Az éghajlati viszonyoktól, a növény fajtától, valamint fejlődési szakaszától függően 1 g friss levélfelületen 30–100 ezer élesztőgomba sejt is előfordul. Európai körülmények között a *Cryptococcus*, *Candida*, *Rhodotorula* és *Torulopsis* nemzetségekhez tartozó fajoknak van elsőrendű jelentőségük. Más epifita mikroorganizmusokhoz hasonlóan a felsorolt élesztők aktív lipolitikus tulajdonsággal rendelkeznek, amely lehetővé teszi számukra a növényi váladékok viasz-szerű anyagainak hasznosítását, sőt a levél kutikulájának feloldását is.

A baktériumokon és az élesztőkön kívül a filloszférában különböző más gombafajok is előfordulnak. Így Misusztyn (1972) *Penicillium*, *Fusarium* és *Mucor* fajok előfordulásáról közöl adatokat. Egyes esetekben félparazita és parazita gombák is fellelhetők a filloszférában. Russel (1977) szerint a növényi szövetek és a filloszférában élő mikroorganizmusok között bizonyos egyensúlyi állapot áll fenn. Amennyiben ez felborul, a patogén folyamatok túlsúlyba juthatnak. A növény zöld felületét védő viaszos kutikula réteg megakadályozza a kórokozók behatolását a szövetekbe. A növények immunitását fokozzák a szövetekben szintetizálódó mikrobagátló anyagok, fitoncidok is.

A rhizoszféra mikroorganizmusokhoz hasonlóan a filloszféra mikroszervezetei is képesek különböző biológiailag aktív vegyületeket szintetizálni. Ide tartoznak különböző vitaminok, valamint a heteroauxin. Voznyakovszkaja (1961) szerint az általa izolált 253 különböző epifita baktériumnak mintegy 15%-a serkentette, 3%-a pedig gátolta a növények növekedését. Ugyancsak megfigyelték, hogy a filloszférában antagonisták is előfordulnak, amelyek gátolják a patogén mikrobák elszaporodását.

Az elmondottakból látható, hogy a növények és a mikroorganizmusok között bonyolult kölcsönviszony áll fenn. A növény fontos ökológiai faktor, amely képes befolyásolni a felületén élő mikroorganizmusok összetételét, az utóbbiak viszont visszahatnak a növényre. A növények és felületükön élő mikroszervezetek kölcsönhatásának kutatása elengedhetetlenül szükséges ahhoz, hogy a növények táplálásában és a növénytermesztésben megfelelő módszereket tudjunk kidolgozni, s ezen keresztül a talaj termékenységét magas színvonalon tarthassuk, sőt fokozni tudjuk.

IRODALOM

- / 1/ Chibnall, A.: *Protein metabolism in the plant.* (1939)
- / 2/ Clark, F.: *On aspect of the interaction of soil bacteria and plant growth.* *J. Amer. Soc. Agron.* 27. 100 (1935)
- / 3/ Duggeli, M.: *Die Bakterienflore gesunder Samen und daraus gezogener Keimpflanzen.* *Ztbl. Bakt. II.* 12. 602 (1904)
- / 4/ Genkel, P. A.: *Usztojsivoszty rasztyenyij k zaszuhe i putyi ejo povüsenyija.* AN SSSR, Moszkva (1946)
- / 5/ Hudjakov, J. P.: *Upravlenyije epifitnoj mikrofloraj.* DAN SSSR, 43. 907 (1953)
- / 6/ James, N. Wilson, J., Sterk, E.: *The microflora of stored wheat.* *Canad. J. Res.* 24. 232 (1946)
- / 7/ Kraszilnyikov, N. A.: *Mikroorganyizmü i vüszsie rasztyenyija.* AN SSSR, Moszkva (1958)
- / 8/ Kroulik, J., Burkey L., Wiseman, H.: *The microbiol populations of the green plant and the cut forage prior the ensiling.* *J. Dairy Sci.* 38. 256 (1955)
- / 9/ Kvasznyikov, E., Szumcevic, M. G.: *Molocsnokislüje bakterii v epifitnoj mikroflöre rasztyenyij v Szrednej Azii.* *Mikrobiol.* 22, 367 (1953)
- /10/ Misusztyin, E. N.: *Mikroorganyizmü i produktyivnoszty zemlegyelija,* Nauka, Moszkva (1972)
- /11/ Misusztyin, E. N., Emcev, V. T.: *Mikrobiologija,* Kolosz, Moszkva (1979)
- /12/ Rautenstein, J. I.: *Mikrobiologicseszkie processzü pri poszleuboroscsnyom szozrevanyija, szuszke i hranyenyii psenyicsnogo zerna kombajnovoj uborki.* *Mikrobiol.* 8. 211 (1939)
- /13/ Russel, S.: *Mikroorganyizmü i ziszny pocsvü.* Kolosz, Moszkva (1977)
- /14/ Vigorov, L. I.: *O vügyelenyii vescsesztv proraszkami psenyicü pri guttaciai.* *Priroda,* (2), 6 (1954)
- /15/ Voznyakovszkaja, J. M.: *Sztimuljacija rosztja rasztyenyij epifitnoj mikrofloraj.* *Tr. Int. Mikrobiol.* 11, 65 (1961)

II. FEJEZET

A FOSZFOR- ÉS KÁLIUMTRÁGYÁZÁS TALAJBIOLÓGIAI HATÁSAI

1. A TALAJMIKROORGANIZMUSOK FOSZFOR ÉS KÁLIUM FELVÉTELE ÉS SZEREPÜK E TÁPELEMEK KÖRFORGALMÁBAN

A foszfor és a kálium valamennyi élő szervezet, így a talajmikroszervezetek számára is nélkülözhetetlen alkotó elem. A talajmikroszervezetek azonban nemcsak felveszik és hasznosítják anyagcsere folyamataikban a foszfor- és káliumtápanyagot, hanem fontos szerepet töltenek be e tápelemek körforgalmában is. A talajmikroszervezetek többsége az ásványi és a szerves foszfor vegyületeket egyaránt hasznosítani képes, de többségük előnyben részesíti a szerves foszforvegyületeket, a foszforsavas sókat a szerves foszforvegyületekkel szemben. A talaj szerves foszforvegyületeinek nagy része az elhalt növényi maradványokból kerül a talajba és csak kisebb részük származik állati anyagcsere termékekből és elhalt állatmaradványokból. Az állati és a növényi maradványok szerves foszforvegyületeinek alapvető részét az inozit, a foszforsavas észterek, a nukleinsavak, a nukleotidok és a cukorfoszfátok alkotják. Mindezek közül, amint Cosgrove (1963) is rámutat, csupán az inozit-hexafoszfát mutatható ki, mint a talajszervesanyag alkotó része, de még ennek sem tisztázódott ma még teljes mértékben az eredete. Az ásványi talajok összes foszfortartalmának mintegy 1,5–2%-át teszi ki a szerves foszfor-frakció. A magasabb rendű növények a talaj szerves foszforvegyületeinek csak igen kis részét képesek közvetlenül felvenni, nagyobb részüket csak azok mikrobiológiai transzformációja után, amely magába foglalja a mineralizációt és az immobilizációt is, amelyek a foszfor ciklus igen fontos láncszemei. A talajmikroszervezetek között nagy számban található szerves foszforvegyületeket mineralizáló szervezetek, amelyek foszfatáz fermentjeikkel képesek a szerves foszforkomponensek lebontására. Greaves és munkatársai (1963) szerint a talajban és a növények gyökérszónájában élő mikroszervezetek több mint 50%-a képes a nátrium-fitátot hidrolizálni. Kotelev és munkatársai (1963) baktériumokat, sugárgombákat és gombákat teszteltek agaros közegen nukleinsavval és fitinnel szemben. Vizsgálataik szerint a sugárgombák nukleáz aktivitással nem rendelkeztek, de magas volt a fitáz aktivitásuk, ugyanakkor a gombák és a baktériumok többsége a nukleinsavat jól bontotta, viszont nem rendelkezett fitáz aktivitással. Kobus (1962) közlései szerint a

vizsgált talajbaktériumok fitáz és nukleináza aktivitással rendelkeztek, sőt igen lassan defoszforilálták a kalcium-glicerofoszfátot és a lecitint is, míg a sugárgombák nem voltak képesek elbontani a lecitint. Jánossy (1962) vizsgálatai során úgy találta, hogy a sugárgombák és a gombák foszfátáz aktivitása csaknem négyszerese volt a baktériumokénak. Megállapítása szerint szerves foszfátok jelenlétében a mikroszervezetek foszfátáz aktivitása csökkent. A talaj szerves foszforvegyületeinek mineralizációját a talajtulajdonosok, így nevezetesen a pH. és a CaCO_3 tartalom jelentős mértékben befolyásolja, de hatással van rá a talajhőmérséklet, sőt a művelési mód is.

Thompson és munkatársai (1954) szerint a talaj kémhatásának csökkenésével a szervesanyag organikus foszfor komponenseinek mineralizációja jelentősen csökkent, sokkal inkább, mint a szerves szén és nitrogéntartalom mineralizációjának üteme. Williams (1950) megállapítása szerint művelt talajokban a szerves nitrogén gyorsabban mineralizálódik, mint a szerves foszforfrakció.

Elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt igen fontos kérdés: hogyan, milyen módon mineralizálódnak a talajba kerülő növényi maradványok szerves foszfor komponensei? Brich (1961) megállapítása szerint, a talajba kerülő növényi maradványok szerves foszfor vegyületeinek a mineralizációja az elbontás első három hányadában még nem történik meg. Ebben az időszakban a növényi maradványok elbontásában résztvevő mikroszervezetek a szerves maradványok ásványi foszfor vegyületeit hasznosítják anyagcsere és szintetizáló folyamataikban.

Amennyiben szerves foszfort nem tartalmazó szerves anyag kerül a talajba, annak szerves foszfortartalma nagyrészt meghatározza, hogy foszfor mineralizáció vagy immobilizáció megy végbe. Így, amikor nukleinsavak és hexózfoszfátok kerülnek a talajba, amelyek igen sok szerves foszfort tartalmaznak, foszfor mineralizáció megy végbe. Ezzel ellentétben, amikor cellulóz kerül a talajba, amely foszfort gyakorlatilag nem tartalmaz, a cellulóz mikrobiológiai lebontása során a talaj szerves foszfor vegyületei immobilizálódnak Fuller és McGeorge (1950). Black és Goring (1953) szerint a talajba kerülő növényi maradványok szén- és foszfortartalmának aránya szabja meg, hogy foszfor mineralizáció vagy immobilizáció megy végbe.

Kevert talajmikroflóra glükóz szénforrást tartalmazó közegben minden 100 rész oxidált glükózra 0,16–0,36 rész foszfort asszimilál. Cellulóz szénforrás alkalmazása esetén 100 rész oxidált cellulózra 0,35–0,45 rész foszfor asszimilálódik (Chang 1940, Kaila 1949).

Növényi maradványok mineralizációja során a fent vázolt összefüggés bonyolultabbá válik. A lignifikált növényi maradvány lassabban mineralizálódik, mint a tiszta cellulóz vagy a glükóz szénforrás. Ebből következik, hogy a foszfor immobilizáció csökken, mivel az összes szén tartalomnak csak egy része oxidálódik a mineralizáció első időszakában. Ezt figyelembe véve 0,2% foszfor tartalom az a kritikus szint, amely fölött P mineralizáció megy végbe. Amennyiben a rendszer (növényi maradvány) ennél az értéknél kevesebb foszfort tartalmaz, a P immobilizálódik és a mikroszervezetek a növényi maradvány teljes foszfortartalmát, sőt ezen túlmenően a talaj natív ásványi foszfátjának egy részét is igénybe vehetik. A növényi maradványok szerves és szerves foszfort egyaránt tartalmaznak. Könnyen felhasználható energiaforrás jelenlétében a szervesanyag ásványi

foszfor tartalma gyorsan a biomaszába kerül és belép a mineralizáció és az immobilizáció ciklusába, amelyet a talajviszonyok szabályoznak. A növényi maradvány szerves foszforfrakciója csak lassan mineralizálódik, de gyakorlatilag ugyanazt a foszfortranszformációs ciklust követi, mint a szerves P komponens.

Az 5. táblázatban az őszi búza szalma foszfortartalmának alakulását mutatjuk be az aratás időpontjában (Lásztity és Kádár, 1978).

5. táblázat

*Az őszi búza szalma foszfortartalmának alakulása karbonátos
homok talajon
Lásztity és Kádár /1978/ után*

Műtrágya hatóanyag kg/ha			Szalma t/ha	Szalma P tartalma, %	Szalma P tartalma, kg/ha
N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
200	—	—	3,09	0,0930	2,9
200	50	100	3,68	0,0698	2,6
200	100	200	3,59	0,0930	3,3
200	500	500	3,81	0,1279	4,9
200	1000	1000	3,67	0,1163	4,3

Az 5. táblázatban közölt eredményekből kitűnik, hogy a búzaszalma foszfortartalma a trágyázástól függően változott, de még a beltartalmi értéke szempontjából legkedvezőbb kezelésben sem emelkedett a P-tartalom 0,13% fölé. A közölt adatokból kitűnik, hogy búzaszalma esetén átlagosan 0,1% P-tartalommal számolhatunk, amely mintegy 3,5 kg/ha P-immobilizációt eredményez a talaj ásványi foszforkészletéből.

Figyelembevétel, hogy a szokásos betakarítási mód mellett a szalmát elszállítják a szántóföldről, azonban a tarló és a gyökérmaradványok beszántásra kerülnek, azonos kémiai összetételt és legalább a szalmatermással megegyező szervesanyag tömeget feltételezve az előzőekben számított P-immobilizációval számolhatunk.

A talajmikroszervezeteknek a szerves foszforvegyületek mineralizációján kívül fontos szerepük van a növények számára nem felvehető vas-, alumínium- és kalcium foszfátok mobilizálásában. E foszfát frakciók oldásában a növényi szervesanyag mineralizációja során képződő szerves savaknak van alapvető szerepe.

Bloomfield (1959), Schwartz és Martin (1955) Swaby és Sperber (1958) rámutattak arra, hogy a növényi maradványok mineralizációja során képződő szerves savak növelik a nyersfoszfátok oldhatóságát és javítják a foszfor felvehetőségét a talajban. A szer-

ves savaknak az ásványi foszfátokra (nyersfoszfátok) gyakorolt hatása két irányú: részben csökkentik a talaj kémhatását, de az alapvető mechanizmus, hogy stabil komplexeket (kelát) képeznek a talaj Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} kationjaival. Leginkább stabil komplexeket a két és a három értékű savak képeznek a fémionokkal. Az egyértékű savakkal képzett fémkomplexek kevésbé stabilak. A szerves savakon kívül kelatizáló ágensek lehetnek még az aminosavak és a polifenol származékok is. A kelátreakciók védelmet nyújtanak a talaj felvehető foszfátjainak és a foszforműtrágyának is a kémiai leköötődéssel szemben.

A kálium a mikroszervezetek normális növekedéséhez nélkülözhetetlen. Rippel és Behr (1934) kimutatta, hogy káliumhiányos közegben a gombák nem voltak képesek normális sejtszintézisre. A 6. táblázatban az *Aspergillus niger* micéliuma kémiai összetételének alakulását mutatjuk be Rippel és Behr (1934). A táblázat adataiból kitűnik, hogy a K-hiányos közegben növekvő *Aspergillus niger* micélium képzése jelentősen elmaradt a káliumot tartalmazó közegen növekvő gomba micéliumhozamától.

6. táblázat

Az Aspergillus niger micélium szárazanyagának kémiai összetétele káliumtartalmú és káliumhiányos közegben Rippel és Behr /1934/ után

Tápoladat	Micélium súlya g	K_2O %	Na_2O %	Összes N	Fehérje N	NH_3 N	Fehérje N az összes N %-ában
Káliumot tartalmazó	1,50	1,33	0,57	3,86	2,83	0,27	73,3
Kálium- hiányos	0,25	0,08	0,35	5,44	2,68	1,47	49,3

A kálium-hiányos közegben a micéliumban ammónia halmozódott fel, ami annak bizonyítéka hogy ilyen körülmények között a fehérjeszintézis folyamataiban is zavar áll be.

A kálium mennyisége a mikroba biomasszában változó. A gombák micéliuma Rippel és Behr (1934) adatai szerint; 0,5–2,0% káliumot tartalmaz. A spórák káliumtartalma mintegy ötszöröse a micéliuménak (Rennefelt 1934). A baktériumsejtek szárazanyagának káliumtartalmát Alekszander (1961) 2,0% körüli értékkel jelöli meg. A talajmikroszervezetek tevékenységét jelentős mértékben befolyásolja a felvehető kálium jelenléte. A mikroszervezetek kálium igényüket felvehetik a talajból, a műtrágyából, valamint az

elhaló növényi és állati maradványokból. Chaminade (1955) megállapítása szerint a növényi maradványokba beépült kálium mintegy 2/3 része nincs erős kötésben és vízben is oldódik. A növényi maradványok káliumtartalmának csupán 1/3-a van szerves komplexekben, így gyakorlatilag csak ennek a résznek a felszabadításához szükséges mikrobiológiai folyamat.

A 7. táblázatban az őszi búzaszalma káliumtartalmának alakulását mutatjuk be az aratás időszakában (Lásztity és Kádár 1978), vízmentes szárazanyagra vonatkoztatva.

7. táblázat

*Az őszi búzaszalma K-tartalmának alakulása, karbonátos homok talajon
(Örbottyán)
Lásztity és Kádár /1978/ után*

Műtrágya hatóanyag kg/ha			Szalma t/ha	Szalma K-tartalom %	Szalma K-tartalom kg/ha
N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
200	—	—	3,09	1,36	42,0
200	50	100	3,68	1,13	41,5
200	100	200	3,59	1,50	53,9
200	500	500	3,81	1,73	66,1
200	1000	1000	3,67	1,78	65,4

Mint a 7. táblázatban közölt adatokból kitűnik, a búzaszalmával hektárra számolva 42–65 kg elemi kálium kerül vissza a talajba. Ennek 1/3 része, azaz 14–22 kg a szerves komplexekben kötött kálium. A 3–4 tonnányi széntartalmú szerves anyag mineralizációja során mintegy 10–14 kg K kerül a lebontó szervezetek biomasszájába. Mindez arra mutat, hogy a szántóföldi növények tarló és gyökérmaradványainak mineralizációja nem igen jár káliummobilizációval. K-immobilizáció csupán az intenzív szervesanyag-lebontás időszakában lehetséges átmenetileg, olyan körülmények között, amikor a növényi és a mikroszervezetek között erős versengés alakul ki a kálium tápanyagért. A talajmikroszervezetek a szervesanyagok lebontása során átmeneti termékeként képződő szerves savak révén hozzájárulnak a különböző, káliumot tartalmazó szilikát ásványok bontásához, aminek eredményeként felvehetővé válik a kőzetek kálium- és más fémeket tartalmazó. Henderson és Duff (1963) megállapították, hogy az *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Hormodendron*, *Penicillium*, *Mucor* és *Spicaria* fajok képesek megtámadni különböző szilikát ásványokat (muszkovit, vermikulit, biotit) és azokból fémio-

nokat felszabadítani. Véleményük szerint a szilikátok lebontásában a gombák által képzett szerves savaknak van elsőrendű szerepe. Az oldódás a nyersfoszfátok felvehetőségét is elősegítő kelátképző folyamatokhoz hasonlóan megy végbe. Henderson és Duff (1963) kromatográfiás úton a vizsgált gombák több mint 50%-ánál mutatott ki citromsavat, ezenkívül más savakat: ecetsavat, hangyasavat, fumársavat és oxálsavat is. Müller és Förster (1961, 1964) megállapították, hogy az ortoklászból káliumot felszabadító gombák citromsavat, borkősavat és oxálsavat szintetizáltak.

2. A FOSZFOR ÉS KÁLIUMTRÁGYÁZÁS HATÁSA A TALAJBIOLÓGIAI FOLYAMATOK INTENZITÁSÁRA MÉSZLEPEDÉKES CSERNOZJOM TALAJON

A talajmikrobiológiai folyamatok intenzitása és a talajba kerülő szerves anyagok transzformációjának mértéke között szoros kapcsolat áll fenn. Ez az összefüggés lehetőséget nyújt arra, hogy a talajba vitt növényi maradványokat, illetve azok homogén frakciót, vagy különböző egyszerű szerves vegyületeket paraméterül használják a talajbiológiai folyamatok jellemzéséhez.

Kísérleteinkben a műtrágyáknak a talajbiológiai folyamatok intenzitására gyakorolt hatása jellemzéséhez — szerves anyag próbákat alkalmaztunk, ún. cellulóztesztet, amely Unger (1961) munkája nyomán vált a talajbiológiai gyakorlatban elterjedtté. A cellulóztesztek alkalmazása mellett szólt, hogy azok szabadföldi körülmények között igen jól és könnyen alkalmazhatók. Maga a cellulóz pedig a legtömegesebben előforduló növényi szervesanyag-frakció, homogén összetételű s ugyanakkor viszonylag ellenálló a bontással szemben. Ez utóbbi sajátága lehetővé teszi, hogy hosszabb, több hónapos időszakra a talajban hagyják, esetleg egy teljes vegetációs periódus cellulóz-dekompozíció tevékenységének regisztrálására.

Munkánk során célkitűzésünk volt annak megállapítása, hogy a talajok fokozott műtrágya terhelése milyen mértékben befolyásolja a talajok mikrobiális életközösségeit; így nevezetesen az aerob cellulózbontó mikroorganizmusokat. A műtrágyáknak a cellulózbontó szervezetekre gyakorolt hatása lemérésén túlmenően, értékeltük a talajok felvehető tápanyag tartalma és a cellulózbontás összefüggését is annak megállapítására, hogy a cellulózbontás intenzitása mennyiben szolgálhat a talajtermékenység indexéül.

A szabadföldi talajbiológiai vizsgálatokat különböző talajtípusokon beállított PK feltöltési tartamkísérletek parcelláin állítottuk be. A kísérletek helyszíne és talajtípusok az alábbiak voltak: Nagyhörccsök — mészlepedékes csernozjom; Órbottyán — gyengén humuszos karbonátos homok; Kompolt — csernozjom barna erdőtalaj; Szilvásvárad — agyagbemosódásos barna erdőtalaj.

A jobb áttekinthetőség érdekében röviden ismertetjük az MTA Talajtani és Agrokémiailag Kutató Intézete nagyhörccsöki kísérleti telepén, mészlepedékes csernozjom talajon beállított multifaktoriális, nagyadagú NPK műtrágyázási tartamkísérletet. A kísérlet keze-

léseit, az alkalmazott műtrágya hatóanyag mennyiségeket a 8. táblázatban mutatjuk be.

8. táblázat

A kísérletben alkalmazott tápanyagok és tápanyag dózisok

Tápanyag	Műtrágya	Tápanyag dózisok kg/ha			
		0	1	2	3
N évente	Ammoniumnitrát	0	100	200	300
P ₂ O ₅ 1973 őszen	Szuperfoszfát	0	500	1000	1500
K ₂ O ₁ 1973 őszen	Káliumklorid	0	500	1000	1500

A foszfor és a kálium műtrágya teljes mennyiségét 1973 őszen, szántás előtt vitték a parcellákra, míg a nitrogén műtrágyának csak a felét, a másik részét pedig tavasszal fejtrágya formájában alkalmazták. Ezt követő években csupán nitrogén műtrágyát kaptak a parcellák, a táblázatban közölt dózisokban, két részletben, ősszel és tavasszal.

A löszön képződött mészlepedékes csernozjom szántott rétegének CaCO₃ tartalma 5%, a humusz tartalom pedig 3% volt. A talajvizsgálatok adatai szerint a pH (KCl) = 7,4–7,8; AL–P₂O₅ = 50–80 ppm, AL–K₂O = 120–140 ppm, Mg/KCl = 120–150 ppm, Mn (EDTA) = 100–150 ppm, Zn (EDTA) = 1–2 ppm, Cu (EDTA) = 2–4 ppm.

A kísérleti parcellák talajainak felvehető P és K tartalma alakulását a 9. táblázatban szemléltetjük.

9. táblázat

A felvehető P és K tartalom a mészlepedékes csernozjom szántott rétegében (Nagyhörcsök)

Az analízis időpontja	Tápanyag szintek				SzD 5%
	0	1	2	3	
AL–P ₂ O ₅ ppm					
1974 őszen	58	190	361	533	49
1976 őszen	65	123	190	290	22
1978 őszen	62	112	173	264	12
AL–K ₂ O ppm					
1974 őszen	128	198	295	362	19
1976 őszen	143	178	212	268	18
1978 őszen	124	140	168	208	13

A kísérleti növény az első két évben őszi búza, a harmadikban kukorica, a negyedikben pedig burgonya volt. Az elővetemény négy éves lucerna volt.

A tesztek tiszta cellulóznak tekinthető gyapot vattából készültek. Ritkaszövésű műszálszövet zacskóban 5 g 105 °C-on kiszáritott szemészeti vattát mértünk be. A tesztek mérete 16x8 cm volt. A teszt-zacskókat négy ismétlésben helyeztük le minden egyes parcella talajába, oly módon, hogy a hosszabbik élük 8, illetve 16 cm mélységbe helyezkedett el a talaj felszínével párhuzamosan. A lehelyezés időtartama három hónap volt. Az elbontott cellulóz mennyiségét a visszamaradt cellulóz ismeretében számítás útján határoztuk meg. A maradék cellulóz meghatározása az izzítási veszteség alapján történt.

A nagyhörcsöki mészlepedékes csernozjom talajon a kísérlet első évében kapott cellulózbontási eredményeket a 10. táblázatban mutatjuk be. A közölt adatok a nitrogén és foszfortrágyázás cellulózbontásra gyakorolt hatását szemléltetik átlag káliumszinten számítva.

10. táblázat

Az NP trágyázás hatása a cellulóz lebontására, átlagosan N szinten számítva, Nagyhörcsök 1974

Cellulózbontás mértéke %-ban

N	P ₂ O ₅	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	SzD _{5%}	Átlag
N ₀		44,0	53,6	62,4	60,6		55,2
N ₁		45,6	51,0	66,0	50,2		53,2
N ₂		42,1	57,0	70,7	57,0	8,0	56,7
N ₃		42,8	55,5	75,6	53,0		56,7
SzD _{5%}				8,0			4,0
Átlag		43,6	54,3	68,7	55,2	4,0	55,4

A 10. táblázatban bemutatott eredményekből kitűnik, hogy a kísérlet első évében foszfor hatás dominált. Az eredetileg kevés felvehető foszfort tartalmazó talajon (6 mg AL-P₂O₅ 100 g talaj) mindegyik foszfor dózis szignifikánsan fokozta a cellulózbontást átlagos kálium szinten. A nitrogén műtrágyázás nem befolyásolta a cellulózbontást, amely a lucerna elővetemény után visszamaradt biológiai nitrogénnel magyarázható. A kálium trágyázás nem befolyásolta szignifikánsan a cellulózbontást, amely részben azzal magyarázható, hogy a kísérleti terület talaja eredetileg káliummal közepesen ellátottnak volt minősíthető.

Az NPK tiszta kombinációk közül az $N_1 P_1 K_1$ dózis kombináció szignifikánsan növelte a talajban a cellulóz mineralizációt a kontrollhoz viszonyítva. Ugyanakkor a $N_2 P_2 K_2$ és $N_3 P_3 K_3$ dózisu NPK kombináció már szignifikánsan gátolta a cellulózbontást. A gátló hatást a legmagasabb dózisok együttes alkalmazásából eredő tényezők válthatták ki, így a káliumkloridból származó klór, illetve a szuperfoszfátból származó szulfát ionok fokozódó jelenléte a cellulóztesztek lehelyezési mélységében (Gamal El-Din és munkatársai 1975, Gulyás 1979), Gulyás és Szegi (1979) Szegi és munkatársai (1976). A legmagasabb NPK dózisok az első két évben a kísérleti növény termését nem csökkentették. Depresszió itt csak később a kísérlet harmadik évében jelentkezett.

A tartamkísérlet második évében kapott cellulózbontási eredményeket a 11. táblázatban közöljük. A táblázat a P és K trágyázás kölcsönhatását mutatja be átlagos N szinten.

11. táblázat

*A foszfor és kálium műtrágyázás cellulózbontásra gyakorolt hatása
átlagosan N-szinten
Nagyhörcsök, 1975*

Cellulózbontás = %

P_2O_5	K_2O	K_0	K_1	K_2	K_3	SzD _{5%}	Átlag
P_0		38,7	32,7	33,3	30,6		33,8
P_1		60,3	65,4	62,6	53,6	4,4	60,5
P_2		60,4	64,1	56,5	47,7		56,9
P_3		56,9	60,0	52,0	49,1		54,5
SzD _{5%}			4,4				
Átlag		54,1	55,6	51,1	45,0	2,2	51,5

A 11. táblázat adataiból kielemezhető, hogy a kísérlet második évében még mindig a foszforhatás dominált. Átlagos N-szinten számolva mindenegyes P dózis szignifikánsan növelte a cellulózbontást a foszfor nélküli kezeléshez viszonyítva. A kálium foszfor nélkül átlagos N szinten csökkentette a cellulózbontást a $K_0 P_0$ kombinációhoz viszonyítva. A 11. táblázatban közölt cellulózbontási eredmények jól dokumentálják, hogy a legmagasabb dózisainak kombinációi relatíve csökkentették a cellulózbontó mikroflóra tevékenységet az optimális P K dóziskombinációkhoz viszonyítva.

A 12. táblázatban az egyedül adott N, P, K műtrágya dózisok és tisztakombinációinak cellulózbontásra gyakorolt hatását mutatjuk be a kísérlet 2. évében.

12. táblázat

*Az egyedül adott műtrágya dózisos és tiszta kombinációk hatása
a cellulóz lebontására mészlepedékes csernozjomon
Nagyhörcsök, 1975*

Cellulózbontás = %

Tápanyagok	Tápanyag dózisosok				SzD _{5%}
	0	1	2	3	
N	26,0	42,3	41,8	41,8	
P ₂ O ₅	26,0	60,8	55,0	51,4	
K ₂ O	26,0	38,7	40,2	37,4	8,8
NPK	26,0	64,6	57,0	50,0	

A 12. táblázatból kitűnik, hogy az egyedül adott foszfor, kálium és a N dózisosok szignifikánsan növelték a cellulóz lebontását a trágyázatlan kontroll parcellákban kapott értékhez viszonyítva.

Az egyedül és a kombinációkban adott műtrágyák legkisebb dózisaiban voltak leginkább kedvezőek a talaj cellulózbontó mikroflórájára.

A tartamkísérlet 3. és 4. évében kapott cellulózbontási eredményeket a 13. és a 14. táblázatban közöljük a kezelés átlagokkal.

13. táblázat

*A PK trágyázás 3. évi utóhatása a cellulóz mineralizációjára, mészlepedékes csernozjom talajban átlagosan N-szinten számítva
Nagyhörcsök, 1976*

Cellulózbontás = %

P ₂ O ₅	K ₂ O	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	SzD _{5%}	Átlag
P ₀		20,1	21,9	21,1	21,3		21,1
P ₁		23,2	25,2	25,8	26,6	2,6	25,2
P ₂		24,1	27,2	29,1	29,1		27,4
P ₃		26,1	28,3	29,9	29,1		28,3
SzD _{5%}			2,6				
Átlag		23,4	25,6	26,5	26,5	1,3	25,5

A nagyadagú PK trágyázás 5. évi utóhatása a cellulózbontásra mészlepedékes csernozjom, átlagos N szinten Nagyhorcsók, 1978.

Cellulózbontás = %

P_2O_5	K_2O	K_0	K_1	K_2	K_3	SzD _{5%}	Átlag
P_0		14,5	12,1	13,4	13,0		13,3
P_1		18,7	17,2	18,2	19,5		18,4
P_2		19,8	20,2	20,3	21,9		20,5
P_3		21,0	20,4	21,4	22,4		21,5
SzD _{5%}			1,8				
Átlag		18,5	17,5	18,3	19,2	0,9	18,4

A harmadik évben a kísérleti növény kukorica volt. A cellulózbontási eredmények arra mutatnak, hogy átlagos N-szinten számítva a foszfor a szignifikáns különbséget meghaladóan fokozta a cellulózbontási folyamatokat a csernozjom talajban. Ilyen viszonyok között a 2. és 3. P dózis utóhatása az NK kezelések átlagában szignifikáns cellulózbontási többletet eredményezett a P_1 dózishoz viszonyítva. Az eredmények jól dokumentálják, hogy a kísérlet harmadik évében a legnagyobb PK kombinációk cellulózbontásra gyakorolt gátló hatása megszűnt. A talajkémiai elemzések adatai arra mutatnak, hogy a 3 évvel korábban alkalmazott nagyadagú kálium műtrágyából származó Cl-ionok kimosódtak a talajból, a szulfát ionok (szuperfoszfátból) koncentrációja is fokozatosan csökkent a talaj felső rétegeiben.

A PK feltöltési tartamkísérletben kapott cellulózbontási eredmények alapján, valamint a talaj felvehető PK tartalmának és a terméssúly adatok ismeretében megállapíthatjuk, hogy a műtrágya hatások és a talajba bevitt cellulóz mineralizációja között szoros összefüggés van. Ez az összefüggés arra utal, hogy a cellulózbontás intenzitása a talajtermékenység indexéül is szolgálhat. A talajba helyezett cellulóz tesztek alkalmasak voltak a tápanyagfeltöltő PK dózisok talajbiológiai hatásának lemérésére. A kísérleti eredményekből megállapíthatjuk, hogy a cellulóz mineralizációja szempontjából optimális felvehető P tartalom mészlepedékes csernozjom talajban 20 mg % AL- P_2O_5 értékre tehető, míg a felvehető kálium optimális szintje ugyancsak 20 mg % AL- K_2O értékhez áll közel. Hangsúlyozni kívánjuk, hogy ezzel a felvehető PK optimumok talajbiológiai szempontból az egyszeri PK tápanyag feltöltés viszonyaira vonatkoznak, KCl és szuperfoszfát PK források alkalmazása esetén. Amennyiben ilyen körülmények között egyszeri tápanyag feltöltéssel a talaj felvehető PK tartalmát az optimális értéknél

lényegesen magasabb szintre emeljük, átmenetileg 1–2 évig a szervesanyag mineralizáló szervezetek tevékenységének csökkenésével kell számolnunk. Növénykísérleti eredmények arra mutatnak, hogy a kísérleti növényeknél a legmagasabb PK dózisos kölcsönhatásából eredő depresszió csak a későbbi időszakban: a kísérlet 2., esetleg 3. évében jelentkezik. Ennek pontos magyarázatát ma még nem ismerjük. Szerepe lehet ebben annak, hogy a növény növekvő gyökérzete lehetővé teszi a műtrágyák lehelyezési mélységében jelenlévő magas Cl^- és SO_4^{2-} -ion koncentrációjú talajréteg elkerülését, amíg a cellulózbontó szervezetek a cellulóz szubsztrátumhoz vannak kötve, amely a talaj felszínétől számítva 8–16 cm rétegbe kerül lehelyezésre a tesztczcskókban. Jelentősége lehet, hogy a fő hatások mellett mellék- és kölcsönhatások lépnek fel a talajközegben mikrotápelemekkel, pl. foszfor-cink kölcsönhatás, amelynek kifejlődéséhez és a természetett növény hozamában is megnyilvánuló hatáshoz hosszabb időszak szükséges. Tenyészedény és laboratóriumi kísérleti eredményeink arra utalnak, hogy tiszta vegyszerek alkalmazásával más tápanyagforrások, pl. KHCO_3 és $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ vagy KH_2PO_4 alkalmazása esetén a cellulózbontó szervezetek tevékenysége jóval nagyobb felvehető talaj $\text{AL}-\text{P}_2\text{O}_5$ és $\text{AL}-\text{K}_2\text{O}$ értékek mellett is intenzíven megy végbe. Ez arra szolgáltat bizonyítékot, hogy a nagy PK dózisos cellulózbontó szervezetekre gyakorolt hatása nem elsősorban a talajközeg nagy felvehető foszfor és kálium tartalmával van kapcsolatban, sokkal inkább függ a műtrágya formától az abban lévő kísérő ionok minőségétől és mennyiségétől.

3. A FOSZFOR- ÉS A KÁLIUMTRÁGYÁZÁS HATÁSA A TALAJBIOLÓGIAI FOLYAMATOK INTENZITÁSÁRA CSERNOZJOM BARNA ERDŐ, AGYAG-BEMOSÓDÁSOS BARNA ERDŐ ÉS GYENGÉN HUMUSZOS KARBONÁTOS HOMOK TALAJBAN

A Nagyhorcskón beállított N műtrágyázási, PK feltöltési, 64 kezeléssel tartamkísérlet kiemelt kezeléseivel Kompolton csernozjom barna erdő talajon, Szilvásváradon agyagbemosódásos barna erdő talajon és Órbottyánban gyengén humuszos meszes homok talajon is sor került szabadföldi kísérlet beállítására. A PK feltöltésnek a talajbiológiai folyamatok intenzitására gyakorolt hatása megállapítására e kísérleti helyeken is alkalmaztunk cellulóz tesztek. A cellulóz tesztek a 2. pontban leírtaknak megfelelően 5 g abszolút száraz gyapotvattát tartalmaztak 8×16 cm-es műszálszövet tasakokban. A talajba helyezésük időtartama 3 hónap volt. A kiértékelést az előzőekben rögzített módon végeztük. A 15. táblázatban a kísérleti területek talajainak főbb agrokémiai jellemzőit közöljük.

A Kompolton, Órbottyánban és Szilvásváradon beállított NPK műtrágyázási PK feltöltési kísérletekben lefolytatott cellulóz-teszt vizsgálatokról Gulyás és munkatársai (1977, 1979) Lásztity és Gulyás (1978), valamint Lásztity és munkatársai (1981) közöltek részletes vizsgálati eredményeket.

Az Órbottyánban és Szilvásváradon az NPK trágyázási kísérletet 1975 őszen állítottuk be, a teszt kísérleteket pedig 1976 tavaszán folytattuk le. A kompolti műtrágyázási kísérlet 1974 őszen került beállításra. 1975-ben az N-műtrágya adagok 100 kg-ról 150 kg-ra emelkednek. Az 1974-ben csak N-műtrágyázott kezelés 1975 őszen 100 kg kálium hatóanyagot, az N+500 P, valamint az N+1000 P kezelés pedig 200 kg K_2O /ha hatóanyagot kapott.

15. táblázat

A kísérleti helyek talajainak főbb agrokémiai jellemzői

Talajvizsgáló jellemzők	Kompolt	Szilvás- várad	Órbottyán
Humusz, %	2,8	1,62	0,9
pH (H_2O)	6,0	6,7	7,5
pH (KCl)	4,8	5,8	7,2
$CaCO_3$	—	—	4,0
Kötöttség A_K	45	35	27
hy	3,8	2,2	0,6
Leiszapolható frakció %	45	20–35	10–15
AL-oldható			
P_2O_5 mg%	5,4	4,3	7,2
AL-oldható			
K_2O mg%	20,3	15,4	8,4

A 16. táblázatban a talajvizsgáló, a cellulóz-bontási és a termés adatok kezelés átlagait közöljük. Ezek megfelelő információt nyújtanak arra, hogy a PK feltöltés talajbiológiai hatásait megítélhessük e talajokon. Általában itt is a foszforhatás dominált, bár mindhárom talajon a kálium trágyázás is szignifikáns cellulóz-bontási többleteket eredményezett. A kezelés átlagok és az alapvizsgáló adatok birtokában a feltöltő PK műtrágyázás mellett optimálisnak ítéltető felvehető PK tartalom megállapítható.

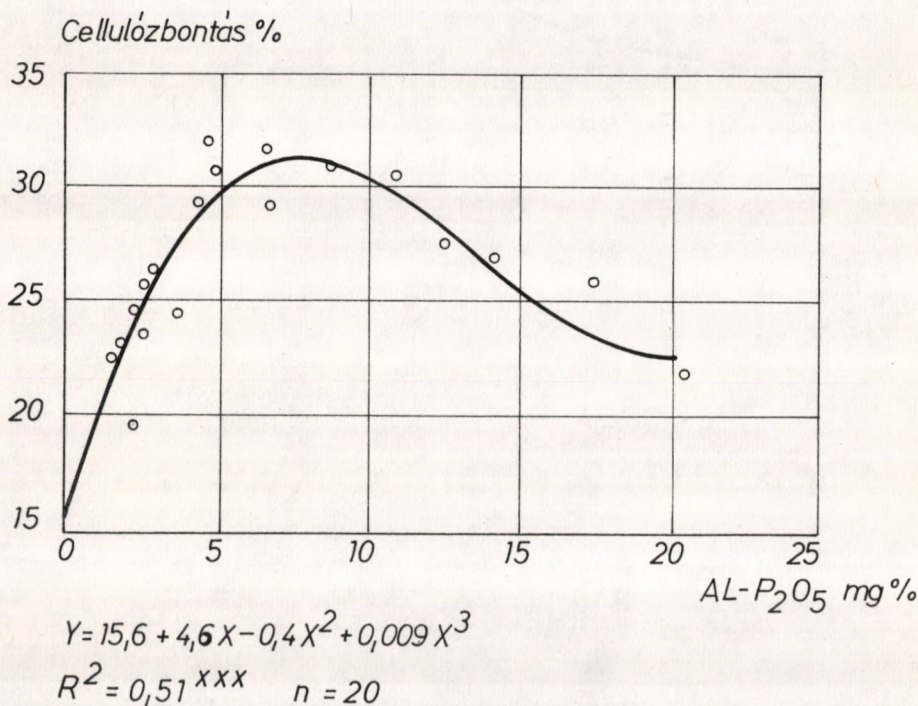
Agygemosódásos barna erdőtalajon (Szilvásvárad) az optimális AL- P_2O_5 tartalom 10 mg % körüli értékre tehető, míg az AL- K_2O optimális mennyisége pedig 20–22 mg %. A gyenge foszfor és kálium ellátottságúnak minősíthető órbottyáni meszes homokon a cellulóz-bontás szempontjából optimális felvehető P tartalom 25 mg % AL- P_2O_5 érték körül van, a kálium optimális szintje pedig 12–18 mg %.

*A műtrágyázás hatása a talaj felvehető PK tápanyag tartalmára,
a cellulózbontó aktivitásra, valamint a kalászosok szemtermésére*

Alkalmazott tápanyag mennyiségek kg/ha			AL-oldható		Elbontott cellulóz	Szemtermés t/ha
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅ mg%	K ₂ O mg%	%	
Szilvásvárad, 1976. őszi búza						
0	0	0	3,5	13,0	21,1	1,83
0	0	0	2,5	14,1	22,8	1,61
200	50	100	3,8	15,3	27,9	2,99
200	100	200	3,3	15,8	28,2	3,12
200	500	500	9,6	17,8	29,7	3,78
200	1000	1000	17,1	22,6	24,8	4,52
Szd _{5%}			2,3	2,9	4,3	0,56
Őrbottyán, 1976. őszi búza						
200	0	0	8,8	7,0	25,1	3,14
200	500	0	20,4	7,5	33,4	3,43
200	1000	0	22,8	7,4	36,2	3,83
200	0	500	10,0	11,5	29,1	3,59
200	0	1000	9,0	14,2	25,0	2,72
200	500	500	23,4	12,1	35,5	3,18
200	1000	1000	26,1	12,8	33,3	3,59
200	1500	1500	31,1	13,9	29,5	3,55
Szd _{5%}			9,2	1,9	5,7	0,94
Kompolt, 1976 őszi árpa						
0	0	0	4,8	22,7	11,6	3,45
100	0	100	4,6	23,6	12,6	4,63
100	500	0	9,4	24,0	15,3	5,23
100	500	500	7,8	22,9	17,2	5,18
100	1000	0	18,6	25,1	16,4	5,26
100	1000	1000	17,9	29,4	18,4	5,45
Szd _{5%}		6,0	4,2	2,7		0,60

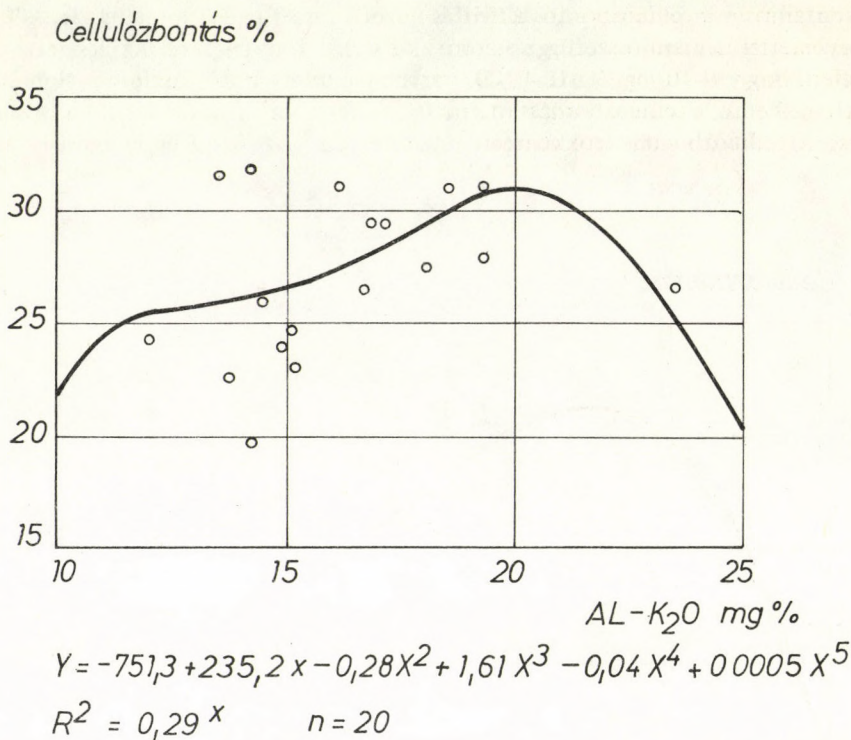
Csernozjom barna erdőtalajon, amely foszfor ellátottságát tekintve gyengén, kálium tartalmát tekintve pedig közepesen ellátottnak volt minősíthető, a felvehető P tartalom optimális szintjének 25 mg % AL-P₂O₅ érték, míg AL-K₂O tekintetében 25–30 mg %-ra tehető.

Elvégeztük a rendelkezésre álló talajvizsgálati adatok és a cellulózbontási eredmények birtokában a talaj felvehető P és K tartalma, valamint a cellulózbontó aktivitás közötti összefüggések vizsgálatát. Az összefüggések vizsgálatát polinomok illesztésével számítógéppel végeztük. Az 1. ábrán a szilvászvárad agyagbemosódásos barna erdőtalaj felvehető foszfortartalma és a cellulózbontó aktivitás közötti összefüggést mutatjuk be. A harmadfokú egyenlettel leírható összefüggés szoros kölcsönviszonyt igazol. Az illesztett görbe jól szemlélteti, hogy 9–10 mg % AL-P₂O₅ tartalomig a felvehető foszfor tartalom növekedésével emelkedik a cellulózbontás intenzitása, a felvehető foszfor tartalom további növekedése a cellulózbontás csökkenését eredményezi. Az összefüggés erősen szignifikáns.



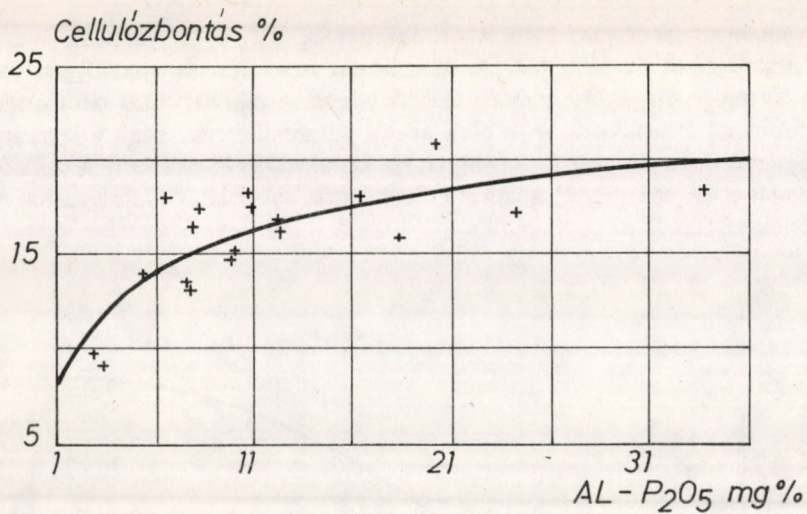
1. ábra: Összefüggés a cellulózbontó aktivitás és a talaj felvehető foszfortartalma között, agyagbemosódásos barna erdőtalajon Szilvászvárad 1976.

A szilvászvárad agyagbemosódásos barna erdőtalaj felvehető kálium tartalma és a cellulózbontás közötti összefüggést a 2. ábrán szemléltetjük. Az illesztett görbe csúcspontja 20 mg % AL-P₂O₅ értéknél tetőzött. A talaj felvehető kálium tartalma és a cellulózbontó aktivitás tekintetében az összefüggés kevésbé szoros, de szignifikáns volt. A görbe lefutása jól érzékelteti a PK kölcsönhatást is, amely részben gyengíti, illetve erősíti az összefüggés szorosságát.



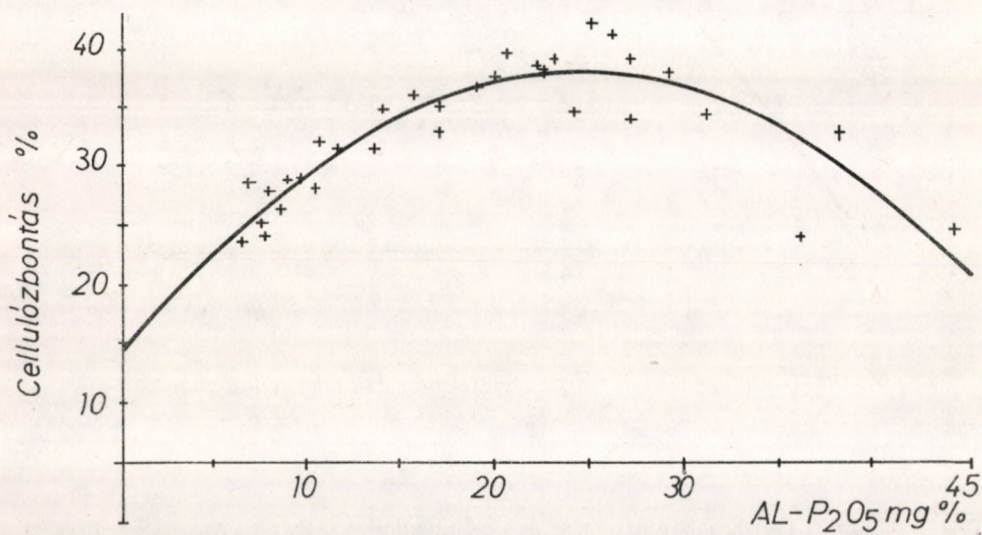
2. ábra: Összefüggés a cellulózbontó aktivitás és a talaj felvehető káliumtartalma között. Szilvászvárad 1976

A 3. ábrán a kompolti csernozjom barna erdőtalaj felvehető AL-P₂O₅ tartalma és a cellulózbontó aktivitás összefüggését mutatjuk be. Az ábra adataiból kitűnik, hogy az erdőtalajon a felvehető P-tartalommal a cellulózbontó aktivitás szoros szignifikáns összefüggést igazolt. Az illesztett görbéről a cellulózbontás szempontjából optimális AL-P₂O₅ érték csak becsülhető, mivel nagy AL-P értékhez integrálható adatpár kevés volt. Az optimum értéke 25 mg % AL-P₂O₅ értékre tehető.



$$Y = 7,717 + 8,134 \cdot 10^{-2} X \quad r = 0,767^{***} \quad n = 20$$

3. ábra: Összefüggés a csernozjom barna erdő talaj AL-oldható P₂O₅-tartalma és a cellulóz-bontás között. Kompolt, 1976

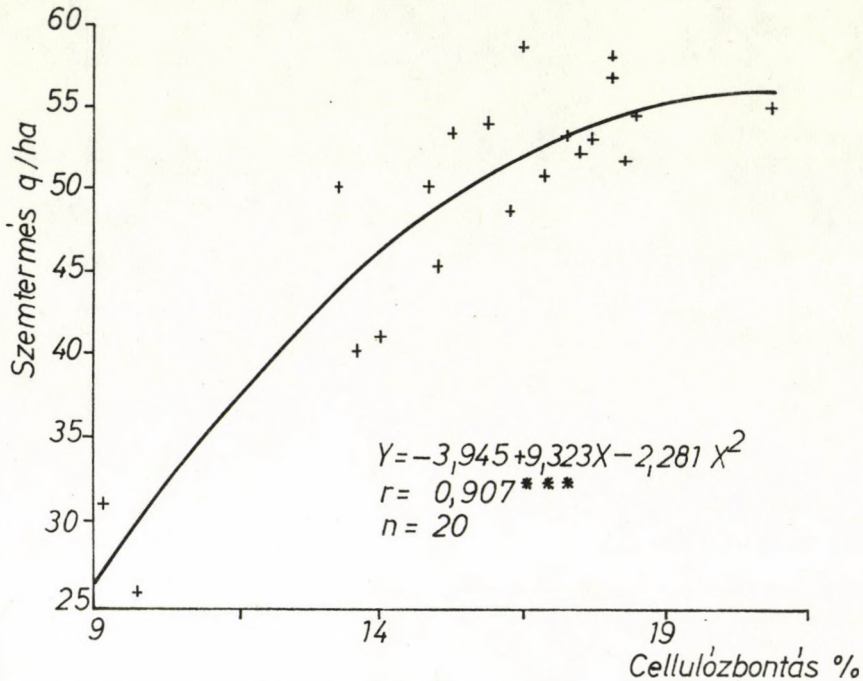


$$Y = 11,819 + 1,982 x - 0,041 x^2$$

$$r = 0,890^{xxx} \quad n = 32$$

4. ábra: Összefüggés a talaj felvehető, AL-oldható P₂O₅-tartalma és a cellulóz-bontás között. Örbottyán, 1976

A 4. ábrán az ōrbottyáni karbonátos homoktalaj AL-P₂O₅ tartalma és a cellulóz-bontás összefüggését szemléltetjük. Az ábra adatai szoros igazolt összefüggést mutatnak. A görbe 25 mg % AL-P₂O₅ értéknél tetőzik jelezve a cellulóz-bontás szempontjából optimális felvehető P-tartalmat. A 4. ábra adatai jól szemléltetik, hogy a legnagyobb PK dózisok jelenlétében (30 mg % AL-P₂O₅) a cellulóz-bontás csökken. A cellulóz-bontás depresszióját a PK műtrágyák közötti kölcsönhatás, valamint a műtrágyákkal bekerülő kísérő ionok válthatják ki.



5. ábra: Összefüggés az őszi árpa szemtermése és a talaj cellulóz-bontó aktivitása között. Kompolt 1976

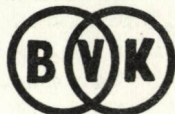
Az 5. ábrán az őszi árpa szemtermése és a cellulóz-bontó aktivitás közötti összefüggést mutatjuk be. Az összefüggés a kompolti csernozjom barna erdőtalaj esetében szoros és szignifikáns volt. A többi talajon ugyancsak szignifikáns volt a szemtermés és a cellulóz-bontás közötti összefüggés, de jóval lazább.

IRODALOM

- / 1/ Alexander, M.: *Introduction to soil microbiology*, John Wiley and Sons, Inc. New York, — London. (1961)
- / 2/ Birch, H. F.: *Plant soil*. 15. 346 (1961)
- / 3/ Back, C. A., Goring, C. A. I.: In: *Soil and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition*. Ed: W. H. Pierre and A. G. Norman. Academic Press. New York. P. 123. (1953)
- / 4/ Bloomfield, S. M.: *Australian Inst. Agric Sci.* 25. 67. (1959)
- / 5/ Chaminade, R.: In: *Potassium Symp. Roma*, pp 203–211. (1955)
- / 6/ Chang, S. C.: *Soil Sci.* 49. 197. (1940)
- / 7/ Kaila, A.: *Soil Sci.* 68. 279. (1949)
- / 8/ Cosgrove, D. J.: *Australian J. Soil Res.* 1. 203. (1963)
- / 9/ Fuller, W. H., McGeorge, W. T.: *Soil Sci.* 70 441. (1950)
- /10/ Greaves M. P. Anderson, G. Webley, D. M.: *Nature.* 200 1231 (1963)
- /11/ Gulyás, F.: In: *MTA Veszprémi Akadémiai Bizottságának Értesítője.* 1. 163–175. (1979)
- /12/ Gulyás, F., Kádár, I., Lásztity, B., Szegi, J., Biczók, Gy.: In: *Mezőgazdaság Kémizálása, Ankét, NEVIKI–KATE Keszthely, 1979. I.* 149–155. (1979)
- /13/ Gulyás, F., Szegi, J.: In: *Studies about Humus. Humus et Planta VII. Int. Symp. Brno. Csehszlovákia. Vol. II.* 286. (1979)
- /14/ Gulyás, F., Szegi, J., Lásztity, B., Gamal El–Din, H.: In: *Interaction of Soil Microflora and Environmental Pollutions, Int. Symp. Pulawy. Vol I.* 49–58. (1977)
- /15/ Henderson, M. E. K. Duff, R. B.: *J. Soil Sci.* 14. 236. (1963)
- /16/ Jánossy, G.: *Agrokémia és Talajtan.* 12. 285. (1963)
- /17/ Gamal El–Din, H.: In: *Soil Biology and Conservation of the Biosphere.* (Ed. J. Szegi). Akadémiai Kiadó. 229. (1976)
- /18/ Kobus, J.: *Acta Microbiol. Polon.* 11. 255. (1962)
- /19/ Kotelev, V. V., Mehtieva, E. A., Szmirnov V. I.: *Izv. A. N. Mold. SSR.* 7. 34. (1962)
- /20/ Lásztity, B., Gulyás, F.: *Növénytermelés.* 27. 323. (1978)
- /21/ Lásztity, B., Kádár, I.: *Agrokémia és Talajtan.* 27. 429 (1978)
- /22/ Lásztity, B., Kádár, I., Gulyás, F.: *Agrokémia és Talajtan* 30. 91 (1981)
- /23/ Müller, G. Förster, I.: *Zentr. Bakt. Parasitenk.* 114. 1. (1961)
- /24/ Müller, G. Förster, I.: *Zentr. Bakt. Parasitenk.* 118. 589. (1964)
- /25/ Norman, A. G.: In: *Mineral Nutrition of Plants.* Univ. Wisconsin Press. Madison. pp. 167. (1951)
- /26/ Rippel, K., Behr, G.: *Arch. Mikrobiol.* 5. 561. (1934)
- /27/ Rennefelt, E.: *Planta.* 22. 221 (1934)
- /28/ Schwartz, S. M., Martin, J. P.: *Soil Sci. Soc. Amer Proc.* 19. 186. (1955)
- /29/ Swaby, R. J., Sperber, J.: In: *Nutrition of the Legumes.* (Ed.: E. G. Hallsworth. Academic Press. New York. 289. (1958)
- /30/ Szegi, J., Gamal El–Din, H., Gulyás, F., Kádár, I. In: *VIIIth Int. Fert. Congr. Moszkva. Sec. 4. Vol II.* 143–150 (1976)
- /31/ Thompson, L. M., Black, C. A., Zoelner, J. A.: *Soil Sci.* 77. 1856 (1954)
- /32/ Unger, H.: *Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk.* 91. 44. (1960)
- /33/ Williams, C. H.: *J. Agr. Sci.* 40 243. (1950)

MIKAL[®]

rp RHÔNE-POULENC licence alapján



A MIKAL[®] a Borsodi Vegyi Kombinát növényvédőszer Hatóanyaga: 50% alumínium-etil-foszfónát és 25% folpet. Felszívódó és kontakt hatású gombaölőszert elsősorban szőlő peronoszpóra ellen.

Gyors felszívódású.

Csúcs és gyökérirányú teljes szisztemikus hatású.

Felhasználási javaslat.

Virágzás előtt két kezelés 3 kg/ha

Virágzás után 2-3 kezelés 4 kg/ha

Gyártja: a Borsodi Vegyi Kombinát
3702 Kazinbarcika

Forgalomba hozzák: AGROTEK és a megyei AGROKER Vállalatok.

Felvilágosításért forduljon Agrokémiai Osztályunkhoz.



III. FEJEZET

A NÖVÉNYI MARADVÁNYOK MIKROBIOLÓGIAI TRANSZFORMÁCIÓJA

1. NÖVÉNYI MARADVÁNYOK MINT A SZÉNHIDRÁTOK ALAPVETŐ FORRÁSA

1.1. A szénhidrátok előfordulása és jelentősége a talajban

A fotoszintézis eredményeképpen évente mintegy 10^{10} tonna növényi szárazanyag képződik bolygónk felszínén (Abdelson 1976). A növényi biomasza kémiai összetétele rendkívül változatos és számos tényező függvénye. A növényi szövetek szerves komponenseit fehérjék, aminosavak, szénhidrátok (egyszerű és összetett cukrok, poliszacharidok), zsírok, viaszok, gyanták, valamint más szerves anyagok alkotják. A poliszacharidok csoportjába tartozó növényi komponensek a cellulóz és hemicellulóz, amelyek együtt a növényi maradványok alapvető részét alkotják. Misusztyin és Emcev (1970) szerint a növényi maradványok egyes komponenseinek aránya az alábbiak szerint alakulhat:

cellulóz	15–60%
hemicellulóz	15–30%
lignin	5–30%
vízoldható frakció (aminosavak, cukrok, alifás savak)	5–30%

Éterben és alkoholban oldható frakció

(zsírok, viaszok, gyanták:

pigmentek)	0,5–5%
fehérjék	1,0–10%
ásványi összetevők (hamu)	1,0–13%

A különböző növénycsoportok kémiai összetétele nagymértékben eltér egymástól. Jelentős különbségek figyelhetők meg az egyéves és évelő növények összetételét illetően. Az egyéves növények cellulóz tartalma általában 40% alatt van, míg a legtöbb fafélénél a cellulóztartalom eléri vagy meghaladja az 50%-ot is. Néhány lágyszárú növény sejtfalának %-os összetételét Waksman és Tenney (1927) közlése alapján a 17. táblázatban mutatjuk be.

*Különböző lágyszárú növények kémiai összetétele
Waksman és Tenney (1927) után*

Növény	Cellulóz %	Hemicellulóz %	Lignin %	Nyers, fehérje	Dextrin %	Hamu %
Széna	28,5	13,6	28,2	9,3	2,0	6,0
Zabszalma	35,4	21,3	20,4	4,7	2,0	4,8
Árpszalma	32,9	21,4	18,6	3,2	1,4	5,5
Búzaszalma	34,2	21,6	21,2	3,0	0,6	4,3
Rizsszalma	32,0	27,6	18,5	5,3	0,5	5,4
Kukoricaszár	37,0	23,5	15,1	2,5	0,7	7,1

*Növényi maradványok vízdoldható redukáló cukor
tartalma százalékban
Waksman és Tenney /1924/ után*

Növényi maradványok	Redukáló cukrok mennyisége
Búzaszalma	1,12
Takarmányfű, szár	1,52
Takarmányfű, gyökér	0,40
Szója	0,35
Fiatál rizsnövény	1,20

A glukóz polimernek tekinthető cellulóz rostok a növényi sejtek rugalmas és szilárd falát alkotják. A cellulóz homogén összetételű poliszacharid, savakkal történő hidrolízise folyamán teljes mértékben glükózzá alakul. A növényi sejtfa másik fontos poliszacharidja a hemicellulóz, amely a ligninnel együtt amorf fázist alkotva, mintegy beburkolja a cellulóz rostokat. A hemicellulóz savas hidrolízise során főként öt szénatomos cukrokra, ezen kívül uronsavakra bomlik le, a hidrolízis termékek között hexozok is találhatóak mint a galaktóz és mannóz (Percival 1962). A 17. táblázatban közölt adatokból kitűnik: a lágyszárú növények cellulóz és hemicellulóz frakciójából álló ún. szerkezeti poliszacharidok a növényi maradványok mintegy 40–60%-át alkotják. Talajban a lebomlásuk párhuzamosan megy végbe.

Poliszacharidok mellett egyszerű szénhidrátok is előfordulnak a növényi maradványokban. Mennyiségüket a növényi maradványok vizes vagy alkoholos extraktumából határozzák meg kromatográfiás úton vagy pedig klasszikus kémiai módszerrel a redukáló cukrok mennyiségét: a monoszacharidokat (pentózok, hexózok) a diszacharidokat pedig invert cukrok formájában. Néhány növényi maradvány szabad redukáló cukor tartalmát a 18. táblázatban mutatjuk be (Waksman és Tenney 1924).

A szénhidrátok a talajmikroorganizmusok legfontosabb energiaforrásai. A talaj szénhidrát-tartalmú anyagainak alapvető része a zöld növényekből származik, amelyek fotoszintetikus folyamataik során szén-dioxidból és vízből szénhidrátokat képeznek.

Képződhetnek szénhidrátok a mikroorganizmusok és az állati szervezetek maradványaiból is. Az állati eredetű szénhidrátok a talaj szénhidrát-tartalmú anyagainak csak kis részét teszik ki, ilyenek pl: a glikogén, a nukleinsavak és a kitin. A talajmikroszervezetek általában közvetve vesznek részt a talajszénhidrátok képzésében, lebontva a növényi és állati maradványokat, de mineralizációs tevékenységük során saját sejtanyagaik szintézise folyamán szénhidrátokat képeznek, amelyek ugyancsak a talajszervesanyagok részévé válnak.

A talaj szénhidrát-tartalmú anyagai a talajszervesanyag integráns részét képezik. Mennyiségük ásványi talajokban az összes szervesanyag-tartalom 5–16%-ára, tőzeg és láptalajokban pedig 11,5–16,4%-ra tehető (Gupta és munkatársai (1963), Sewden és Ivarson (1962), Waksman és Stevens (1930)). A talajok összes szénhidrát-tartalma a talaj 72%-os kénsavval való hidrolízise után kimutatható redukáló cukrok mennyiségével, illetve a hidrolizátumból kromatográfiás úton kimutatható cukor tartalommal jellemezhető.

A talajszervesanyag szénhidrát-tartalmú komponense összetételét tekintve rendkívül heterogén. A talajokból kimutatható szénhidrátok az alábbiakban csoportosíthatók:

Monoszacharidok: hexózok, pentózok

Disszacharidok

Oligoszacharidok (cellotriózok)

Poliszacharidok: cellulóz, hemicellulóz

Aminocukrok

Cukoralkoholok

Uronsavak

Metilált cukrok.

A szabad szénhidrátok, elsősorban monoszacharidok, igen kis mennyiségben mutatnak ki a talajokból. Az egyszerű, szabad formájú cukrok mennyiségét a talajokból vizes vagy alkoholos extrakcióval kivonható redukáló cukrok mennyiségével jellemzik. A talajok szabad felvehető cukortartalma az összes szénhidrát-tartalom 1%-ára tehető. Ezek származhatnak a poliszacharidok mikrobiológiai lebontásából, de ugyanakkor a lebontó szervezetek a sejtszintézis folyamán maguk is képeznek szénhidrátokat: így egyszerű cukrokat. Alvsaker és Michelsen (1957) különböző talajok etanollal extrahálható ún. szabad cukortalmát az alábbiakban adja meg (19. táblázat).

*Különböző légszáraz állapotba hozott talajok redukáló (szabad)
cukortartalma, mg/kg talaj*

Talaj	Ga							
Talaj	Galak- tóz	Glu- kóz	Man- nóz	Fruk- tóz	Arabi- zóz	Xilóz	Fukóz	Ribóz
Északi podzol	33	100	31		50	16		15
Komposzt, jól elbomlott	8	10	6		6			
Tőzeg, művelt		18						
Tőzeg, műveletlen		13						
Sötétszürke, gley, trágyázott		12	2					
Sötétszürke, gley trágyázatlan		10	3					
Talaj, fenyőerdő alatt	200	2200		350	400	300		10

A talajokból enyhe reagensekkel az összes szénhidrát-tartalom 10–20%-a vonható ki, amely poliszacharidként azonosítható. A cellulóznak talajból történő kivonására leginkább a Schweitzer-reagenst alkalmazzák. Gupta és Sowden (1963) az extraktumból a cellulózt kicsapják, azt glükózzá hidrolizálják és a hidrolizátum glükóztartalmát meghatározzák. Ily módszerrel a talaj szénhidrát tartalmának 8–14%-a azonosítható cellulózként.

A hemicellulózok talajból történő extrakciójára híg NaOH oldatot alkalmaznak. A semlegesített és bepárolt extraktumból a szénhidrátokat sósavas oldatban való főzés útján hidrolizálják. A hidrolizátumból kromatográfiás úton határozzák meg a szénhidrátok mennyiségét, vagy pedig furfurollá alakítják és mérik. A talajszénhidrátok hemicellulóz része 2–6%-ra tehető.

A talajszénhidrátok között számottevő helyet foglalnak el az uronsavak. Az uronsavak 90%-a a fulvósav frakcióban található (Lynch és munkatársai 1957). Mennyiségük a talajszervesanyag 1–5%-ára tehető.

Az aminocukrok, mint nitrogént tartalmazó vegyületek, a talaj nitrogéntartalmú komponensei közé is sorolhatók. A talajban előforduló aminocukrok közül a glukóz-aminnak és a galaktózaminnak van legnagyobb jelentősége. Az aminocukrokban foglalt nitrogén a talaj összes nitrogéntartalmának 1–11%-át teszi ki.

A talajszervesanyag szénhidrát frakciójának feltárására irányuló vizsgálatok még távolról sem tekinthetők befejezettnek. A mai ismereteink szerint e frakcióba sorolható szerves anyagok alig több mint 30%-ának tisztázott csupán a pontos kémiai felépítése és eredete.

A talajba kerülő szénhidrátok transzformációja a talajmikroszervezetek extra- és intracelluláris fermentjeinek közreműködésével megy végbe. Mehta és munkatársai (1961) szerint a talajszénhidrátok transzformációjában amiláz, celluláz, hemicelluláz, poligalakturonidáz és invertáz fermenteknek lehet a legfontosabb szerepe. Jackman és Black (1952) a fitáz, Galsztjan (1959) a glükóz-oxidázok, Sörensen pedig a xilanáz jelenlétét mutatták ki talajokból. Ez a három enzim a szénhidrátok transzformációja mellett szénhidrátok szintézisére vezető folyamatokban is részt vehet.

Aerob talajkörülmények között a szénhidrátok lebontásában, elsősorban szaprofita gombák, aerob baktériumok és sugárgombák vesznek részt. Anaerob és fakultatív anaerob viszonyok között egyedül a baktériumok képesek a szénhidrátok átalakítására.

A talajbiológiai kutatások során mindenkor megkülönböztető figyelem irányult a természetben legnagyobb mennyiségben előforduló szénhidrát frakció, a cellulóz talajban végbemenő transzformációjának és a cellulózbontó szervezeteknek a tanulmányozására. A cellulózbontás folyamatának megismerése számos olyan kérdés tisztázását segíti elő, amelyek szoros kapcsolatban vannak a talaj termékenységével. Így összefüggés mutatható ki a növényi maradványok elbontása és a szabadon élő nitrogénkötő baktériumok tevékenysége között (Kalitinszkaja 1969, 1972, Misusztyn 1974). A növényi maradványok jelenléte a talajban nagymértékben befolyásolja az ásványi tápanyagok sorsát (Wójcik–Wojtkowiak 1969, 1972), Misusztyn (1972), de szoros kapcsolatban van talaj szervesanyagának: a humusznak a szintézisével is (Waksman 1952, Kononova 1963).

2. A CELLULÓZ LEBONTÁSA

2.1. Magyarországi talajok cellulózbontó aktivitásának összehasonlító vizsgálata

A talajbiológiai aktivitás mérésére szolgáló eljárások között fontos helyet foglalnak el azok a módszerek, amelyek a talajba helyezett növényi eredetű szerves anyagok súlycsökkenésének meghatározásán alapulnak. A talajbiológiai folyamatok intenzitásának közvetlen mérési módjához sorolható a széles körben használatos ún. cellulóz-teszt, amelyet Unger (1960) módszertanilag és alkalmazási területét tekintve továbbfejlesztett. A későbbiek során Unger (1964, 1968), Unger és munkatársai (1968), Ermich és Unger (1968), Tesarová és Ulehlová (1968), Pokorná–Kozová (1965), Pokorná–Kozová és Apfelfthaler (1970) széles körű vizsgálatokat végeztek a cellulóz tesztek alkalmazásával kapcsolatban agrokémiai és talajtani kutatások folyamán.

Munkánk során (Gulyás, Szegi, Füleky 1982), amelynek célkitűzése volt az eltérő fizikai és kémiai sajátosságú magyarországi talajok biológiai aktivitásának jellemzése, cellulóz-teszteket alkalmaztunk a laboratóriumi viszonyok között lefolytatott talajérlelési kísérletben.

*Fontosabb magyarországi talajok cellulózbontási aktivitása
modellkísérletben*

A talajminta	A talaj típusa	Alap cellulózbontás %	Indukált cellulózbontás %	Cellulózbontási viszonyszám %
1. Órbottyán	Meszes gyengén humuszos homok	40,4	89,1	45,3
2. Magyaregregy	Erdőtálat, pannon agyagon	40,8	87,4	46,7
3. Nagykanizsa	Agyagbemosódásos barna erdő	77,5	88,4	87,7
4. Kenyeri	"	77,9	79,0	93,5
5. Putnok	"	72,4	90,3	80,2
6. Ragály	"	27,6	67,1	41,2
7. Szentgyörgyvölgy	Pseudoglejes barna erdő	59,8	90,0	66,4
8. Keszthely	Ramann-féle barna erdő	49,6	74,5	66,6
9. Nyírlugos	Kovárványos barna erdő	23,8	90,6	26,2
10. Kompolt	Csernozjom barna erdő	46,6	76,1	64,2
11. Hajduszoboszló	Csernozjom	63,1	73,9	85,4
12. Hezőhegyes	"	65,8	77,3	85,1
13. Csávoly	"	68,4	75,0	91,2
14. Nagyhörcsök	Mészlepedékes csernozjom	78,6	87,5	89,9
15. Martonvásár	Erdőmaradványos csernozjom	43,1	68,9	62,6
16. Orosháza	Mélyben szolonyeces csernozjom	65,3	78,1	83,5
17. Hajduboszörmény	Réti szolonyec	57,0	81,4	70,0
18. Karcag	Sztyepesedő réti szolonyec	45,4	70,1	64,7
19. Agyagosszerény	Karbonátos réti talaj	50,6	65,5	77,3
20. Hosszúhát	Réti talaj	39,0	72,3	54,0
21. Tiborszállás	Láptalaj	83,4	86,8	96,1
22. Új-Szeged	Tisza-öntéstalaj	35,8	80,3	44,5
23. Magyaróvár	Duna-öntéstalaj	64,1	84,9	75,6
24. Szarvas	Körös-öntéstalaj	60,0	86,4	69,5
25. Ózsápuszta	Agyagos öntéstalaj	54,4	64,8	82,7

Az ország legfontosabb talajtípusairól, huszonöt helyről, szántóföldi művelés alatt álló területről begyűjtött talajminta felhasználásával talajérelési kísérletet folytattunk le a cellulóz bontási folyamatok intenzitása és az egyes talajtulajdonságok közötti összefüggések megállapítása céljából.

A vizsgálatokat laboratóriumi körülmények között optimális hőmérsékleti és nedvességi viszonyok mellett végeztük a talajmintákba helyezett szűrőpapír-cellulózt tartalmazó tesztek segítségével, két kezeléssel, négy ismétlésben. Az egyik kezelésben a talajok cellulózbontását desztillált vízzel történő nedvesítés mellett vizsgáltuk, a másik eset-

ben pedig a nedvesítésre szolgáló vízben ásványi tápanyagokat oldottunk fel 15–15 mg N, P_2O_5 és K_2O mennyiségben 100 g légszáraz talajra vonatkoztatva. A tápanyagforrás vegytiszta NH_4NO_3 , KH_2PO_4 , illetve $KHCO_3$ volt.

A cellulóz tesztek Whatman N–1-es szűrőpapírból készültek. Azonos felületű, 6x6 cm-es szűrőpapír lapokat helyeztünk műszálszövet tasakokba úgy, hogy ezek mindegyike 2 g abszolút száraz cellulózt tartalmazott. A talajérlelés műanyag edényekben történt. Ezek mindegyikébe légszáraz súlyra vonatkoztatva 400 g talajt vittünk be a nedvesítésre szolgáló desztillált víz, illetve ásványi tápoldat hozzáadása után. A talajminták víztartalmát a maximális vízkapacitás 70%-ának megfelelő nedvességi értékre állítottuk be. A cellulóz teszteket függőleges síkban helyeztük az edények középvonalában, oly módon, hogy a tesztek felső éle is legalább egy cm-es talajtakarást kapjon. A talajérlelés 28 °C-os termosztában 12 héten át tartott. A cellulóz tesztek lebontásának mértékét közvetett módon az izzítási veszteség ismeretében határoztuk meg. A csak nedvesített és az NPK tápanyag hozzáadása mellett mért cellulózbontási adatokat külön értékeltük. Az előbbieket, mint a talajminták *alap cellulózbontását*, az utóbbiakat pedig *indukált cellulózbontásként* jellemeztük.

A talajminták alap cellulózbontási értékei információt nyújtanak a különböző talajok aktuális biológiai aktivitásának megítéléséhez, míg az indukált cellulózbontási értékekből a potenciális biológiai aktivitásra vonhatunk le következtetéseket. A cellulózbontó aktivitás kísérletesen meghatározott mutatói mellett egy harmadik számított értéket is képeztünk. Ez a mutató a *cellulózbontási viszonyszám*, amely az alap és az indukált cellulózbontás %-os viszonyát fejezi ki. A cellulózbontási viszonyszám kísérleteink viszonyai között elsősorban arra szolgáltat információkat, hogy a cellulózbontást limitáló tényezők az alapvető tápanyagok között találhatók meg, vagy pedig más tulajdonságokhoz kötöttek. A cellulóz-teszt vizsgálatok eredményeit a 20. táblázatban közöljük. A 21. táblázatban pedig a vizsgált talajok fizikai és kémiai analízisének főbb adatait szemléltetjük.

A 20. táblázatban bemutatott eredményekből, valamint a talajanalízisek adataiból megállapítható, hogy a cellulózbontás intenzitása jelentős mértékben függ a talajok szemcseösszetételétől. Az agyagreakció magas aránya, a kötöttség csökkentheti a talaj aerációs viszonyait, amely az aerob cellulózbontók visszaszorításában jelentkezik.

A talaj kémhatása ugyancsak igen fontos ökológiai tényező, amely befolyásolja a cellulózbontás folyamatait. A kísérletbe vont savanyú talajok közül a legalacsonyabb cellulózbontási értékeket a Ragályról származó agyagbemosódásos barna erdőtalajban és a Nyírlugosról gyűjtött kovárványos barna erdőtalajban kaptuk. Mindkét talaj pH-ja 5 alatt van és jelentős hidrolitos és kicserélődési savanyúsággal is rendelkezik, amint azt az Y_1 és Y_2 értékeket mutatják. A savanyúság hordozóinak ebben a két talajban az ásványi alkotórészeket lehet tekinteni, míg a tiborszállási láptalaj esetében – amely ugyancsak igen savanyú pH-val rendelkezik – a savanyúság hordozója a szerves komponens. Erre utalnak a hidrolitos és kicserélődési savanyúság értékei. Mindezek mellett az utóbbi talajban igen intenzív cellulózbontás volt mérhető.

Befolyásolhatja a biológiai folyamatok intenzitását a talajok vízben oldható sóartalma is. Az elektromos vezetőképesség alapján meghatározott sótartalom mennyisége csupán három talajnál mutatott ki 0,07–0,08% vízben oldható sótartalmat, ezek a Csá-

A vizsgált talajok fizikai és kémia analizisének főbb adatai

Sor- szám	A talajminta származási helye	Fizikai homok Fizikai agyag	H ₂ O pH	KCl	Y ₁	Y ₂	CaCO ₃ %	Humusz %	Felvehető N Warring Bremner sz. mg %	Al-oldható P ₂ O ₅	K ₂ O	Olsen „P” ppm
1.	Órbottyán	89:11	7,7	7,6	—	—	3,3	1,03	1,40	6,2	6,8	8,1
2.	Magyaregregy	49:51	6,6	5,2	5,6	0,35	—	1,06	1,23	13,2	16,1	22,3
3.	Nagykanizsa	71:29	5,1	4,4	10,2	0,75	—	1,64	5,58	9,7	17,2	33,8
4.	Kenyeri	71:29	6,4	6,2	4,0	0,17	—	1,96	4,44	20,3	11,2	47,8
5.	Putnok	46:54	4,8	3,9	18,0	0,25	—	2,21	3,60	7,60	19,0	26,5
6.	Ragály	49:51	4,3	3,4	31,7	18,93	—	3,54	4,88	2,0	13,3	4,9
7.	Szentgyörgyvölgy	68:32	5,8	5,2	5,9	0,25	—	1,35	3,05	2,2	7,6	10,6
8.	Keszthely	65:35	7,0	6,7	2,5	0,25	—	1,67	2,82	3,8	11,8	6,1
9.	Nyírlugos	94:6	4,9	4,0	7,0	1,75	—	0,41	0,62	4,0	5,8	13,4
10.	Kompolt	41:59	6,1	5,1	9,3	0,25	—	3,41	3,08	2,4	18,5	9,6
11.	Hajduszoboszló	48:52	6,8	6,0	4,6	0,58	—	4,70	3,60	6,2	21,0	15,2
12.	Mezőhegyes	47:33	7,7	7,1	—	—	5,0	4,20	6,40	20,0	25,3	12,9
13.	Csávoly	69:31	7,3	7,1	3,4	—	2,6	3,57	7,33	39,0	33,2	38,1
14.	Nagyhőrcsök	64:36	7,6	7,13	—	—	1,8	3,46	3,50	10,1	25,5	11,1
15.	Martonvásár	50:50	7,1	6,3	—	—	—	2,62	3,31	6,0	21,2	10,7
16.	Oroszáza	51:49	7,6	7,1	2,6	0,09	1,7	3,72	4,30	10,9	26,8	8,2
17.	Hajdúöszörmény	40:60	6,6	6,8	6,6	0,13	—	6,73	5,35	4,8	17,4	8,8
18.	Karcag	25:75	6,7	4,8	14,7	0,10	—	4,13	7,23	2,8	35,5	10,6
19.	Agyagosszerény	64:36	7,5	7,1	2,9	0,25	1,2	6,70	5,16	21,3	23,7	48,6
20.	Hosszúhát	42:58	6,0	5,6	8,2	0,20	—	3,39	5,85	8,2	34,0	17,4
21.	Tiborszállás	60:40	4,1	3,6	55,7	6,73	—	sok	1,63	12,2	71,8	—
22.	Új-Szeged	56:44	7,7	7,1	2,3	—	—	1,23	1,62	13,3	15,0	14,8
23.	Magyaróvár	41:59	7,6	7,2	—	—	27,4	2,40	3,36	22,4	16,0	29,3
24.	Szarvas	46:54	5,9	5,0	8,0	0,50	—	1,55	4,64	11,6	31,0	31,3
25.	Ószákpusztá	26:74	7,4	7,0	—	—	13,7	3,17	2,4	10,6	14,2	5,6

volyról, Hosszúhátról és Tiborszállásról begyűjtött minták voltak. Jóval több információt nyújtanak a talajok kicserélhető kationtartalmának adatai. A vizsgálatok eredményei szerint a tanulmányozott talajok többségénél az adszorbeált kationok több mint 80%-át a kalcium teszi ki, amely a kedvező fizikai és kémiai állapotra utal. Négy talajmintánál, a Nyirlugos, Hosszúhát, Ragály és Nagykanizsa körzetéből begyűjtött minták, a kicserélhető magnézium mennyisége meghaladja a 30%-ot. E magnéziumosnak minősíthető talajok közül az első három igen gyenge alapcellulózsbontást mutatott, míg a nagykanizsai minta alap- és indukált cellulózsbontása igen nagy érték volt.

A karcagi sztyeppesedő réti szolonyec és a hajdúböszörményi réti szolonyec talajban a cellulózsbontás intenzitása közepesnek, illetve jó közepesnek tekinthető.

A talajok felvehető tápanyagtartalma és a cellulózsbontó aktivitás tekintetében megállapíthatjuk, hogy a felvehető ásványi tápanyagokkal (NPK) közepesen vagy jól ellátott talajok nagy alap cellulózsbontással rendelkeznek. Egyes limitáló tényezők mint pl. kedvezőtlen pH viszonyok, a talajok kedvezőtlen fizikai állapota jó ásványi tápanyagellátottsági viszonyok mellett is mérséklék a talajok alap cellulózsbontó aktivitását. A különböző módszerekkel meghatározott felvehető nitrogén tartalom és az alap cellulózsbontási adatok összevetése arra mutat, hogy a Waring-Bremner talajérlelési módszerével meghatározott felvehető N-tartalom volt leginkább szoros összefüggésben a talajok alap cellulózsbontásával. A talaj termékenységének olyan mutatóival, mint a humusztartalommal és a talajok összes nitrogén tartalmával az alap cellulózsbontás már lazább összefüggést mutat. Feltehető, hogy az egyes talajok humuszminőségének ismeretében ennek okai indokolhatók lennének. A talaj felvehető foszfortartalma és a cellulózsbontás összefüggése tekintetében valamelyest lazább összefüggést tapasztalhattunk, mint a felvehető nitrogéntartalom esetében. Ennek okát részben abban látjuk, hogy az egyes talajok kémhatása, CaCO_3 tartalma eltérő és e tényezők jelentősen befolyásolhatják a felvehető foszfortartalom kioldására (AL- és Olsen módszerek) alkalmazott oldószerek hatékonyságát is. Felvehető foszforral közepesen vagy jól ellátottnak minősíthető talajok élénk alap cellulózsbontással jellemezhetők, ha egyéb limitáló tényezők ezt nem korlátozzák.

A vizsgált talajok néhány minta kivételével felvehető káliummal közepesen vagy jól ellátottnak minősíthetők, így ez a tényező a cellulózsbontás alakulását kevésbé befolyásolta, mint a nitrogén- vagy a foszfortartalom.

A talajok cellulózsbontó aktivitásának kísérletesen meghatározott (alap és indukált cellulózsbontás) mutatói mellett nem elhanyagolható a kétféle cellulózsbontási érték egymáshoz viszonyított aránya sem, amely a cellulózsbontási viszonyzámban fejeződik ki (az alap és az indukált cellulózsbontás %-os viszonya). Mindez kísérleteink viszonyai között (optimális nedvességtartalom és hőmérséklet) mutatóul szolgálhat arra, hogy a három alapvető makrotápelem (N, P, K) bevitelével, közel optimális szintjének biztosításával a talajban milyen mértékben növekszik a cellulózsbontás intenzitása, illetve a talajok biológiai állapota mennyiben függ e tényezőktől. A kétféle cellulózsbontási adat nagyon tág, illetve nagyon szűk viszonya, amely a cellulózsbontási viszonyszám 50 alatti, illetve 100-hoz közeli értékében fejeződik ki, mutatója lehet az alapvető tápelemek hiányának vagy az optimálist elérő szintjének a talajban. Ugyanakkor jelezheti azt is, hogy

a talajokból hiányzik a mineralizálható szerves anyag, vagy túlzottan magas annak az értéke. Jól megvilágítják ezt a körülményt a 0,41% humusztartalommal rendelkező Nyírlugosról származó talajminta, és a Tiborszállásról gyűjtött láptalaj cellulózbontási adatai. Az előbbi 24% alap és 91% indukált cellulózbontással rendelkezett. A cellulózbontási viszonyszám pedig 26,2 volt. Az utóbbinál pedig ezek az értékek sorrendben 83,4; 86,8; és 96. A talajfizikai és a talajkémiai sajátosságok ismeretében egyértelmű, hogy a nyírlugosi homoktalaj viszonyai között a jobb biológiai állapotot a felvehető ásványi tápanyagok mérsékelt szinten való tartása jobban segíti, mint a felvehető tápanyagok szintjének további növelése, amely a szervesanyag fokozott lebontásához és ásványi tápanyagveszteséghez vezet.

2.2. A cellulózbontó aktivitás és a talajtulajdonságok között fennálló összefüggések vizsgálata többváltozós lineáris regresszióanalízis módszerével

A cellulózbontó aktivitás kísérletesen meghatározott mutatói és a cellulózbontási viszonyszám, mint függő változók, valamint talajtulajdonságok 30 rendelkezésünkre álló mutatója, mint független változók közötti összefüggéseket koordináta rendszerben grafikusan értékeltük.

Az előzetes értékelés alapján kiválasztottuk azokat a talajtulajdonságokat, amelyekkel leginkább szoros összefüggésben változtak a cellulózbontási mutatók. Ezek: a talaj felvehető nitrogén, foszfor, kálium, kicserélhető kalcium és magnézium tartalmának mg %-ban kifejezett értékei, valamint az agyagtartalom %-os mennyisége és a talaj pH-jának káliumkloridos közegben meghatározott értékei voltak. A vizsgálati adatok előzetes értékelése során választ kaptunk arra is, hogy a talajtulajdonságok és a cellulózbontási mutatók közötti összefüggések lineárisnak tekinthetők, így az összefüggések értékelését a többváltozós lineáris regresszióanalízis módszerével végeztük. A függő és független változók értékeit a 22. táblázatban közöljük.

A regresszióanalízis eredményeit táblázatokban foglaltuk össze. A táblázatokban csak azokat a többváltozós összefüggéseket mutatjuk be, amelyek legalább 95%-os szinten szignifikánsak az F próbát tekintve. A feltüntetett állandók mellett jelöljük, hogy a szerepük az összefüggésben milyen mértékben szignifikáns.

A 23. táblázatban a vizsgált talajok alap cellulózbontása és a talajtulajdonságok közötti összefüggést mutatjuk be. A kezeletlen talajokban mért alapcellulózbontás elsősorban a talaj felvehető foszfor- és nitrogéntartalmától függ. További talajtulajdonságok, mint a kicserélhető magnézium tartalom, valamint a pH és agyagtartalom figyelembevétele tovább növeli az alapcellulózbontás és a talajtulajdonságok közötti összefüggés szoroságát (az r^2 értékét).

A kicserélhető kalcium-, illetve káliumtartalom figyelembevételekor az összefüggés szorosága már nem növekedik és az összefüggés 95%-os valószínűségi szinten sem szignifikáns. A figyelembe vett talajtulajdonságok közül csupán a foszfor és a nitrogén mennyisége szerepel szignifikáns tényezőként az összefüggésekben.

*Fontosabb magyarországi talajtípusok fizikai és kémiai paraméterei,
valamint cellulózbontási adatai, a függő és független változók értékei*

Sor- sz.	Talajminta származási helye és típusa	Y ₁ CBA	Y ₂ CBI	Y ₃ CBA CBI·100	X ₁ N mg/100g	X ₂ P mg/100g	X ₃ K mg/100g	X ₄ Ca mg/100g	X ₅ Mg mg/100g	X ₆ pH (KCl)	X ₇ Anyag
1.	Órbottyán Meszes, gyengén humuszos homok	40,4	89,1	46,3	1,4	0,8	5,7	187,2	14,9	7,8	11,0
2.	Magyareregny Erdő talaj, pannon agyagon	40,8	87,4	46,7	1,2	2,2	13,4	549,0	87,8	5,2	51,0
3.	Nagykanizsa Agyagbemosódásos barna erdő	77,5	88,4	87,7	5,6	3,4	14,3	69,8	32,5	4,4	29,0
4.	Kányara Agyagbemosódásos barna erdő	73,9	79,0	93,5	4,4	4,8	9,3	219,6	11,9	6,2	29,0
5.	Putnok Agyagbemosódásos barna erdő	72,4	90,3	80,2	3,8	2,7	15,8	250,0	35,5	3,9	54,0
6.	Ragály Agyagbemosódásos barna erdő	27,8	67,1	41,2	4,9	0,5	11,1	99,8	35,5	3,4	51,0
7.	Szentgyörgyvölgy Pseudoglej barna erdő	59,8	90,0	66,4	3,0	1,1	6,3	139,8	36,0	5,2	32,0
8.	Keszthely Ramann-féle barna erdő	49,6	74,5	66,6	2,8	0,6	9,8	269,3	21,7	6,7	35,0
9.	Nyírlugos Kovérványos barna erdő	23,8	90,6	26,2	0,6	1,3	4,8	10,0	3,3	4,0	6,0
10.	Kompolt Csarnozjom barna erdő	46,6	76,1	61,2	3,1	1,0	15,4	616,6	44,5	5,1	59,0
11.	Hajdusoboszió Csarnozjom	63,1	73,9	85,4	3,6	1,5	17,5	618,8	48,8	6,0	52,0
12.	Mészhegyes Csarnozjom	65,8	77,3	85,1	6,4	1,3	21,1	858,4	35,5	7,1	53,0
13.	Cáfolty Csarnozjom	68,4	75,0	91,2	7,3	3,8	27,7	529,0	25,1	7,1	31,0
14.	Nagyhőrcsók Mészlepedékes csarnozjom	78,6	86,5	89,9	3,5	1,1	21,2	583,4	16,3	7,1	36,0
15.	Martonvásár Erdőmaradványos csarnozjom	43,1	68,9	62,6	3,3	1,1	17,7	568,8	40,0	6,3	50,0
16.	Oroszléza Mélyben szolonycas csarnozjom	65,3	78,1	83,5	4,3	0,8	22,3	700,0	32,2	7,1	49,0
17.	Hajduböszörmény Réti szolonyc	57,0	81,4	70,0	5,3	0,9	14,5	948,2	80,3	5,8	60,0
18.	Karcag Sztjepesedő réti szolonyc	45,4	70,1	64,7	7,2	1,1	29,6	568,8	65,6	4,8	75,0
19.	Agyagoszerény Karbonátos réti talaj	50,6	65,5	77,3	5,2	4,9	19,7	833,4	39,5	7,1	36,0
20.	Hosszúhát Réti talaj	39,0	72,3	54,0	5,8	1,7	28,3	363,0	155,9	5,6	58,0
21.	Tiborszállás Láptalaj	83,4	86,8	96,1	11,6	5,3	59,8	700,0	44,5	3,6	40,0
22.	Új-Szaga Tiszta öntés	35,8	80,3	44,5	1,6	1,5	12,5	419,2	23,8	7,1	44,0
23.	Magyaróvár Duns öntés	64,1	84,9	75,6	3,4	2,9	13,5	509,0	21,7	7,2	59,0
24.	Szarvas Körös öntés	60,0	86,4	69,5	4,6	3,1	25,8	499,0	74,0	5,0	54,0
25.	Ózékpuszta Agyagos öntés	54,4	65,8	82,7	2,1	0,8	11,8	648,8	72,8	7,0	74,0

*Összefüggés a talajfajlagdonságok és a cellulóz-bontás között
(Y = indukált cellulóz-bontás)*

Talejvizsgá- lati paraméte rek	Parciális regressziós koefficiensek										r ²
	b _O	b _N	b _P	b _K	b _{Ca}	b _{Mg}	b _{pH}	b _a			
P	44,003		5,726 ^{xx}								0,2676 ^{xx}
N	38,242	2,265 ^{xx}	3,814 ⁺								0,3477 ^{xx}
N	42,642	2,810 ^{xx}	3,119 ⁺								0,3999 ^x
Mg	25,552	3,121 ^{xx}	3,184 ⁺			-0,121					0,4394 ^x
pH	19,957	2,670 ^{xx}	3,991 ⁺			-0,107		2,584			0,4694 ^x
a (agyag)								2,340	0,221		

Szignifikancia szintje: xxx = 99,9% xx = 99% x = 95% + = 10%

N = felvehető N mg/100 g talaj (Warring-Bremner szerint)

P = felvehető (Olsen) P mg/100 g talaj

K = felvehető K mg/100 g talaj

Ca = kicserélhető Ca mg/100 g talaj

Mg = kicserélhető Mg mg/100 g talaj

pH = pH(KCl)

a = agyagtartalom %-ban

A 24. táblázatban vizsgált talajok indukált cellulózbontása és a talajtulajdonságok közötti összefüggéseket mutatjuk be. Ásványi tápanyagok (NPK) hozzáadása esetén mért cellulózbontási értékek, várható módon, már nem függenek a talajban eredetileg jelenlévő tápanyagok mennyiségétől. 95%-os valószínűségi szinten szignifikáns összefüggést csak a talaj agyagtartalmával és pH-jával sikerült kimutatni, de a pH tényező együttthatója nem volt szignifikáns. Elmondhatjuk tehát, hogy jó tápanyag ellátottság esetén a talajban az egyéb talajtulajdonságok, így elsősorban a nagy agyagtartalom és az ezzel járó tömődöttség, valamint a nagy pH gátolhatják a cellulóz elbontását a talajban.

A talajok alap- és indukált cellulózbontási adataiból képzett cellulózbontási viszonyszám és a talajtulajdonságok közötti összefüggéseket a 25. táblázatban mutatjuk be. A táblázatban közölt eredményekből kitűnik, hogy az alap és az indukált cellulózbontási adatok százalékos viszonyát kifejező cellulózbontási indexszámok mutatják a legszorosabb összefüggést a talajtulajdonságokkal. Ez a viszonyszám természetesen magába foglalja az előbbi két kísérletesen meghatározott cellulózbontási mutató összefüggéseit is, ezért mutatkozik itt a legszorosabb összefüggés a talajtulajdonságokkal. Ennek megfelelően a cellulózbontási viszonyzámmal kifejezett cellulózbontási mutató elsősorban a talaj felvehető nitrogéntartalmával, pH-jával (kémhatásával), a felvehető foszfortartalommal és az agyagtartalommal van összefüggésben. A felsorolt talajtulajdonságok közül csupán a felvehető nitrogéntartalom és a pH értéke, valamint az agyagtartalom szerepel szignifikáns tényezőként.

Az eredményeket értékelve megállapíthatjuk, hogy a laboratóriumi viszonyok között, cellulóz tesztekkel lefolytatott talajérlelési kísérletben a cellulózbontás intenzitása a talajtulajdonságoktól függően változott. A cellulózbontó folyamatokat elsősorban a talaj felvehető nitrogén- és foszfortartalma befolyásolta. Optimális vagy azt megközelítő nitrogén- és foszfortartalom esetén a cellulóz mineralizációja intenzíven megy végbe a talajban, míg gyenge nitrogén és foszfor ellátottság esetén a cellulózbontási folyamatok mérsékeltek. Jó foszfor és nitrogén ellátottsági viszonyok között, más talajtulajdonságok, mint a nagy agyagtartalom és ezzel együttjáró tömődöttség, valamint a nagy pH érték gátolhatja az intenzív cellulózbontási folyamatok létrejöttét.

A cellulózhasonosítási vizsgálatok eredményei a talajvizsgálati mutatók mellett segítséget nyújtanak a talajok termékenységében fellelhető különbségek okainak diagnosztizálásához, felderítve a talajbiológiai folyamatokat serkentő, vagy gátló tényezőket, illetve jelezve azt, hogy bővíteni kell a vizsgált tényezők körét ezeknek az okoknak a teljes feltárásához.

A talajtulajdonságok és a cellulózbontó képesség összefüggésének megismerése alkalmas lehet a különböző talajok növényi maradványokat lebontó képességének prognosztizálásához.

Összefüggés a talajtulajdonságok és a cellulózbontás között
($Y =$ indukált cellulózbontás)

Talajvizsgálati paraméterek	Parciális regressziós koefficiensek								r^2
	b_0	b_N	b_P	b_K	b_{Ca}	b_{Mg}	b_{pH}	b_a	
a (anyag)	90,152							-0,237 ^x	0,2272 ^x
pH	100,064						-1,666	-0,241 ^x	0,2942 ^x

Szignifikancia szintje: xxx = 99,9% xx = 99% x = 95% + = 10%

N = felvehető N mg/100 g talaj (Warring-Bremner szerint)

P = felvehető (Olsen) P mg/100 g talaj

K = felvehető K mg/100 g talaj

Ca = kicserélhető Ca mg/100 g talaj

Mg = kicserélhető Mg mg/100 g talaj

pH = pH(KCl)

a = agyagtartalom %-ban

Összefüggés a talajtulajdonságok és a cellulóz mineralizációja között
($Y =$ az alap és indukált cellulózbontás aránya)

Talajvizsgálati paraméterek	Parciális regressziós koefficiensek								r^2
	b_0	b_N	b_P	b_K	b_{Ca}	b_{Mg}	b_{pH}	b_a	
N	51,026	4,456 ^{xx}							0,3171 ^{xx}
pH	14,471	5,266 ^{xx}					5,688 ^x		0,4623 ^{xx}
P	12,354	4,144 ^{xx}	3,484				5,670 ^x		0,5160 ^{xx}
a (agyag)	4,375	3,527 ^{xx}	4,506				5,621 ^x	0,196	0,5410 ^{xx}
Mg	6,604	3,642 ^{xx}	4,506			-0,191	4,973 ^x	0,406 ^x	0,6079 ^{xx}
K	6,026	4,319 ^{xx}	4,626	-0,183		-0,182	5,003 ^x	0,410 ^x	0,6108 ^{xx}

Szignifikancia szintje: xxx = 99,9% xx = 99% x = 95% + = 10%

N = felvehető N mg/100 g talaj (Warring-Bremner szerint)

P = felvehető (Olsen) P mg/100 g talaj

K = felvehető K mg/100 g talaj

Ca = kicserélhető Ca mg/100 g talaj

Mg = kicserélhető Mg mg/100 g talaj

pH = pH(KCl)

a = agyagtartalom %-ban

IRODALOM

- / 1/ Abelson, P. H.: *Science* 191, 4223. (1976)
- / 2/ Alvsaker, E., Michelsen, K.: *Acta Scand.* 11. 1794. (1957)
- / 3/ Ermich, D., Unger, H.: *Tagungsberichte DAL, Berlin.* 98 pp. 247–256. (1968)
- / 4/ Galasztjan, A. S.: *Izv. Akad. Nauk Arm. SSR. Biol. Nauki.* 12. 75
- / 5/ Gulyás F., Szegi J. Fülekgy Gy.: *The applicability of cellulose tests for the biological characterization of soils with different physical and chemical properties*
In: *Soil Biology and Conservation of the Biosphere. II.* (Ed. J. Szegi) Akadémiai Kiadó. (Kiadás alatt) (1983)
- / 6/ Gupta, U. C., Sorvden, F. J., Stobbe, P. C.: *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 27. 380. (1963)
- / 7/ Gupta, U. C., Sowden, F. J.: *Soil Sci.* 97. 328 (1964)
- / 8/ Jackman, R. H., Black, C. A.: *Soil Sci.* 73. 117 (1952)
- / 9/ Kalininszkaja, T. A.: *Decomposition of cellulose and fixation of nitrogen in the soils of various types.* In: *Proc. Symp. Soil Microbiol.* (Ed., Szegi, J.) Budapest Akadémiai Kiadó. (1972)
- /10/ Kononova, M. M.: *Organicseszkoje vesesesztva pocsvü.* Nauka, Moszkva. (1963)
- /11/ Lynch, D. L., Heams, E. E., Cotnoir, L. J.: *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 21. 160 (1957)
- /12/ Mehta, N. C., Dubach, P., Deuel, J.: *Adv. Carbohydrate Chem.* 16. 335. (1961)
- /13/ Misusztyin E. N., Emcev. V. T.: *Mikrobiologija, Kolosz.* Moszkva. (1978)
- /14/ Misusztyin, E. N.: *Mikroorganizmü i produktivnoszt zemledelija,* Nauka. Moszkva. (1972)
- /15/ Percival, E.: *Structural Carbohydrate Chemistry.* 2 nd. ed. J. Garnet Miller Ltd. London (1962)
- /16/ Pokorna—Kozová, J.: *Rostiliná Vyroba.* 11. pp. 1089–110 (1965)
- /17/ Pokorna—Kozová, J., Apfelthaler, R.: *Ztbl. Bakt.* 2. Abt. 125 pp 250–258 (1970)
- /18/ Sowden, F. J., Ivanson, K. C.: *Soil Sci.* 94. 340. (1962)
- /19/ Sörensen, H.: *Nature.* 176. 74. (1955)
- /20/ Tesarová, M., Ulehlova, B.: *Tagungsberichte DAL, Berlin,* 98. pp 277–287 (1968)
- /21/ Unger, H.: *Ztschr. Pflanz. Düng. Bodenkd.* 91. pp 44–52 (1960)
- /22/ Unger, H.: *Thaer—Arch.* 8. pp. 215–232 (1964)
- /23/ Unger, H.: *Tagungsberichte, DAL, Berlin,* 98. pp. 19–33. (1968)
- /24/ Unger, H., Knabe, O., Kaltofen, H.: *Tagungsberichte, DAL. Berlin.* 98. pp. 157–162. (1968)
- /25/ Waksman, S. A., Tenney, F. G.: *Soil Sci.* 24. 275 (1927)
- /26/ Waksman S. A., Tenney F. G.: *Soil Sci.* 26. 115. (1927)
- /27/ Waksman S. A., Stevens, K. R.: *Soil Sci.* 30. 97. (1930)
- /28/ Waksman. S. A.: *Soil microbiol.* J. Wiley Ltd. N. Y (1952)
- /29/ Wojczik—Woljtkowiak, D.: *Effect of different forms of nitrogen fertilizers on the humification of N¹⁵-tagged straw.* In: *Proc. Symp Soil Microbiol.* (Ed. Szegi J.) Akadémiai Kiadó Budapest (1972)

3. A LIGNIN MIKROBIOLÓGIAI TRANSZFORMÁCIÓJA

A növényi maradványok fő tömegét a cellulóz, a hemicellulóz és a lignin alkotják. Közös vonásuk, hogy egyformán szénből, hidrogénből és oxigénből állnak, de az elemi összetevők %-os aránya a ligninben lényegesen eltér a poliszacharidokétól. Az alapvető különbség a poliszacharidokkal szemben az, hogy a lignin aromás alapegységekből épül fel, míg a cellulóz és a hemicellulóz nyílt szénláncú szerkezeti elemeket tartalmaz. E három növényi frakció talajbiológiai jelentősége nem csupán abban áll, hogy a talajmikroorganizmusok számára közvetlenül vagy közvetve energiaforrást szolgálnak, hanem elbontásuk és transzformációjuk során különböző biotikus és abiotikus folyamatok eredményeképpen szerves nitrogénvegyületekkel kölcsönhatásba lépve részt vesznek a talaj humuszanyagainak képzésében. A ligninnek, mint a humuszanyagok forrásának jelentősége a kutatók többségében nem keltett kételyt. A múlt század kémikusai a humusz fő forrásának az inkrusztáló anyagokat tartották. Hoppe–Seyler (1889) kísérleteiben a növényből elkülönített ligninmentes sejtanyag (cellulóz és hemicellulóz) mikrobiológiai lebontásakor nem képződtek humuszanyagok, ugyanakkor pedig faforgáccsal végzett hasonló kísérletében sötétszínű termékeket kapott. Ennek alapján ugyancsak az volt a véleménye, hogy a humuszanyagok képzésében a lignin vesz részt. Deherain (1902) az elsők között feltételezte, hogy a humusz lignin és fehérje komponensekből tevődik össze. Waksman (1936) szerint a humusznak szintén két alapvető összetevője van. Az egyik az aromás komponens, amely a ligninből, illetve annak származékából tevődik össze, a másik csoportot pedig a fehérjék képezik. A modern humuszképződési elméletek szerzői, így Kononova (1963) és Bremner (1951, 1954) rámutattak, hogy a növényi szervesanyag ligninfrakciójának közreműködését a humuszanyagok képzésében nem lehet kizárni, különösen fontos szerepe lehet a humifikáció későbbi stádiumaiban, bár nem tekinthető a humuszsavak aromás komponensei egyetlen forrásának.

A lignin a természetben rendkívül elterjedt növényi frakció. Kononova (1963) adatai szerint a főbb növényi csoportok lignintartalma fás növényekben 20–30%-ra, lágyszárú növényekben pedig 10–20%-ra tehető. Az inkrusztáló anyagok mennyisége egyazon növényben a növény fejlődési foka szerint is változik. Így például Waksman és Tenney (1928) a különböző korú rozsnövényekből az alábbi lignin értékeket nyerték.

30 cm magasságú növényben	9,9%
kalászás előtt	11,8%
virágzás előtt	18,0%
érés szakaszában	17,0%

A lignin felépítésére és szerkezetére vonatkozó ismeretek Freudenberg (1959), valamint Hibbert (1942) megállapításai alapján az alábbiakban összegezhetők: A lignin molekula szerkezeti elemei az aromás gyűrűből és három szénatomos oldalláncból álló fenil-propán egységek. A lignint felépítő fenil-propánok meghatározott funkcionális csoportokat – metoxi, fenolos és alkoholos hidroxil, valamint karbonil-gyököket tartalmaznak. A ligninből lúgos nitrobenzollal történő oxidáció útján elemi aromás vegyületek nyerhetők. A fenyők ligninje vanillint, a lombos fáké vanillint és syringaldehidet, a lágyszárú növényeké pedig az előbbieken kívül p-hidroxi-benzaldehidet szolgáltat.

A lignin molekula a fenil-propán-egységek észterifikálódása révén épül fel, ezután következik az oldallánc ciklizálódása a szomszédos aromás gyűrűvel. Ezen folyamatok eredményeképpen olyan láncalakú molekulák jönnek létre, amelyek 7–10 fenil-propán egységből állanak. A fenil-propán egységek között Freudenberg (1959) C—O—C, és C—C kapcsolatokat feltételez. Bondi és Meyer (1948) szerint a lágyszárú növények lignin molekulája csak három aromás gyűrűt tartalmaz és eltérően a fafélékétől, ligninjében nitrogén is található, amelyet azonban nem szerkezeti, hanem csak nehezen elválasztható kísérő anyagnak tartanak.

A lignin lebontásának mechanizmusa teljes részleteiben még nem ismert. Flaig és munkatársai (1959) és Fischer (1953) szerint a növényi szervesanyagok humifikációjának első szakaszában megszakadnak a lignin és a többi növényi összetevő közötti kapcsolatok. A lignin átalakulásának következő szakaszát a metoxi- és metil-csoportok elvesztésében látják, s ezzel párhuzamosan megjelennek a karboxil-csoportok. A lignin átalakítási termékei kölcsönhatásba lépnek a mikroorganizmusok anyagcsere termékeivel; így a különböző aminosavakkal és fehérjékkel, amely a lignin nitrogéntartalmának fokozatos emelkedését eredményezi, míg a széntartalom csökken.

Henderson (1961, 1963) valamint Henderson és Farmer (1955) a ligninbontás két fő fázisának az aromás összetevők felszabadítását és a benzolgyűrű teljes szétbontását tartják. Az aromás összetevők felszabadítását Henderson (1955) kísérletileg is igazolta. Fűrészporból a *Trametes pini* és a *Polystictus versicolor* nevű gomba tenyésztésében aromás ligninszármazékok keletkeztek. Az aromás vegyületek elbontása – fokozatos oxidáció útján – benzolgyűrű széthasadásához vezet és egyszerű alifás vegyületek keletkeznek. Henderson szerint egyes mikrogombák a benzolgyűrű teljes szétbontására, míg mások csak a fenolanyagok részleges oxidációjára képesek. Az aromás vegyületek és a lignin mikrobiológiai transzformációját a fenoloxidáz fermentek szabályozzák, de fontos szerepük van e folyamatban a peroxidáz és kataláz fermenteknek is. Trojanowski és munkatársai (1967), Trojanowski és Leonowicz (1969), valamint Leonowicz és Trojanowski (1965) megállapításai szerint a lignin lebontás első lépcsőjének a metoxi-fenil-propán egységek demetilációja tekinthető, amely peroxidáz aktivitás hatására következik be. A demetoxilációt követően az orto-difenolok lakkáz hatására orto-kinonokká alakulnak. Az orto-kinonok szomszédságában a fenil-propán egységek közötti éter (C—O—C) kötések meggyengülnek és elszakadnak, amelynek eredményeképpen fenil-propán egységekre, építő köveire, esik szét a molekula. A lignin fenti módon vázolt depolimerizációja a ligninnek gombák által történő elbontása során megy végbe.

Trojanowski és munkatársai (1970) rámutattak arra, hogy a ligninnek baktériumok által történő lebontása során a fenil-propán egységek felszabadulását demetoxiláció nem előzi meg. A két fenil-propánegységből álló és ligninmodelnek tekinthető veratrilglicerol-B-koniferil-éter-t az *Agrobacterium radiobacter* előzetes demetoxiláció nélkül az alkil-aryl kötésnél hasítja és bomlástermékként vanillin, metoxil-benzokinon és valószínűleg koniferil-alkohol képződik. A növényi maradványokban a lignin cellulózzal és hemicellulózzal való kombinációban fordul elő. Annak ellenére, hogy a lignin, a cellulóz és a hemicellulóz kémiai szerkezete ma már jól ismert, a lignin és a poliszacharidok közötti kapcsolat még nem teljesen tisztázott. Koshijima és munkatársai (1976) a lignin és a hemicellulóz között glikozid kötést feltételeznek. A lignin és a cellulóz közötti kapcs-

lat elsősorban fizikai jellegű. A cellulóz elemi rostjait a hemicellulóz ragasztja össze mikrofibrillumokká. Ezeket a mikrorostkötegeket lignin réteg vonja be, amely megvédi a mikrofibrillumokat az enzimek hatásától. Ahhoz, hogy a cellulózbontó mikroszervezetek megtámadhassák a lignocellulóz komplexet, részlegesen delignifikálni kell a növényi maradványokat. A legintenzívebb ligninbontó szervezetek a *Basidiomycetes*-ek csoportjába tartozó ún. fehérkorhasztó gombák mint pl.: a *Trametes versicolor* és a *Pleurotus ostreatus*. A mikroszkópikus gombák ligninbontó tevékenységét számos közlemény erősítette meg, így Waksman és Tenney (1928), valamint Waksman és Cordon (1938), Fischer (1953) a *Fusarium nivale*, *Fusarium lactis*, *Trichoderma lignorum*, *Alternaria tenuis*, *Stemphyllum botryosum* nevű gomba ligninbontó képességét tisztázta. Henderson és Farmer (1955) harminc, a *Fungi imperfecti* csoportjába tartozó gombáról számoltak be, amelyek elbontják a ligninből származtatható aromás vegyületeket és részt vesznek a lignin mikrobiológiai lebontásában is. Saját kísérleteink (Gulyás, 1967) során, mintegy húsz mikroszkópikus talajgomba ligninbontó képességét vizsgáltuk meg laboratóriumi kísérletben; szénforrásként búzaszalma, illetve szalmából kémiai úton kivont lignin alkalmazásával. Az előbbi esetben a búzaszalma lignin összetevőjének elbontását frakcióanalízissel határoztuk meg, jellemezve a lignin mellett a cellulóz és hemicellulóz frakcióknak mint ligninen kívüli szalma anyagnak az elbontását is. A búzaszalma és a natív növényi lignin lebontásának mutatóit a 26. táblázatban közöljük.

A 27. táblázatban a vizsgálatba vont gombáknak a növényi maradványokból elkülönített növényi frakciókon: cellulózon, hemicellulózon és ligninen való növekedését és e frakciók lebontásának mértékét mutatjuk be. Cellulóz szénforrásként szűrőpapír örléményt (Whatman N^o-1) alkalmaztunk. A lignint és a hemicellulózt húzaszalmából vontuk ki kémiai úton, az előbbit Freudenberg és munkatársai (1929) által leírt rézoxid-ammóniás módszerrel, az utóbbit pedig Pochon (1954) módszerével állítottuk elő.

A táblázatokban bemutatott eredményekből kitűnik, hogy a kísérletben tanulmányozott mikroszkópikus gombák képesek voltak megtámadni – bár eltérő mértékben – a búzaszalma natív lignin anyagát és a ligninpreparátumot is. A Freudenberg módszerével kinyert lignint – mint a 27. táblázatban is látható – a gombák lassabban és sokkal kisebb mértékben bontják el, mint a natív növényi lignint. Feltételezhetően ez kapcsolatban van azzal, hogy a kémiai előállítás során a lignin jelentős mértékben megváltozik, és ennek következtében a ligninpreparátumok másképpen viselkednek a mikrobiológiai lebontással szemben, mint a növényben levő ligninanyagok.

A növényi szervesanyag aerob átalakulása során a könnyen oldható szénhidrátokat a mikroszervezetek már a humifikáció első szakaszában hasznosítják, a cellulóz és a hemicellulóz lebontása is sokkal intenzívebben megy végbe, mint a lignin anyagoké, mindezek a lignintartalom relatív növekedését eredményezik. A kísérletünkben felhasznált szalmaanyag 23,05% lignint tartalmazott. A lignin akkumulációja következtében a hat hónapos inkubáció után a visszamaradt szalmaanyag lignin tartalma minden kezelés esetén 27% fölé emelkedett, és egyes gombák lebontási maradékában elérte a 35%-ot. A lignin ellenállósága következtében visszatartó hatással van a növényi maradványok cellulóz és hemicellulóz anyagának elbontására. A kísérletek adataiból a lignin visszatartó hatása jól értékelhető. Amíg a tiszta cellulózt és hemicellulózt (egyetlen szénfor-

*A szalma elbontása szaprofita gombák által
(Inkubációs idő 6 hónap)*

A tanulmányozott gombatörzsek megnevezése és jelzése	Elbontott szalma,	A ligninen kívüli szal- maanyag elbontása	A lignin elbontása	Lignintarta- lom a maradék szalmában,
	mg	%	%	%
<i>Aspergillus candidus</i> (L-1)	445	28,1	2,6	27,8
<i>Penicillium piscarium</i> (L-2)	732	43,9	12,1	31,9
<i>Penicillium verruculosum</i> (L-5)	666	41,1	5,4	32,7
<i>Penicillium</i> sp. (511)				
<i>Penicillium funiculosum</i> series	664	40,3	9,3	31,3
<i>Penicillium pallidum</i>	771	48,0	6,9	34,9
<i>Penicillium nalgiovensis</i> (Ksz-11)	728	42,9	14,5	31,0
<i>Penicillium</i> sp. (Ksz-14)				
<i>Penicillium purpurogenum</i> series	592	37,6	3,0	31,7
<i>Penicillium</i> sp. (L-8)	536	34,7	1,3	31,1
<i>Fusarium avenaceum</i> var. <i>harbarum</i> (L-6)	712	40,2	20,2	28,5
<i>Fusarium aquaedeductum</i> var. <i>dimerum</i> (tn-22)	701	39,7	17,8	29,2
<i>Fusarium</i> sp. (602)	566	33,8	10,0	28,9
<i>Fusarium solani</i> var. <i>argillaceum</i> (L-12)	556	34,0	7,6	29,5
<i>Fusarium nivale</i> (L-4)	383	24,6	0,9	28,3
<i>Stachybotrys atra</i>	689	39,4	17,6	29,0
<i>Verticillium candellabrum</i> (L-13)	918	55,9	12,4	37,3
<i>Humicola</i> (Hsz-304)	712	43,4	9,5	32,4
Steril micélium (L-9)	619	36,4	9,8	30,0
<i>Hormodendrum</i> sp. (L-11)	653	39,4	10,0	30,4
<i>Nigrospora</i> sp.	634	41,1	—	33,8
<i>Hormodendrum</i> sp. (L-10)	635	37,3	9,4	30,6
Dúsított mikroflóra	634	35,2	20,0	27,0
Talajmikroflóra	656	37,7	16,5	28,6

a. Az erdei szalmaanyag 2000 mg

b. Az eredeti szalmaanyagban

1539 mg

461 mg

23,05%

*A cellulóz, a hemocellulóz, és a lignin elbontása a talajból
izolált mikrogombák által*

(Inkubációs idő lignin esetében 6 hónap, cellulóznál 12 hét)

Vizsgált gombatörzsek megnevezése és jelzése	Az elbontott anyag mennyisége %-ban		
	Cellulóz 100%= 2000mg	Lignin 100% = 200mg	Hemicel- lulóz 100% = 2000mg
<i>Aspergillus candidus</i> (L-1)	40,0	5,0	80,7
<i>Penicillium piscarium</i> (L-2)	68,5	12,5	75,5
<i>Penicillium verrucosum</i> (L-5)	85,2	9,0	75,2
<i>Penicillium</i> sp. (511) <i>Penicillium</i> <i>funiculosum</i> series	91,2	9,0	82,4
<i>Penicillium pallidum</i>	62,6	7,5	76,4
<i>Penicillium nalgiovensis</i> (Ksz-11)	57,6	8,5	77,9
<i>Penicillium</i> sp. (Ksz-14)			
<i>Penicillium purpurogenum</i> series	76,0	7,5	80,1
<i>Penicillium</i> sp. (L-8)	67,0	4,0	81,4
<i>Fusarium avenaceum</i> var. <i>herbarum</i> (L-6)	83,3	11,0	86,1
<i>Fusarium aquaeductuum</i> var. <i>dimerum</i> (tn-22)	85,00	11,5	81,2
<i>Fusarium</i> sp. (602)	71,2	11,5	83,3
<i>Fusarium solani</i> var. <i>argillaceum</i> (L-12)	81,3	6,5	80,2
<i>Fusarium nivale</i> (L-4)	80,3	3,0	76,0
<i>Stachybotrys atra</i>	57,8	11,0	85,7
<i>Verticillium candellabrum</i> (L-13)	78,7	11,5	82,2
<i>Humicola</i> (Hsz-304)	43,4	8,0	77,8
Steril micélium (L-9)	83,0	9,0	73,0
<i>Hormodendrum</i> sp. (L-11)	86,8	10,0	84,1
<i>Hormodendrum</i> sp. (L-10)	88,8	11,5	82,2
<i>Nigrospora</i> sp.	36,0	11,0	69,8
Dusított tenyészet	53,9	12,5	92,3
Talajmikroflóra	64,9	12,0	95,5

rásként) a tanulmányozott gombák többsége 60–85%-ig lebontotta 12 hetes inkubáció alatt, addig a szalma ligninen kívüli anyagrésze – amelyeknek túlnyomó részét hemicellulóz és cellulóz alkotta – a hat hónapos inkubációs idő alatt ennél jóval kisebb mértékben mineralizálódott. Waksman és Cordon (1938) megállapításai szerint a növényi maradványok lignintartalmának csökkentésével a cellulóz és hemicellulóz elbontásának mértéke növekszik, azonban még 8% lignin jelenlétében is 50%-kal kisebb a cellulóz

Aromás ligninszármazékok elbontása mikroszkopikus gombák által
 Inkubációs idő 28 nap. (Bevitt mennyiség 1000 µg/lombik)

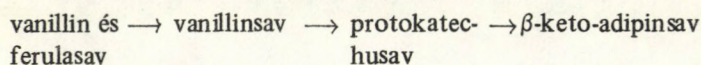
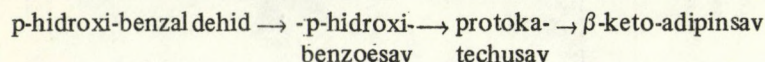
A vizsgált Chaetomiumok	Vanillin		p-oxibenzaldehid		Ferulasav		Szingalaldehid	
	vissza- maradt	Vanillin- sav kép- ződött	vissza- maradt	p-oxiben- zoesav képző- dőtt	vissza- maradt	vanillin- sav kép- ződött	vissza- maradt	szingal- dehid képződött
	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg
1. Ch. affine	90	30	—	—	60	90	90	50
2. Ch. ampullare	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Ch. angustispirale	95	25	40	—	50	55	90	50
4. Ch. atrobrunneum	60	—	—	—	—	—	40	30
5. Ch. atrosporum	100	40	—	—	110	140	70	50
6. Ch. aureum	150	110	30	20	65	170	150	—
7. Ch. brasiliensis	60	—	—	—	60	110	210	60
8. Ch. bostrychodes	140	75	30	30	40	60	950	—
9. Ch. Cirsinatum	390	160	60	90	160	210	70	40
10. Ch. cochliodes	170	80	—	—	60	60	280	90
11. Ch. convolutum	60	110	30	—	200	240	110	65
12. Ch. crispatum	50	50	30	—	60	40	80	50
13. Ch. cristatum	65	40	—	—	50	50	60	—
14. Ch. cuncicularum	60	—	45	—	70	30	90	50
15. Ch. dolichotrichum	355	340	—	—	250	200	140	90
16. Ch. elatum	150	80	—	—	50	70	250	70
17. Ch. erectum	100	70	—	—	210	120	80	80
18. Ch. formosum	190	60	—	—	80	110	90	50
19. Ch. funiculum	120	50	40	—	80	70	125	60
Kontroll	950	—	970	—	970	—	960	—

elbontása a növényben, mint a tiszta cellulóz esetében. A lignintartalmat 1,5%-ra csökkentve a növényi cellulóz lebontásának mértéke megegyezett a szűrőpapíréval.

A ligninből felszabaduló aromás vegyületek: fenil-propánok fenol-aldehidek és aromás karbonsavak átalakulása talajviszonyok között két ellentétes irányba mehet végbe.

Az egyik esetben a lignin bontástermékek, energia nyerő folyamatok során, fokozatos oxidáció révén szén-dioxiddá és vízzé alakulnak.

A benzolgyűrű felszakadása általában a protokatechusavnál következik be. Henderson (1961) az aromás ligninszármazékok talajgombák által történő lebontását az alábbiak szerint vezeti le:



A benzolgyűrű felszakadása ilyen körülmények között a protokatechusav 4. és 5. számú szénatomja között következik be és a β -keto adipinsavból oxiecentsav és tejsav képződik. Dagley és munkatársai (1960) szerint az aromás vegyületek baktériumos lebontása során a benzolgyűrű felszakadása a protokatechusav 3. és 4. számú szénatomja között következik be és a β -keto-adipinsavból pedig ecetsav és borostyánkősav képződik.

A 28. táblázatban különböző ligninből származtatható aromás vegyületek (p-oxi-benzaldehid, vanillin, ferulasav és sziringaldehid) mikroszkópus gombák által történő lebontását mutatjuk be (Gulyás 1969). A kísérletben tanulmányozott fenol-vegyületeket egyedüli szénforrásként alkalmaztuk és külön-külön vittük be a folyékony összetételű, ásványi tápsókat tartalmazó alaptápközegbe. A visszamaradt fenol-vegyületeket, valamint oxidációjuk során képződő és a kultúrközegből elkülöníthető átmeneti bomlástermékeiket (a megfelelő aromás karbonsavakat) U. V. abszorpciós mérések útján határoztuk meg.

A 28. táblázatban bemutatott eredményekből kitűnik, hogy a vizsgált gombák többsége jól növekedett az egyedüli szénforrásként alkalmazott aromás vegyületeken. Az oxidáció során átmeneti bomlástermékek is képződtek, amelyek főlhalmozódhatnak és kimutathatók a közegből. A felhalmozódás oka feltételezhetően az, hogy az oxidációs lépcső következő fokozatai jóval kisebb intenzitással mennek végbe mint az előző.

A vizsgált fenolok közül a p-oxi-benzaldehid volt legkönnyebben megtámadható, míg a ferulasav és a vanillin jóval lassabban mineralizálódott. A sziringaldehid rendelkezett a legnagyobb ellenálló képességgel. A fentiek alapján teljes mértékben indokoltnak tekinthetjük Henderson (1961), valamint Henderson és Farmer (1955) azon megállapítását, hogy az aromás ligninszármazékok elbontásának intenzitása szoros kapcsolatban van az aromás gyűrűhöz kapcsolt metoxi-gyökök számával.

A p-oxi-benzaldehid metoxi-gyököt nem tartalmaz, a vanillinsav és a ferulasav egy metoxi-csoporttal rendelkezik, míg a sziringaldehid, amely leginkább ellenállónak bizonyult, két metoxi-csoportot tartalmaz. Az átmeneti oxidációs termékek közül a meg-

felelő aromás karbonsavakat határoztuk meg. Így a p-oxi-benzaldehid – p-oxi-benzoészav, vanillin és ferulasav – vanillinsav, sziring-aldehid – sziringasav voltak a kimutatott anyagok, illetve származékok. Az aromás karbonsav származékok közül a sziringasav és a vanillinsav sokkal lassabban bomlanak le, mint a megfelelő aldehidek. Ez azt eredményezi, hogy a kultúrközegben felhalmozódhatnak ellentétben a p-oxi-benzoészavval, mely képződésének mértéke szerint többnyire azonnal tovább oxidálódik.

A ligninből felszabaduló és ott átmenetileg felhalmozódó aromás vegyületek transzformációjának másik útja a kinon típusú vegyületek képződéséhez vezet, amelyek megfelelő körülmények között igen könnyen kondenzálódnak más vegyületekkel, így különböző aminosavakkal s a keletkező heterociklikus kondenzátumok polimerizációjával huminszerű anyagok képződhetnek.

A talajban előforduló ligninszármazékok kinon típusú oxidációját a talajmikroszervezetek mono- és polifenoloxidáz fermentjei katalizálják. E tekintetben igen fontos szerepet tulajdonítanak a para-polifenoloxidáznak az ún. lakkáznak, amely a talajban élő mikroszervezetek – elsősorban gombák és sugárgombák – extracelluláris produktuma s mint ilyen, könnyen kapcsolatba kerülhet a szabad lignin összetevőkkel. Lakkázaktivitást talajokból többek között Trojanowski és Matwijow (1964) lengyel kutatóknak is sikerült kimutatni. A talajban előforduló szabad aromás vegyületek kinon típusú átalakulásában jóval korlátozottabb szerepe lehet a tirozinázoknak, amelyek endocelluláris fermentek és általában csak a mikroba sejtfalak pusztulása után jutnak ki a talajközegebe, így hatásuk sokkal inkább lokális.

A ligninnek és az aromás ligninszármazékoknak a talaj humuszanyagainak képződésében való közreműködését alátámasztja a metil-csoportok jelenléte a humuszban, valamint az, hogy a humusz redukív kémiai bontása során jelentős mennyiségben képződnek olyan aromás karbonsavak, amelyek a ligninbontás átmeneti termékei között is detektálhatók.

Az aromás lignin monoméreknek fontos szerepük lehet a huminsavak nitrogéntartalmú komponenseinek képzésében is. Hidrokinon és pirokatechin típusú vegyületek enzimatis oxidációja (fenoloxidáz) során ammónia jelenlétében diaminokinon képződik, amely könnyen polimerizálódhat és heterociklikus „N”-t tartalmazó fenoxazin képződik (Lindbeck és Young 1964). Flaig (1964), valamint Haider és munkatársai (1965) szerint peptidek és aminocukrok is kondenzálódhatnak fenoloxidázok jelenlétében, fenolokkal. E termékek polimerizációja során olyan aromás N-tartalmú makromolekulák képződnek, amelyek a huminsavak szerkezetébe illenek.

IRODALOM

- / 1/ Bondi, A, Meyer, H.: *Biochem. J.* 43. 2. (1948)
- / 2/ Bremner, J. M.: *J. Soil Sci.* 2. 67. (1951).
- / 3/ Bremner J. M.: *J. Soil Sci.* 5. 214. (1954)
- / 4/ Dagley, S., Ewans, W. C., Ribbons, D. W.: 188. 560 (1960)
- / 5/ Deherain, P.: *Traité de chimie agricole. éd. 2. Paris* (1902)
- / 6/ Fischer G.: *Arch. Microbiol.* 18. 397. (1953)
- / 7/ Flaig, W.: *Chem. Ber.* 8. 1973 (1959)
- / 8/ Flaig, W.: *Geochim. Cosmochim. Acta.* 28. 1523. (1964)
- / 9/ Freudenberg, K.: *Nature.* 183/2. 1152. (1959)
- /10/ Freudenberg, K., Zocher, H., Dürr. W.: *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* 62. 1814 (1929)
- /11/ Gulyás. F.: *Agrokémia és Talajtan.* 16. 137 (1967)
- /12/ Gulyás. F.: *Fenolok és aromás ligninszármazékok biológiai oxidációjának vizsgálata. Agrokémia és Talajtan* 18. 45. (1969)
- /13/ Haider, K., Federick, L. R., Flaig, W.: *Plant and Soil.* 22. (1965)
- /14/ Henderson, M. E. K.: *Nature,* 175. 634. (1955)
- /15/ Henderson, M. E. K.: *J. Gen. Microbiol.* 26. 155. (1961)
- /16/ Henderson, M. E. K.: *Fungal metabolisms of certain aromatic compounds related to lignin. In: Proc. Symp. chem. Biochem. Fungi and Yeast. Butterworths. London.* 589. (1963)
- /17/ Henderson, M. E. K., Farmer, W. C.: *J. Gen. Microbiol.* 12. 37. (1955)
- /18/ Hibbert, H.: *Ann. Rev. Biochem.* 11. 183. (1942)
- /19/ Hoppe-Seyter, F.: *Z. Physiol. Chem.* 69. 165. (1889)
- /20/ Kononova, M. M.: *Organicszeszkoje vescsesztivo pocsvü. Izd. AN. SSSR. Moszkva.* (1963)
- /21/ Koshijima, T., Yaku, F., Tanaka, R.: *J. Appl. Polym, Sci Appl. Polym. Symp.* 28. 1025. (1976)
- /22/ Leonowicz, A., Trojanowski. J.: *Acta Microbiol. Pol.* 14. 55. (1965)
- /23/ Lindbeck, MR., Young. J. L.: *Anal. Chim. Acta.* 32. 73. (1964)
- /24/ Pochon. J.: *Manuel Technique d'Analyse du Sol. Masson. Paris.* (1954)
- /25/ Trojanowski, J., Matwijow. J.: *Roczniki Gleboznawcze.* 14. 45. (1964)
- /26/ Trojanowski J., Leonowicz, A., Wojtas M.: *Acta. Microbiol. Pol.* 15. 215. (1967)
- /27/ Trojanowski J. Leonowicz A.: *Microbios.* 3. 247. (1969)
- /28/ Trojanowski. J. Wojtas-Wasilewska M., Junosza-Wolska, B.: *Acta. Microbiol. Pol.* 19. 13. (1970)
- /29/ Waksman. S. A.: *Humus. Williams and Wilkins. Co. Baltimore.* (1936)
- /30/ Waksman. S. A., Cordon. T. C.: *Soil Sci.* 45. 199. (1938)
- /31/ Waksman. S. A., Tenney, F. G.: *Soil Sci* 26. 155. (1928)

4. A TALAJBA KERÜLŐ NÖVÉNYI MARADVÁNYOK ELBOMLÁSA ÉS A TALAJOK SZERVESANYAG-GAZDÁLKODÁSA

A kemizáció és a gépesítés színvonalának emelkedésével évről évre növekszik a talajban és annak felszínén visszamaradó növényi anyagok mennyisége mind abszolút, mind pedig relatív értelemben. A modern iparszerű termelési módszerek a főtermék betakarítására helyezik a fő súlyt a gabonaféléknél, ami azt eredményezi, hogy lényegesen több növényi anyagot hagynak a földeken, mint néhány évtizeddel korábban. Másrészt az intenzív műtrágyázás megnöveli a gyökértömeget abszolút értelemben is. Ilyenformán nem túlzás azt állítani, hogy az utóbbi egy-két évtized során mintegy megkétszereződött a betakarítás után visszamaradó és a talajba bemunkálendő növényi anyagok mennyisége.

A növényi eredetű szerves anyagok lebontása egyike azoknak a biológiai folyamatoknak, amelyek mind közvetlenül, mind pedig közvetve alapvető módon befolyásolják úgy a talajképzési folyamatokat, mint a talajok termékenységét, mivel alapvető energiaforrással szolgálnak a mikroorganizmusok számára.

A talajképződés — mutat rá Viljamsz (1950) — a szerves anyagok szintézisének és mineralizációjának bonyolult kölcsönhatása során megy végbe. A talajképződés folyamatát befolyásoló faktorokat edafikus, klimatikus és biológiai tényezőkre szokták felosztani. Ezek között nem lehet fontossági sorrendet felállítani, mivel a maga helyén bármelyik közülük egyforma jelentőséggel bír. A talajbiológiának alapvető feladata, hogy tanulmányozza a talajban élő organizmusokat, illetve az általuk kiváltott folyamatok eredetét és irányát, megállapítsa azok törvényszerűségeit. Ebből logikusan következik az, hogy a talajbiológusok mindig nagy figyelmet fordítottak a talajba kerülő szerves maradványok biológiai transzformációjának megismerésére. Fehér (1954) a talajbiológia fejlődésében megtett legdöntőbb lépésnek nevezi a talajok szerves anyaga jelentőségének felismerését és azt, hogy ezáltal a talajbiológia a maga teljességében beilleszkedett a talajtanba.

4.1. A növényi maradványok szerepe a légkör szén-dioxid tartalmának szabályozásában

A növényi részek elhalása után végbemegy azok biológiai lebontása. Ebben a folyamatban az élővilág legkülönbözőbb képviselői vesznek részt, a mikroszervezetektől kezdve egészen a gerinces állatokig. Általában fitogén és zoogén lebontási formát szokás megkülönböztetni.

A növényi anyagok fitogén lebontását a mikroszervezetek különböző csoportjai, így a gombák, aktinomiceták és baktériumok végzik. Az állatvilág részéről ebben a folyamatban a gerinctelenektől a kérődzőkhöz a legkülönbözőbb fajok vesznek részt.

A zoogén és fitogén lebontás között a kapcsolat szoros, mivel sok légylárvá, giliszta stb. bélfőrájában cellulózbontó mikroorganizmusok élnek (Szabó, 1973).

A növényi anyagok lebontása Misusztyn és Emcev (1970) szerint elsősorban fitogén

jellegű. A zoogén lebontás jelentősége elsősorban abban áll, hogy az állatok felaprítják a növényi anyagokat, részben pedig abban, hogy a mikroszervezetek spóráinak elterjesztését végzik.

Mivel az aerob lebontás végterméke a széndioxid és a víz, a növényi anyagok mineralizációját jelentős mennyiségű CO_2 -képződés kíséri. A légkör CO_2 tartalmának a becslésekor a különböző szerzők eltérő adatokat közölnek (Fjodorov 1951, Schroeder 1920, Imseneckij 1959 stb.), abban azonban valamennyi szerző egyetért, hogy a levegő széndioxid tartalma állandó utánpótlás nélkül képtelen lenne hosszú ideig folyamatosan biztosítani a fotoszintetikus úton megköthető szén-dioxidot. Schroeder (1920) ezt az időtartamot 31–35 évben jelöli meg, Imseneckij (1959) – Timirjavez adataira hivatkozva – azonban úgy véli, hogy ennél jóval rövidebb, mintegy négy esztendő ciklus a valószínűbb érték.

A növények által felvett CO_2 mennyiségének mintegy a fele a fás részekbe épül be. Ez a tény is magyarázza, hogy a kutatói szellem miért vizsgálja már több mint egy évszázada azt a kérdést, hogy a növényi testbe beépült szén milyen úton-módon kerül ismét az atmoszférába.

Azt már a múlt században megállapították, hogy a Föld magasabbrendű élőlényeinek élettevékenysége során (így a növények, állatok, emberek légzésekor), továbbá a vulkánikus tevékenység során és az ipari, háztartási tüzelőanyagok égéstermékeivel a levegőbe jutó CO_2 együttes mennyisége csupán 10%-át teszi ki a levegőbe visszakérülő széndioxid mennyiségének (Imseneckij 1959, Fehér 1954, Szegi 1973). A többi a talajból származik.

Rippel–Baldes (1955) adatai szeint 1 ha-nyi talaj évente átlagosan 8000 kg széndioxidot választ ki. A talaj által kiválasztott CO_2 összes mennyiségének 1/4 része a gyökerek légzéséből, 3/4 része pedig a talajmikroflóra tevékenységéből származik, azaz a szerves növényi maradványok mineralizációja folyamán szabadul fel (Imseneckij 1959).

29. táblázat

Összefüggés a talajlevegő CO_2 -tartalma és a talajvíz pH-ja között

Páter (1957) után

A levegő CO_2 tartalma térfogat-%-ban	A vele érintkező víz pH értéke
0,03	5,72
0,30	5,22
1,00	4,95
10,00	4,45
100,00	3,95

A felszabaduló CO₂ egy része oldódik a talajvízben, ezáltal megnöveli a karbonátoknak vízben való oldhatóságát, így jelentős mértékben befolyásolja a kőzetek kémiai mállását.

A karbonátok oldása mellett a vízben oldott szén-sav meggyorsítja a szilikátok mállását is, amennyiben semlegesíti a hidrolíziskor keletkezett lúgos vegyületeket és hid-rokarbonátok képzésével elősegíti a mállás termékeinek elszállítását (Stefanovits 1975).

A 29. táblázat mutatja azt, hogy a levegő CO₂ tartalma milyen mértékben csökkent a talajvíz pH-ját (Páter 1957); A táblázat adataiból látható, hogy a levegő közönséges szén-dioxid tartalma mellett is 7,00-ről 5,72-re csökken a víz pH-ja, ami azt jelenti, hogy a benne lévő hidrogénionok mennyisége több mint tízszeresére emelkedett. Ez az oka annak, hogy a szén-dioxid tartalmú víz hatóképesége lényegesen meghaladja a tiszta vizét (Páter 1957).

4.2. A növényi maradványok elbomlásának szerepe a talajok termékenységének fenntartásában és fokozásában

A talajokban végbemenő mikrobiológiai folyamatok együttese, a növényi maradványok lebontása a levegő CO₂-tartalmának szabályozásán túlmenően jelentős talajképződési folyamat is (Waksman 1952, Misusztyn 1970, Kononova 1944, 1951, 1963, Zaharov 1963, Szegi 1973, 1974 stb.). A növényi maradványok növelik a talajok szervesanyag tartalmát, amelynek jelentőségét Tisdale és Nelson (1966) a következőkben látja:

A talajok szervesanyag tartalma

- tápanyagraktárként, nitrogén, foszfor, kén, stb, tárházaként viselkedik, ami különösen az intenzív műtrágyázás korában igen jelentős;
- növeli a kicserélődési kapacitást;
- energiát szolgáltat a mikroorganizmusok tevékenységéhez;
- szén-dioxidot szabadít fel;
- tartósítja a szerkezetet és kedvezőbbé teszi a talaj fizikai állapotát;
- védi a talajfelszínt és így növeli a vízbeszívargást.

Fentiekén kívül a talaj humusztartalma meggyorsítja a talajba jutó növényvédőszer-ek detoxikációját, azáltal, hogy azokkal bonyolult humát-pesticid komplexeket képez, amelyek már ártalmatlanok az élőlények szempontjából (Szegi, 1975).

Míndezek a szerepek (a talajfelszín védelmét kivéve) a lebomlás függvényei. Így nagy tömegű növényi maradvány létrejötté, majd ennek folyamatosan elbomlása szükséges a növénytermesztés és talajművelés sikere érdekében. Misusztyn (1970) a talajhumusz komplex-képző sajátosságait hangsúlyozza, továbbá azt a jelenséget, hogy a humuszvegyü-letek bomlástermékei között olyan fiziológiailag aktív vegyületek vannak, amelyek a növények anyagcseréjét befolyásolják (pl. Winter 1959, Flaig 1967, 1970, Hriszteva 1973).

A különböző növények maradványai kémiai összetételüket tekintve egymástól eltérőek. Ennek ellenére megadhatók azok a növényi szervezeteket alkotó vegyületcsoportok, amelyek a talaj szervesanyag-gazdálkodásában a legjelentősebbek.

Waksman (1952) az alábbi vegyületcsoportokat tartja a legfontosabbaknak:

1. Zsírok, olajok, szterinek és terpének.
2. Szénhidrátok. Ide tartoznak a mono-, di- és triszaharidok, a keményítők, hemicellulóz, poliuronidek (pektin, gumi, mézgaanyagok) és a cellulóz.
3. Szerves savak: telített és telítetlen zsírsavak és oxisavak.
4. Aldehidek, ketonok és alkoholok, beleértve az alifás, többértékű és telítetlen alkoholokat.
5. Lignin.
6. Ciklikus vegyületek: szénhidrogének, fenolok, kinonok, és tanninok.
7. Alkaloidok és más szerves bázisok: purin, piridin és piperidin típusú vegyületek.
8. Fehérjék, polipeptidek, aminosavak, aminok és egyéb N-tartalmú vegyületek.
9. Enzimek, hormonok, pigmentek, vitaminok és az élő szervezet más – kémiaiilag nem mindig indentifikált – termékei.
10. Ásványi alkotóelemek: foszfátok, szilikátok, szulfátok, karbonátok, kloridok, nitrátok, K, Ca, Na, Mg és más sók.

Kononova (1968) szerint a szervesanyag átalakulása a talajokban 3 fázisban megy végbe, ezek

- a szervesanyag felhalmozódása,
- a szervesanyag humifikációja és
- a humuszanyagok elbomlása.

A transzformáció folyamán Kononova (1968) szerint a növényi maradványoknak kb. 70–80%-a mineralizálódik és csak 1/3 része humifikálódik.

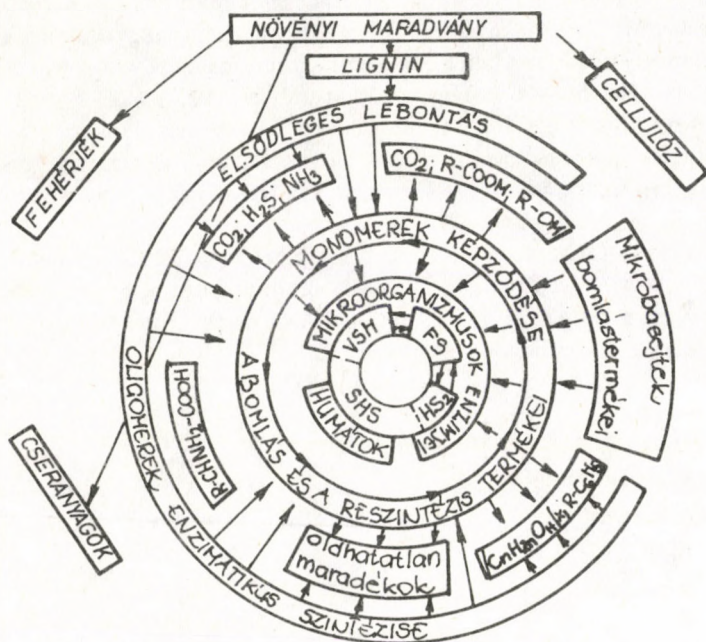
A tiszta cellulóz esetében Szegi (1962) azt tapasztalta, hogy 60 és 80%-os nedvességtartalmú talajokban a cellulóznak 18–36%-a CO_2 formájában eltávozik a rendszerből, a maradék 65–80%-ából részben humuszanyagok képződnek, részben a mikroorganizmusok szervezetébe épül be. Természetesen ez az arány – mint a szerző is hangsúlyozza – lényeges mértékben függ a talajba vitt cellulóz mennyiségétől, amely a fenti kísérletben 2%-ot tett ki.

A növénymaradványok a talaj szántott rétegének heterogén volta következtében különböző talajmélységekben eltérő módon alakulnak át. Misusztjin (1970) kimutatta, hogy a legfelső (1–10 cm-es) talajrétegben mineralizálódik a növényi szervesanyag a leggyorsabban, s itt a legkisebb a toxikus anyagok (elsősorban illó savak: ecetsav, vajsav, továbbá borkósav, almasav, oxálsav, fenol-típusú vegyületek stb.) felhalmozódása. Lényegében ugyanilyen következtetésre juttottak más szerzők is (Rauhe, Leine és Koepke 1961, Parker és Larson 1962, Sauerlandt 1962, Mishoustine, Erofeev et. al. 1964. Misusztjin, Vosztrov, Nikitin és Erofeev 1965 stb.).

Aliev (1971) kimutatta, hogy a növényi maradványok lebontása során kb. annyi (482–628 kcal) energiatartalmú szén-dioxid szabadul fel, amennyi ekvivalens a lebontandó növényi massa energiatartalmával (498–628 kcal). Minthogy azonban a lebontás kezdeti szakaszában a lebontott növényi anyag energiatartalmának csak egy része mutat-

kozik a képződött CO_2 energiataralmában, a szerző szerint kézenfekvő az a feltevés, hogy a különbség humuszvegyületek szintézisére fordítódik. Aliev fenti megállapításai azért igen figyelemre méltóak, mert energetikai vizsgálatokkal bizonyítják a növényi maradványok szerepét a légkör CO_2 -tartalmának utánpótlásában és a talajhumusz képződésében.

A növényi maradványok humifikációjának a mai felfogás szerinti útját Murzakov (1973) a következő sémában adja meg:



6. ábra: A növényi maradványok lebomlásának sémája

Ansorge (1966) nagyszámú tartamkísérlet eredményei alapján megállapította, hogy az istállótrágya szalmatrágyával való helyettesítése még 8 év után sem csökkentette a kísérleti talaj humusztartalmát, ha nagyadagú műtrágya-kiegészítést alkalmaztak. Más helyen ugyanő arról tudósít, hogy a nitrogén-kiegészítéssel adott szalmatrágyázás 0,1–0,2%-kal növelte a talaj szerves C-tartalmát (Ansorge 1967).

Szeji (1975) hangsúlyozza, hogy a talajok tápanyagforgalmában, de általánosságban az emberi beavatkozás által megbolygatott ökológiai rendszerek energiaforgalmában fontos szabályozó szerepük van a talajba kerülő szerves növényi maradványoknak, s jelentőségük a kemizáció és a gépesítés előrehaladtával állandóan növekszik. A N-immobilizáció csökkenti a veszteségeket, a képződő CO_2 és szerves savak elősegítik a P és K vegyületek felvételét, ezáltal a műtrágyák hasznosulását.

Morel (1968) kísérletileg bebizonyította, hogy a tarlómaradványok jelenléte kifejezetten kívánatos a N-műtrágyák jobb hasznosulása érdekében. A növények által fel nem vett talaj-N egy része elegendő szénforrás hiányában veszendőbe megy a szervesanyag-képződés szempontjából.

A szalmatrágyázás humuszképző hatását igazolja Buchner (1969) is, aki szerint 25 q/ha-nyi közepes szalmaadaggal 100 g/ha istállótrágyának megfelelő szervesanyag mennyiség kerül a talajba.

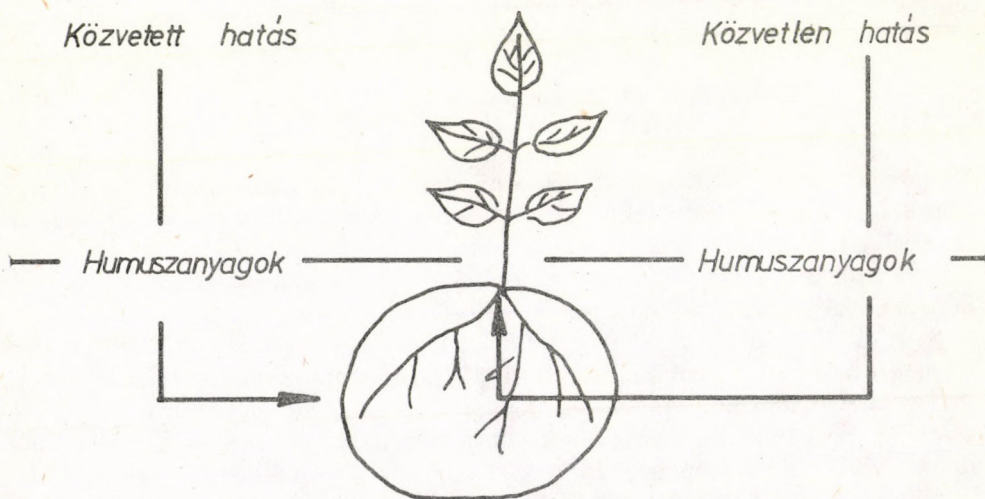
Schmalzfuss (1969) teljes humuszmentes lösztalajjal végzett vizsgálataiban bebizonyította, hogy a gabonafélék tarló- és gyökérmaradványaiból képződött szervesanyagok végleges humuszállapota elegendő K, N és P-kiegészítés mellett igen gyorsan bekövetkezik.

Glükóz, keményítő, búzaszalma és lucerna humifikációját vizsgálva Novák (1967, 1972) megállapította, hogy 63 napig tartó anaerob érlelést követő 7 napos aerob inkubálás többszörösére növeli a humuszképződést a fenti anyagokból. A szerző azt a meggyőződését fejezte ki, hogy megfelelő agrotechnikával és trágyázással úgy lehet irányítani a talajokba jutó szervesanyagok mikrobiális transzformációját, hogy az a termelés érdekeit szolgálja.

Ugyanezt a gondolatot fogalmazza meg Szegi (1974) is, aki évtizedekig tartó monokultúras kísérletek eredményeire hivatkozva, kijelenti, hogy a mi éghajlati viszonyaink között a növényi szár- és gyökérmaradványok teljes egészében képesek fenntartani a talajok szervesanyag-háztartásának egyensúlyát.

4.3. A humifikáció közvetlen és közvetett hatásai

A növénymaradványok humifikációja a körülmények szerint befolyásolja a termés nagyságát. A humuszanyagok hatása lehet közvetlen és közvetett (Flaig, 1970).



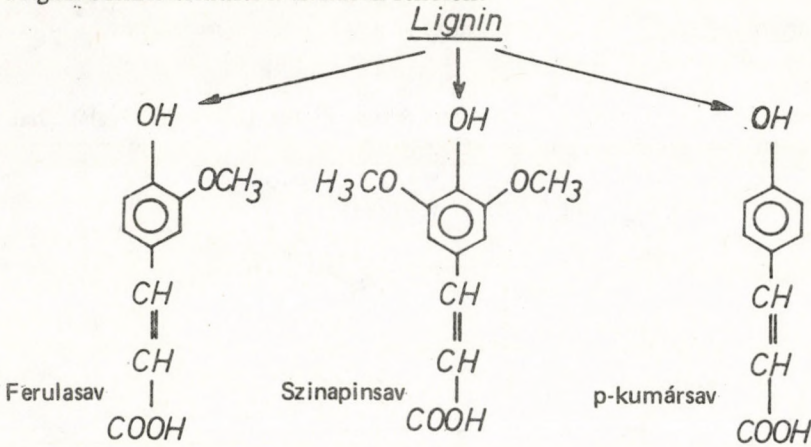
7. ábra: A humuszanyagok közvetlen és közvetett hatásai

Közvetett a hatás, ha a humuszanyagok befolyása a talaj fizikai és kémiai sajátosságainak megváltozása következtében érvényesül. Ezek a hatások csaknem minden esetben kedvezőek.

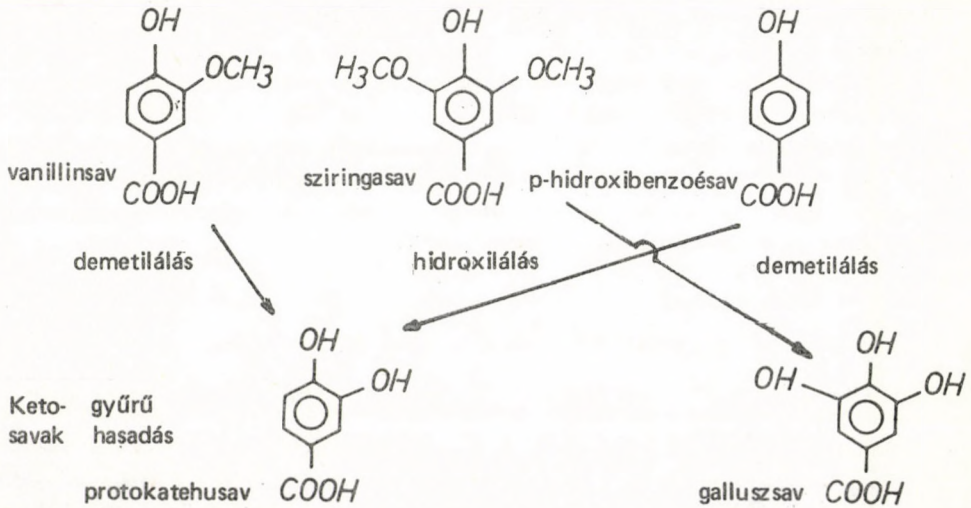
A közvetlen hatást a humuszanyagok, vagy azok bomlástermékei azáltal fejtik ki, hogy a növények számára felvehetőek, s így belépve a növények anyagcseréjébe, azt valamilyen módon befolyásolják.

A közvetlen hatás akkor a legmarkánsabb, ha a felvett vegyületek anyagcsere-aktívak. Ezek az anyagcsere aktív anyagok legtöbbször a növénymaradványok bomlástermékei, s igen gyakran mikrobiális anyagcsere-termékek.

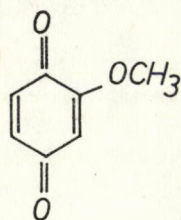
Ilyenek mindenekelőtt a különböző fenolok, amelyeknek a koncentrációja a talajban elérheti az 1×10^{-5} Mol/liter talajtérfogatot. A növénymaradványok komponensei közül a lignin bomlástermékei is általában fenolok:



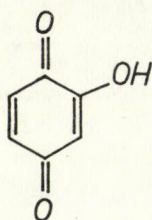
További átalakuláskor az oldallánc rövidülésével és oxidációval:



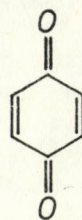
Az intermedierekből oxidatív dekarboxilezéssel kinonok, így



metoxi-

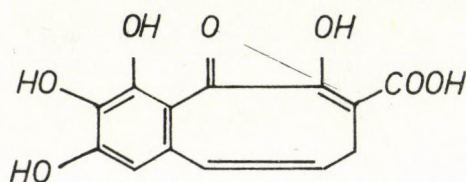


hidroxi-



benzokinon 1,4

keletkezhetnek. Ezek dehidrogénezéssel dimerekké, illetve polimerekké alakulhatnak: így például a galuszsav oxidációs termékéből képződő

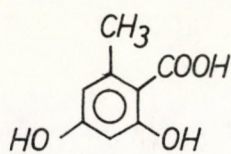


purpurogallin – 9 – karbonsav

általános példa arra nézve, hogy a dimerizáció végbemegy és hogy dimerizációval más difenil-vegyületek is képződhetnek. (Salfeld és Baume, 1964).

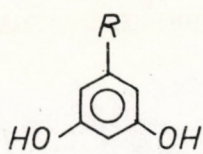
Maider és Martin (1967) a mikrobiális szintézis útján előálló anyagcsere-aktív vegyületekről számol be, arról, hogy fenolok, mint a huminsavak kiindulási termékei, mikroorganizmusok kultúráiban is megjelennek.

Így például az *Epicoccum nigrum* orzellinsavat és krezorzellinsavat szintetizál alifás prekursorokból. Mindkét vegyület később dekarboxilezéssel metilrezorcín-derivátumokká alakul át, s a karboxilcsoportokká oxidált metilgyökök hidroxilezése és dekarboxilezése során ugyancsak különböző fenolok keletkeznek:

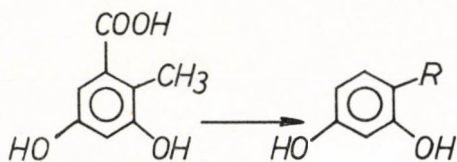
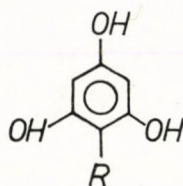
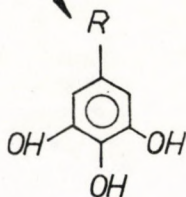


Orzellinsav

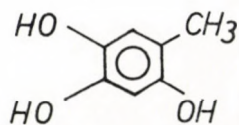
R = CH₃ ; COOH; H



2, 3, 5-trihidroxi-toluol



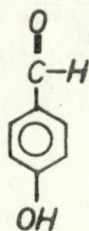
krezorzellinsav



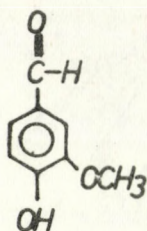
2, 4, 5-trihidroxi-toluol

Ezeknek a bomlástermékeknek – legyenek ezek növényi maradványok bomlástermékei vagy mikrobiális produktumok – a hatásmechanizmusa még nem kellően ismert.

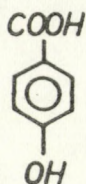
A Flaig által izolált és vizsgált lignin-lebontási termékek:



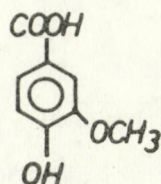
p-hidroxi-benzaldehid



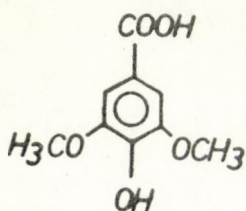
vanillin



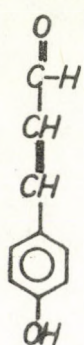
p-hidroxi-benzoészav



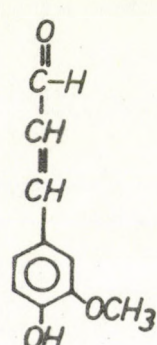
vanillinészav



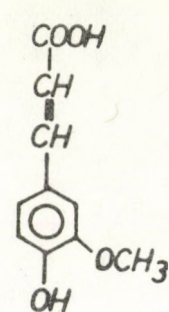
sziringészav



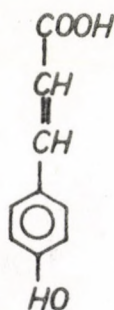
p-hidroxi-fahéjaldehid



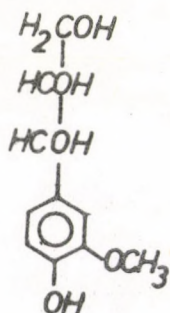
koniferil-aldehid



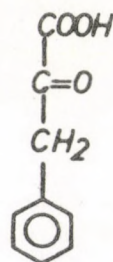
ferulészav



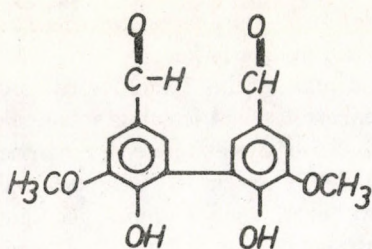
p-hidroxi-fahéjsav



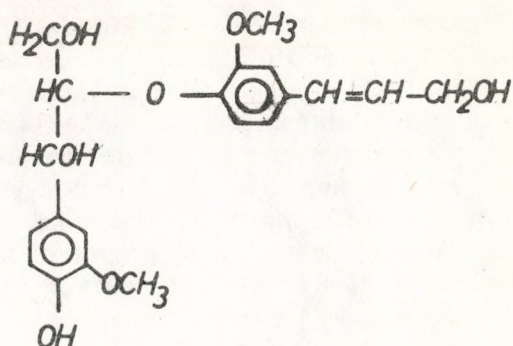
guajacil-glicerin



guajacil-borostyánkőészav



dehidro-divanillin



guajacil-glicerin – β – koniferiléter.

A fenti vegyületek növényi anyagcserére gyakorolt hatásait vizsgálva kiderült, hogy minél inkább eltértek a növények növekedési feltételei az optimumtól, annál erősebb a fiziológiailag aktív lignin-bomlástermékek befolyása. Úgy tűnik, hogy ezen vegyületek hatásmechanizmusa abban van, hogy az oxidatív foszforiláció anyagcserefolyamataiba kapcsolódnak be. Ilyen vegyületek nemcsak a növénymaradványok humifikációjakor vagy izolált lignin lebomlásakor keletkeznek, hanem humusból izolált (^{14}C -vel markírozott) frakciókban is.

Tulajdonképpen nem tárgyaltuk volna ezt a kérdést ilyen részletesen, ha nem lenne belátható gyakorlati jelentősége, s éppen a műtrágyázással kapcsolatban. Egyre-másra gyűlnek az adatok arról, hogy az egyoldalú és nagyadagú P és K trágyázás megnöveli a ligninfrakció arányát a növényekben. Kniga és Kniga (1971) például a kukorica levelének és szárának lignin-tartalmát vizsgálta, s az alábbi értékeket találta, négyéves kísérletben.

30. táblázat

*A kukorica levél és szár lignintartalma
(az abszolút szárazanyag %-ában)*

Kniga és Kniga (1971) után

Variáns	A levél lignintartalma			A szár lignintartalma		
	virág- zárkor	tejes éréskor	teljes éréskor	virágzási kor	tejes éréskor	teljes éréskor
Ø	20,94	22,40	23,46	17,59	18,35	20,27
N	16,83	20,66	24,18	17,42	18,11	20,74
NPK	19,12	22,64	25,26	18,47	19,52	21,80
PK	22,87	20,99	23,31	22,17	25,17	27,99

Ezekre az adatokra érdemes odafigyelni, különösen monokultúrás termelésben, ahol évről évre felhalmozódik a lignin, s természetesen annak bomlástermékei.

Bár a talajbiológust érthetően a lebomlás mechanizmusa érdekli, s azok az eljárások, amelyekkel ezt siettetni lehet, de ez a kérdés már nem erről szól. A jelenlegi színvonalon és mennyiségben megtermelt kukorica még eredményesebb termesztése érdekében nem lehet mindegy, hogy egy indokolatlanul nagy adagú P–K trágyázással elősegítsük a ligninbomlástermékek nagy mennyiségének keletkezését, s ezzel – még ha fenológiai szimp-tómáktól mentesen is – a növény légzésének az anyagcsere-aktív vegyületek által történő esetleges gátlásával ne érjük el a lehetséges terméseket, a genetikai potenciál és a talaj termőképességének teljes kihasználását.

4.4. Az elbomló növényi maradványok mikroflórája

A növénymaradványok elbontásában mikroorganizmusok bonyolult szukcessziója vesz részt, amelynek összetétele bontás közben is változik. Rübalkina és Kononenko (1959) vizsgálatai szerint kezdetben a nem spórás baktériumok vannak túlsúlyban, valamint az élesztők, a gombák és a protozoák (főként amőbák). Ebben az időszakban megy végbe a keményítő, részben pedig a hemicellulóz, a proteinek és a cellulóz elbontása. A cellulóz teljes lebontásában ezután a spórás baktériumok és a sugárgombák, továbbá (és ez már a lignin lebontásában is lényeges) a gombák tevékenysége válik intenzívebbé.

A lebontás folyamán mutatkozó szukcessziósorozat egyes mikrobiocönózisainak kifejlődését elsőségi a metabiotikus lánc korábbi tagjainak autolízise, ami organikus anyagokat juttat a talajba. A bontó mikroorganizmusok faji összetételét és aktivitását a talajtakaró növényzet sajátosságosan alakítja. Ilyen jelenségről számol be pl. Haber (1956), aki különböző növénytársulások alatt jelentős különbségeket talált a talajbaktériumok számára és a talaj biológiai aktivitását jelző CO₂ – produkciójában.

A növénymaradványok cellulóz-frakciójának lebontásában résztvevő legfontosabb baktériumok körét Fehér (1954) az alábbiakban adja meg:

Ordo: Eubacteriales

Fam: Pseudomonadaceae

Vibrio agarliquefaciens

Vibrio andoi

Vibrio perimastrix

Vibrio hyperion

Cellvibrio ochraceus

Cellvibrio flavescens

Cellvibrio fulvus

Cellvibrio vulgaris

Cellfalcicula viridis

Cellfalcicula mucosa

Cellfalcicula musca

Fam: Corynebacteriaceae

Corynebacterium fimi

Fam: Micrococceae

Micrococcus sp.

Fam: Achromobacteriaceae

Achromobacter sp.

Fam. Bacteriaceae

Bacterium idoneum
Bacterium bibulum
Cellulomonas concitata
Cellulomonas rossica
Cellulomonas gelida
Cellulomonas desidiosa
Cellulomonas gilva
Cellulomonas aurogenes
Cellulomonas albida

Fam: Bacillaceae

Bacillus imminutus
Bacillus thermofibrincolus
Bacillus calfactor
Bacillus thermocellolytikus
Bacillus albus
Bacillus aporrhoeus
Cellulobacillus mucosus
Clostridium Omelianskii
Clostridium Wernwri
Clostridium cellulosesolvens
Clostridium spumarum
Clostridium cellulolyticum
Clostridium cellobioparus
Clostridium dissolvens

Ordo: Myxobacteriales

Fam: Cytophagaceae

Cytophaga Hutchinsonii
Cytophaga lutea
Cytophaga aurantica
Cytophaga rubra
Cytophaga tenuissima
Cytophaga deprimata
Cytophaga albogilva

Fam: Sorangiaceae

Sorangium cellulolum

Fam: Polyangiaceae

Polyangium cellulolum

Fam: Myxococcaceae

Myxococcus sp.
Angiococcus cellulolum
Sporocytophaga myxococcoides
Sporocytophaga congregata
Sporocytophaga ellipsospora
Itersonia ferruginea

Ordo: Actinomycetales

Fam: Streptomyceaceae

Streptomyces cellulosa
Streptomyces flavochromogenes
Streptomyces hygrosopicus
Streptomyces melanocyclus
Micromonospora fusca
Micromonospora chalybea
Micromonospora propionici

Ordo: Spirochaetales

Fam: Spirochaetaceae

Spirochaeta graminea

Imsenyeckij (1959) az aerob cellulózbontók legfontosabb nemzetségeinek az alábbiakat tartja:

Pseudomonas, Vibrio, Chromobacter, Micrococcus, Streptococcus, Achromobacter, Bacterium, Bacillus, Proactinomyces, Mycobacterium, Actinomyces, Micromonospora, Promyxobacterium, Cytophaga, Sorangium, Sporocytophaga. Imsenyeckij ebben a monográfiájában a Cellulomonas, Cellvibrio, Cellfalcicula, Cellulobacillus, Cellulococcus elnevezéseket indokolatlannak tartja, szerinte nem önálló genuszok, hanem az általa feljebb megadott nemzetségek tagjai.

A cellulóz bontó gombák Fehér (1954) után a következők:

Rhizoplyctis rosea, *Myxotrichum chartarum*, *Eidamella spinosa*, *Aspergillus brunneofuscus*, *Aspergillus clavatus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus cellulosae*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus glaucus*, *Aspergillus luchuensis*, *Aspergillus nidulans*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus sulfureus*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus Wentii*, *Penicillium africanum*, *Penicillium claviforme*, *Penicillium luteum*, *Penicillium pinophilum*, *Penicillium roseum*, *Penicillium rugulosum*, *Penicillium stoloniferum*, *Penicillium atramentosum*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium divaricatum*, *Penicillium Duclauxii*, *Penicillium expansum*, *Penicillium funiculosum*, *Penicillium granulatum*, *Penicillium intricatum*, *Penicillium lanosum*, *Penicillium notatum*, *Penicillium purpurogenum*, *Penicillium roqueforti*, *Penicillium spinulosum*, *Scopulariopsis* sp., *Dactylomyces thermophilus*, *Citromyces* sp., *Terfezia* sp., *Pyronema confluens*, *Peziza* sp., *Sclerotinia Fuckeliana*, *Bulgaria polymorpha*, *Rhizina inflata*, *Chaetomium bostychoides*, *Chaetomium chartarum*, *Chaetomium indicum*, *Chaetomium Kunzeanum*, *Sordaria humicola*, *Sordaria sylvatica*, *Xylaria hypoxylon*, *Xylaria polymorpha*, *Hypoxylon coccineum*, *Rosellinia reticulospora*, *Coniophora cerebella*, *Coniophora tabacina*, *Corticium evolvens*, *Peniophora gigantea*, *Peniophora pubera*, *Stereum frustulosum*, *Stereum hirsutum*, *Stereum purpureum*, *Stereum synquinolentum*, *Stereum subpileatum*, *Daedalea confragosa*, *Daedalea quercina*, *Fomes annosus*, *Fomes aplanatus*, *Fomes fomentarius*, *Fomes laricis*, *Fomes pinicola*, *Fomes roseus*, *Lenzites sepiaria*, *Lenzites trabea*, *Merulius lacrymans*, *Polyporus abietinus*, *Polyporus adustus*, *Polyporus amorphus*, *Polyporus balsameus*, *Polyporus borealis*, *Polyporus destructor*, *Polyporus ponderosus*, *Polyporus squamosus*, *Polyporus subacidus*, *Polyporus sulfureus*, *Polyporus vaillantii*, *Polyporus vaporarium*, *Polyporus volvatus*, *Polystictus abietinus*, *Polystictus pergamenus*, *Polystictus stiptucus*, *Polystictus versicolor*, *Poria atosporia*, *Poria incrassata*, *Trametes carnea*, *Trametes cinnabarina*, *Trametes mollis*, *Trametes odorata*, *Trametes serialis*, *Armillaria medea*, *Lentinus lepideus*, *Paxillus panuoides*, *Schizophyllum commune*, *Torulopsis humicola*, *Acremonium* sp., *Blastotrichum puccinioides*, *Botryosporium* sp., *Botrytis bassiana*, *Botrytis cinerea*, *Botrytis tenella*, *Cephalosporium* sp., *Cylindrophora Hoffmanni*, *Geotrichum* sp., *Humicola grisea*, *Humicola* sp., *Metarrhizium glutinosum*, *Monacrosporium* sp., *Monilia terrestris*, *Monilia grisea*, *Monilia stitophila*, *Monosporium humicolum*, *Monosporium ellipticum*, *Monosporium viridescens*, *Monosporium reflexum*, var. *viride*, *Mycogone puccinoides*, *Oidium* sp., *Pricularia oryzae*, *Spicaria elegans* var. *flava*, *Spicaria simplicissima*, *sporotrichum bombycinum*, *Sporotrichum epiganeum* var. *terrestre*, *Sporotrichum griseolum*, *Sporotrichum olivaceum*, *Sporotrichum reseolum*, *Trichoderma Köningii*, *Trichothecium roseum*, *Verticillium glaucum*, *Verticillium cellulosae*, *Verticillium cannabarinum*, *Verticillium effusum*, *Verticillium glaucum*, *Verticillium latericum*, *Acremonium fusca* var. *minor*, *Alternaria tenuis*, *Alternaria chartarum*, *Alternaria geophila*, *Alternaria humicola*, *Alternaria polyporpha*, *Alternaria varians*, *Bispora monilioides*, *Cladorrhinum* sp., *Cladosporium herbarum*, *Trichocladium asperum*, *Soniosporium* sp., *Septosporium* sp., *Stachybotrys alternans*, *Stachybotrys atra*, *Stemphylium botryosum*, *Stemphylium botryosum* var., *Domesticum*, *Stemphylium graminis*, *Stemphylium macrosporoideum*, *Stemphylium piriforme*, *Stemphylium verruculosum*, *Synsporium biguttatum*, *Torula chartarum*, *Torula ligniperda*, *Trichosporium* sp., *Cili-*

ciopodium hyalinum, Coremium sp., Stysanus stemonites, Aegeritopsis sp., Epiccocum purpurascens, Fusarium albido-violaceum, Fusarium candidum, Fusarium commutatum, Fusarium genevense, Fusarium vasinfectum, Myrothecium verrucaria, Chaetomella horrida, Dendrodochium gracile és Phoma sp.

Kovaljova (1971) árpa, burgonya és káposzta tarlómaradványok bomlásának tanulmányozása során 82 különböző gombafajt, illetve törzset izolált. A vizsgálatok több, nagyon érdekes eredményt hoztak, amelyek közül kiemelkedik az a megállapítás, hogy a három megvizsgált gazdasági növény maradványainak lebontásában nem mindegyik gomba vesz részt egyformán:

Árpa, káposzta és burgonya maradványok bomlása közben identifikált gombatörzsek.
(Kovaljova 1971)

A növénymaradványokon:

1. árpa

2. káposzta

3. burgonya

A talajban:

4. az irodalom szerint

5. a kísérletben

Gomba	1	2	3	4	5
Alternaria humicola Oud	+	+	+	—	—
A. tenuis. Fr.	+	+	+	+	+
Arthrotrys superba Cda	—	+	—	+	+
Aspergillus clavatus Desm.	—	—	+	+	—
A. fumigatus Fres.	+	+	+	+	+
A. niger V. Tiegh.	+	—	—	—	+
A. pseudoclavatus Pur	—	—	—	—	—
Botrytis cinerea Fr.	+	+	+	+	+
Cephalosporium acremonium Cda	—	+	+	+	—
C. oudemansii Pidolp.	—	+	—	+	—
Chaetomium chromatium Fr	+	+	+	—	—
Ch. fimeti Fckl.	—	+	—	+	—
Ch. globosum Fr.	+	+	+	—	+
Cladosporium herbarum Fr.	+	+	+	+	—
C. lignicola Cda.	+	—	—	—	+
Coniothyrium sp.	—	—	+	+	+
Coprinus sp.	+	+	—	+	—
Dicoccum asperum (Cda) Sacc.	+	+	+	+	+
D. minutissimum Cda	+	+	+	—	—
Dicheterospora Catenulata Kamysch.	—	—	+	—	—
Echinobotryum atrum Cda	+	+	—	—	+

Gomba	1	2	3	4	5
<i>Fumago vagans</i> pers.	—	+	+	—	—
<i>Fusarium argillaceum</i> (Fr.) Sacc.	—	—	+	—	—
<i>F. equiseti</i> (Cda) Sacc	—	—	—	—	+
<i>F. graminearum</i> Schwabe	—	+	+	—	—
<i>F. lateritium</i> Fr.	—	+	+	—	—
<i>F. redolens</i> Wr	—	+	+	—	—
<i>F. reticulatum</i> Mont.	—	+	+	—	—
<i>F. solani</i> (Mort.) Sacc.	—	+	—	—	+
<i>Gilmaniella humicola</i> Barron	+	+	+	—	—
<i>Helminthosporium gramineum</i> Rab.	—	+	+	—	—
<i>Hormodendrum resinae</i> Lindau	—	+	+	—	—
<i>Mortierella candelabrum</i> v. Tiegh et le Monn	—	+	—	+	+
<i>M. minutissima</i> v. Tiegh	—	+	—	+	—
<i>M. plumbeus</i> Bon.	+	+	+	+	+
<i>M. racemosus</i> Fres.	+	+	+	+	+
<i>Monosporium accuminatum</i> Bon.	+	+	—	+	—
<i>Mycelia sterila</i>	+	—	—	—	—
<i>Mycogone nigra</i> (Morg.) Jensen	+	+	+	—	—
<i>Oidiodendron echinulatum</i> Barron	—	+	+	—	—
<i>Oospora nivea</i> (Fckl.) Sacc et Vogl.	+	+	—	—	+
<i>Penicillium casei</i> Staub	+	+	+	—	—
<i>P. chrysogenum</i> Thom	+	+	—	+	+
<i>P. citreo-roseum</i> Dierckx	+	+	+	—	—
<i>P. claviforme</i> Bain	—	—	+	—	—
<i>P. citrinum</i> Thom	—	+	+	—	+
<i>P. cyclopium</i> Westl.	+	+	+	+	+
<i>P. frequentans</i> Westl.	+	+	—	—	—
<i>P. griseo-roseum</i> Dierckx	+	+	—	—	—
<i>P. nigricans</i> Bain	+	+	—	+	+
<i>P. notatum</i> Westl.	+	+	+	—	—
<i>P. oxalicum</i> Cur. et Thom	—	—	+	—	—
<i>P. purpurogenum</i> Fler et Stoll	+	+	+	+	+
<i>P. restrictum</i> Gilman et. Abb.	+	+	+	—	—
<i>P. roquefortii</i> Thom	+	+	+	+	+
<i>P. rugulosum</i> Thom	—	+	+	—	—
<i>P. solitum</i> Westl.	—	—	+	—	—
<i>Periconia laevispora</i> Lindau	—	+	—	+	—
<i>Phoma</i> sp.	—	+	—	+	—
<i>Puccinia graminis</i> Pers	—	—	+	—	—
<i>Rhinocladium nigrosporoides</i> Kamyschko	+	+	+	—	—

Gomba	1	2	3	4	5
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb	+	+	—	—	+
<i>Sclerotinia</i> sp.	—	+	—	+	+
<i>Sclerotium rhizoides</i> Auersw	—	—	+	—	—
<i>Sporotrichum flavissimum</i> LK	—	—	+	—	+

A fentiekén túlmenően az árpa, káposzta és burgonya maradványainak lebomlása során jelen vannak az alábbi gombák:

- Stachybotrys alternans* Bon.
- Stemphylium botryosum* Wallr.
- S. ilicis* Tenawall
- Stysanus stemoniter* (Fr.) Cda.
- Tighemella tighemii* (Deskenb.) Naum
- Torula herbarum* Fr.
- Trichoderma kőningii* Oud.
- Trichoderma lignorum* (Fr.) Harz
- Trichosporium fuscum* (Lk.) Sacc.
- T. macrosporum* Kamyschko
- T. roseum* Fr.
- Tubercularia* sp.
- Umbellula* sp.
- Verticillium ampelinum* Cke. et. Mass.
- V. candidum* Sacc.
- V. candelabrum* Bon
- V. cellulosa* Daszewska

A felsorolásból látható, hogy amíg pl. az *Alternaria tenuis* mindhárom növény maradványairól izolálható volt, addig az *Echinobotryum atrum* csak az ápráról és káposztáról, a *Mortierella minutissima* csak a káposztáról, a *Penicillium solitum* egyedül a burgonyáról stb. Kovaljova eredményei is azt a véleményt támasztják alá, amely szerint a növényi maradványok elbontását végző mikroszervezetek faji összetétele erősen függ a lebontandó növény kémiai összetételétől.

A mikroflóra emellett szezonális dinamikát is mutat. Így Vojnova—Rajkova (1978) szerint tavasszal és nyáron a magasabb hőmérsékleten a nem spórás baktériumok vannak túlsúlyban, s ilyenkor elsősorban a könnyen bomló szerves anyagok degradációja dominál, ősszel és télen pedig, amikor a hőmérséklet alacsonyabb és a talaj nedvesebb, megnő a spóráképző baktériumok és a sugárgombák száma.

Erdőtalajok, réti-mezősegi (csernozjom) talajok összehasonlító vizsgálata során Szász (1956) kimutatta, hogy a talajtípus maga is erősen befolyásolja az egyes élettani csoportok mennyiségét. Kimutatta, hogy erdőtalajon főleg a gombák, a sugárgombák

és az anaerob baktériumok élnek, réti talajokban az anaerobok és a kisebb mértékben az aerobok, míg csernozjom talajokban az aerob baktériumok terjednek el.

A talajokban a különböző élettani csoportba tartozó mikroszervezetek élnek tehát egymás mellett és tevékenységük nem független egymástól. A környezeti feltételek változása, a mikroszervezetek tevékenysége az egyes populációk egymáshoz való viszonyát állandóan módosítja, s ez a változás a mikroorganizmusok számában és a populációk fiziológiai aktivitásában egyaránt megmutatkozik.

A mikroorganizmusok faji összetételét befolyásoló tényezők közül Gel'cer (1959^a) hangsúlyozza a rendelkezésre álló szerves maradványok kémiai összetételét. A szerző egy másik dolgozatában (Gel'cer 1959^b) a cellulózbontó szervezeteknek a talajhumusz képződésében betöltött szerepét tanulmányozva megállapítja, hogy a humuszfelhalmozódás szempontjából az a kedvező, ha a maradványok lebontását kezdetben gombák végzik, s csak ezután a cellulózbontó baktériumok.

Hasonló tapasztalatokról számol be Tribe (1960), aki azt találta, hogy a cellulózt először gombák (főként Rhizoctonia, Humicola és Botryotrichum nemzetségek) kezdik bontani, ezeket követik a cellulózbontó baktériumok, majd a zoogén lebontást végző nematódák, atkák, ugróvillások és enchitreidák.

Misusztyin és Tepljakova (1960) szerint a talajlakó szervezetek faji összetételét befolyásoló tényezők között öntözetlen talajokban a nedvességtartalom a döntő, míg öntözött körülmények között a hőmérséklet és a lebontandó növényanyag kémiai összetétele a meghatározó. Szabadföldi körülmények között a talajmikroflóra szezonális dinamikáját az jellemzi, hogy a nem spórás baktériumok száma igen gyakran változik, a Bacillusok dinamikája egyenletesebb. Az évszakos változásokat tekintve általában szembeötlő az, hogy őszele a gomba- és baktériumszám csökken, ugyanakkor az aktinomiceták mennyisége a talajban megnövekszik.

Az egyes élettani csoportok mennyisége adott esetben a talajtípusoktól és a talaj tápanyagtartalmától is függ. Így Balicka és Sochacka (1959) homoktalaj vizsgálatokor azt tapasztalták, hogy ebben a talajban az összes baktériumszám nem ad következetes értéket. A szerzők szerint a talaj biológiai állapotát homoktalajban jobban jelzi az azotobacterek mennyisége.

Misusztyin és Emcev (1970) gyepes podzoltalaj mikroflórájának összetételét vizsgálták különböző trágyázási mód mellett és a 31. táblázatban feltüntetett értékeket találták:

31. táblázat

Trágyázás hatása a talajmikroorganizmusok mennyiségére Misusztyin és Emcev (1970) után

Talaj	Összcsofraszám	Sugárgombák	Gombák
	x 1000/l g talaj		
Trágyázatlan	594	117	15,0
NPK	1246	61	23,6
Istállótrágya	2297	250	30,6

Csernozjom talajban Misusztyn (1972) a foszfor- kálium- és nitrogén tápanyagkiegészítésnek a talajmikroorganizmusok egyes csoportjainak számára gyakorolt hatásait vizsgálta és azt észlelte, hogy a talajhoz adagolt műtrágya valamennyi megvizsgált mikroorganizmus-csoport számát megnövelte a talajban. (32. táblázat)

32. táblázat

*Műtrágyák hatása különböző fiziológiai csoportba tartozó
mikroszervezetek mennyiségeinek alakulására
Misusztyn (1972) után*

Trágya	Baktériumok	Sugárgombák	Gombák	Cellulóz-bontók
	x 1000/l g talaj			
∅	4200	1700	16	30
P ₂ O ₅ + K ₂ O	5600	2450	27	185
P ₂ O ₅ + K ₂ O + N	8300	3350	21	270

4.5. Környezeti tényezők hatása a növényi maradványokat bontó mikroszervezetek aktivitására

Aligha szorul különösebb bizonyításra, hogy a növényi maradványoknak akár a természetes, akár a kultúrákoszisztémákban végbemenő lebomlását egyidejűleg több környezeti tényező befolyásolja. Ezek közül a hőmérséklet, a rendelkezésre álló N-forrás a sókoncentráció és a nedvesség azok, amelyeknek a hatásai döntő fontosságúak.

Hőmérséklet

Alapvető környezeti faktor, amely a lebontó mikroflóra faji összetételét befolyásolja.

Szege (1973) egyebek között az *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Hormodendrum*, *Verticillium*, *Humicola*, *Nigrospora*, *Stachybotrys* és *Trichoderma* génuszba tartozó gombák, valamint az *Actinomyces roseolus*, *Act. olivaceus*, *Act. antibioticus*, *Act. oidiosporus*, *Act. flavovirens*, *Act. venezuelae*, *Act. levoris* fajok és a *Collinus*, *Albus-sterilis*, *Chartreusis*, *Venezuelae* és *Violaceorectus* sugárgomba szériaszek izolátumait vizsgálta arra nézve, hogy ezek a mikroszervezetek 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 és 40 °C-on milyen cellulóz-bontó aktivitást mutatnak. Azt találta, hogy az *Actinomyces*ek optimális hőmérséklete 25–30 °C között van. A megvizsgált sugárgombák között egyetlenegy sem volt, amely 15 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten bontotta volna a cellulózt, s 40 °C-nál is mindössze 2 törzs volt még aktív.

Néhány mikrogomba fejlődéséhez szükséges hőmérséklet
(Siu és Sinden 1951., után)

Gomba	Hőmérséklet °C		
	minimum	optimum	maximum
<i>Aspergillus flavipes</i>	15	28	40
<i>Aspergillus fumigatus</i>	40	45	55
<i>Aspergillus niger</i>	10	32,	45
<i>Chaetomium indicum</i>	18	30	42
<i>Cladosporium herbarum</i>	15	20–25	30
<i>Curvularia lunata</i>	15	30–32	40
<i>Gliomastix convulata</i>	15	28	40
<i>Humicola grisea</i>	40	45	55
<i>Monotospora deleeae</i>	5	20	40
<i>Myrothecium verrucaria</i>	15	30–32	40
<i>Penicillium chrysogenum</i>	10	25	45
<i>Sporotrichum carnis</i>	5	25	45
<i>Stachybotrys atra</i>	18	25	42

A gombák kevésbé érzékenyek az alacsony hőmérsékletre. A megvizsgált, összesen 28 izolátumból 6 törzs (21%) már 5 °C hőmérsékleten kezdett cellulózon növekedni, 10 °C-nál tovább 21 kultúra (75%) már bontotta a cellulózt, s 7 törzs (25%) még 40 °C-on is megfelelő intenzitással növekedett a cellulózt bontva.

A gombák optimuma is 25–35 °C között van, s ebben a hőmérsékleti tartományban a 12 hetes kísérleti időszak alatt 2–3-szor annyi cellulózt bontottak el, mint a sugárgombák

Nyilvánvaló tehát, hogy a gombák szélesebb hőmérsékleti skálán képesek bontani a növényi maradványokat, és nagyobb határfokkal is, mint az Actinomyceták. Szántóföldi körülmények között, különösen alacsonyabb hőmérsékleten a gombák által végbemenő növényi szervesanyaglebomlás jelentősebb, mint a sugárgombák és a baktériumok tevékenysége (Naplekova, 1965).

4.5.1. A pH hatása a talajmikroflóra tevékenységére

Egész sor szerző igazolta már évtizedekkel ezelőtt, hogy a talaj pH-ja döntően meghatározza a talajflóra összetételét, (Misusztyn 1947, Fehér 1954, Müller 1965, Pochon-Barjac 1958, stb.) és aktivitását. Így Jensen (1931) megállapította, hogy egyes gombák, mint pl. a *Trichoderma köningii*, vagy a *Fusarium oxysporum* a cellulózt csak savanyú közegben bontják.

Misusztyin és Puskinszkaja (1960) szerint a talajgombák sokkal kevésbé érzékenyek a pH-változásra, mint más talajmikroorganizmusok, bár zömük a neutrális vagy neutrális-hoz közeli pH-n növekszik a legjobban. Hasonló eredményekről számol be Szegi (1968) is.

Sinden és munkatársai (1948) a pH cellulózbontó gombákra gyakorolt hatását vizsgálva azt találták, hogy az *Aspergillus flavipes*, a *Penicillium luteum* és a *Myrothecium verrucaria* pH 6–7 közötti optimummal rendelkeznek, ugyanakkor pl. egy *Humicola* faj pH-optimuma pH=8 volt. Sőt – a *Gliomastix conoulata* még pH=11-nél is bontotta a cellulózt! Taha és Abuzied (1963) szerint a *Penicillium oxalicum* és a *Helminthosporium cyclops* pH=6-nál bontják optimális sebességgel a cellulózt.

Nagyon érdekesek e tekintetben (s a különböző környezeti faktorok kölcsönhatásait is szépen bizonyítják) Pehrson (1948) eredményei, aki azt találta, hogy a *Pharcidium infestans* gomba optimális növekedésének pH-értékei különböző hőmérsékleten eltérők. Az egymáshoz tartozó értékek:

Hőmérséklet °C	pH
5	4,5
10	5,0
15	5,5
20	6,0

Szegi (1973) 17 sugárgomba törzs aktivitását vizsgálta pH=5; 6; 7; 8; 9 mellett, cellulóz és glükóz szénforrást tartalmazó közegben, és azt találta, hogy az *Actinomyces* számára a legkedvezőbb pH cellulóz mellett a pH=7 volt. Itt mind a 17 törzs jól hasznosította a cellulózt, addig pH=8-nál csak 7 törzs növekedett, pH=6-nál 12, pH=5 mellett pedig mindössze 3 törzs, s közülük is egyedül az *Actinomyces antibioticus* bontotta elfogadható intenzitással a cellulózt. Egészen más a kép a glükózt tartalmazó közegben: a 17 törzsből 8 jól növekedett pH=4–5-nél és 9 törzs még pH=3 mellett is. Szabadföldi körülmények között a cellulózbontó mikroflóra főleg gombákból és baktériumokból áll, és már 5-ös pH-nál is intenzív cellulózbontó aktivitás figyelhető meg, s a mikrobák zöme igen széles pH-intervallumban képes cellulózt szintetizálni, ezért a fenti laboratóriumi eredmények nem ültethetők át szabadföldi viszonyok közé, a szerző véleménye szerint sem (Szegi 1973).

4.6. A C/N arány és a N-immobilizáció problémája

A mikrobiológiai gyakorlatból ismeretes, hogy a talajba kerülő növényi maradványok lebontását döntően befolyásolja a lebontó szervezetek rendelkezésére álló nitrogén mennyisége, s ebben kiemelkedő fontosságú a talaj C/N aránya, amit a növénymaradványokban lévő C és N mennyisége igen erősen megváltoztathat. Ismeretes, hogy a növénymaradványok relatíve kevés nitrogént és sok szénvegyületet tartalmaznak, vagyis a C/N

arány — különösen a gabonafélék tarlómaradványaiban — igen tág, s ebben az esetben a lebontó mikroszervezetek a talaj N-vegyületeit részben vagy egészen felhasználják a bontáshoz.

A mikrobák optimális működéséhez szükséges C/N arányt nem lehet egyetlen értékkel jellemezni, mert ez egy sor tényezőtől függ. Ezek között a mikrobaasszociációk faji összetétele és a rendelkezésre álló C-forrás minősége azok, amelyek az általános tapasztalat szerint a leglényegesebbek. Nem csupán a különböző növényfajok kémiai összetételében vannak jelentős különbségek, hanem ugyanazon faj különböző fajtáinak az összetétele is különbözik, s ezt az összetételt tovább befolyásolják a termesztési körülmények. Így például Danneberg (1971) a kukoricaszár humifikációjának vizsgálatakor a 34. táblázatban leírt összetételű kiindulási anyagokat használta:

34. táblázat

*Danneberg (1971) által vizsgált kukoricaszárak
C/N arányai*

Megnevezés	1. kukoricaszár	2. kukoricaszár
Hamu	6,03	6,71
C-tartalom	44,30	42,00
N-tartalom	2,95	1,06
C/N arány	15,00	39,60

*Összefüggés a C/N arány és a lebomlás sebessége között
Mirosnyicsenko (1973) után*

35. táblázat

Növényi rész	C/N arány	A lebontás foka 6 hónapos érlelés után (Az eredeti súly %-ában)
Trifolium pratense levél	22	76
Trifolium pratense gyökér	41	62
Alopecurus pratensis levél	55	43–46
Trifolium pratense szár	79	47
Agrostis tenuis szár	79	31–44
Alopecurus pratensis szár	87	27–32
Alopecurus pratensis gyökér	99	7–29
Agrostis tenuis gyökér	160	4–15
Alchimilla monticola gyökér	54	28, 44

Mirosnyicsenko: (1973) 6 hónapos érlelés során tanulmányozta az *Alopecurus pratensis* L., *Agrotis tenuis* Sibth., *Alchimilla monticola* Opiz és *Trifolium pratense* növények lebomlását, s azt találta, hogy a kezdeti lebontás annál intenzívebb, minél szűkebb a növényben lévő C/N arány, s ennek megfelelően a különböző növényi részek eltérő sebességgel bomlanak.

A növényi maradványok humifikációjának vizsgálatakor tehát nagyon lényeges a lebontandó növényi anyag összetételének a pontos meghatározása, s mégis nehezen hasonlíthatók össze a különböző szerzők által kapott eredmények.

Általában megállapítható, hogy a talajok eredeti C/N aránya a növényi maradványok bekeverésekor tágul, s az önmagában adott N-műtrágya természetesen szűkíti a C/N arányt. Az együttesen adagolt növényi anyag (pl. szalma) és N-műtrágya egymás hatásait kiegyenlíti. Wójczik–Wojtkowiak (1971) markírozott $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ szalma lebomlása közbeni transzformációját vizsgálva, ugyancsak ezt igazolja a 36. táblázat adataival.

36. táblázat

*C/N arány változása
Wójczik–Wojtkowiak (1971) után*

Kezelés időpont	Talaj	Talaj + N	Talaj + szalma	Talaj + szalma + N
Kezdet	5,6	4,8	12,3	10,7
12. hét	5,7	5,0	6,4	6,2

A szerves anyagok lebomlása közben a N-szükségletet és a talaj felvehető- és összes N-tartalmát a talajok egyéb mikrobiológiai folyamatai is befolyásolják, s ezek a folyamatok elsősorban a talajtípustól függenek. Nagyon meggyőzően bizonyítja ezt pl. Unger, Knabe és Kaltofen (1968). A szerzők az NH_4NO_3 formában adagolt N különböző dózisaik hatását figyelték a *Lolium perenne* és a *Phleum pratense* füvek termésére és a cellulózlebontás intenzitására. Azt tapasztalták, hogy homoktalajon és láptalajon a N emelkedő dózisa kezdetben egyaránt növelte a termést és a cellulolitikus aktivitást, ugyanakkor extrém műtrágya adagoknál a termés hirtelen csökkenése következett be, míg a cellulózbontás változatlanul magas szinten maradt. S mivel a cellulózbontás alacsonyabb N-kiegészítés mellett érte el a maximumát, két következtetés adódik:

1. A cellulózbontók számára optimális N-dózis alacsonyabb, mint a maximális terméshez szükséges adag.
2. Helytelen az a felfogás, amely szerint a cellulózbontó mikroorganizmusok hamarabb károsodnak magas N-dózisok hatására, mint a magasabbrendű növények.

A N-mérleg a 37. táblázat tanúsága szerint a két talajon eltérően alakult:

37. táblázat

*N-tartalom és N-mérleg, g/edény
Unger, Knabe és Kaltofen (1968) után*

A		B		Lolium perenne (homoktalaj)		
A vizsgálat kezdetén		A vizsgálat végén		Maradék vatta	Összesen	N-mérleg (B-A)
Műtrágya	Műtrágya és talaj	Termés	Talaj + gyökér			
0	6,60	0,09	5,92	0,01	6,02	-0,58
1	7,60	0,79	5,88	0,02	6,69	-0,91
2	8,60	1,63	6,41	0,01	8,05	-0,55
4	10,60	2,66	6,41	0,02	9,09	-1,51
6	12,60	3,20	7,88	0,02	11,10	-1,50
8	14,60	1,59	11,79	0,03	13,41	-1,19
10	16,60	—	8,80	0,03	8,83	-7,77
Lolium perenne (láptalaj)						
0	37,30	0,25	39,96	0,02	40,23	+2,93
1	38,30	0,99	41,12	0,03	42,14	+3,84
2	39,30	1,83	41,76	0,03	43,62	+4,32
4	41,30	3,52	42,34	0,03	45,89	+4,59
6	43,30	3,73	47,29	0,04	51,06	+7,76
8	45,30	3,93	44,88	0,03	48,84	+3,54
10	47,30	3,89	47,30	0,04	51,23	+3,93

Látható, hogy ugyanazon N-kezelések és cellulóz mellett az N-egyensúly a különböző talajokban eltérően alakul. A szerzők a homoktalajon kialakult negatív N-egyensúlyt a denitrifikációnak tulajdonítják, míg a láptalaj pozitív N-egyensúlyának okát abban látják, hogy a talaj nagy szervesanyag tartalma kedvez az N-kötőknek, s azok a cellulózbontás időszakában tetemes mennyiségű nitrogént juttatnak a talajba.

Hasonló eredményeket közöl Chandra és Bollen (1960), akik kísérletileg igazolták, hogy a szalma talajhoz keverése csökkenti a denitrifikáció okozta N-veszteségeket, de növeli az NH_4NO_3 és $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ formájában adagolt nitrátok miatt fellépett denitrifikációt. Szalmakivonat hozzáadásával megnövekedett a talaj összes N-tartalma. Mindkét jelenség a Clostridiumok N-kötésével magyarázható.

Kedvező körülmények között a mikroszkópikus gombák ökonómikusabban hasznosítják a C-forrást, mint a talaj egyéb mikroszervezetei. Mint ismeretes, a C a mikrobák számára részben energiaforrásként szolgál, részben pedig a biomasza szintéziséhez használódik fel. A biokémiai folyamatok során a C egy része CO_2 és más illó savak formájában

ban felszabadul és eltávozik a rendszerből, az anyagcseretermékek más része pedig a környezetben felhalmozódik.

A C-forrás minősége és annak koncentrációja a közegben az a körülmény, amely a legerősebben befolyásolja azt, hogy mikroszervezetek a rendelkezésre álló összes C-nek hány %-át használják fel a sejtanyagaik szintéziséhez (Holzapfel 1925, Foster 1949). Holzapfel megállapította, hogy a gombák esetében az ilyen célra felhasznált C%-os értéke, az ún. „gazdaságossági, vagy kihasználási koefficiens”, általában 20–50 % közötti érték. A *Fusarium sambucinum* gazdaságossági koefficiense pl. szaharóz C-forrás esetében 33%, fruktóz, glükóz esetében csak 24%.

A C-forrás karakterén kívül annak a koncentrációja is befolyásolja a „kihasználási koefficiens”. Foster (1949) adatai szerint 2,5% glükóz-koncentrációnál ez 40%-ra tehető, ha viszont a glükóz koncentrációja 10%, akkor a koefficiens csak 12,5%.

A C/N arálynak a különböző típusú mikroorganizmusokra gyakorolt hatásait Kauffmann és Williams (1963) vizsgálták és megállapították, hogy szűk C/N arány esetén a gombák száma növekszik, ugyanakkor kiderült az is, hogy a különböző talajgombák különböző C/N arányok mellett növekednek a legintenzívebben. Így pl. a *Chaetomium*, *Botryotrichum*, *Masoniella*, *Stisanus* génuszok tagjai kifejezetten szűk C/N arányt igényelnek a növekedésükhöz, más gombák viszont, mint az *Actinomucor*, *Coniothyrium*, *Phoma*, *Trichoderma* fajok tágabb C/N arány esetében növekednek intenzívebben.

Mindezek alapján könnyen belátható, hogy a talajba kerülő növényi maradványok a maguk adott C/N arányával szinte meghatározzák azoknak a lebontó szervezeteknek a faji összetételét, amelyek ezen C/N-arányban találják meg növekedésük optimális feltételét. Kauffmann és Williams (1963) adatai szerint a szalma talajhoz keverése a gombaszám hirtelen emelkedését eredményezi, azonban e közben a faji összetétel igen-igen leszűkül, ilyenkor a *Humicola*, *Masoniella* és *Stisanus* fajok kerekednek felül.

Naplekova (1964) megvizsgálta a lebontott cellulóz és a lebontás közben felvett $\text{NO}_3\text{-N}$ mennyisége közötti összefüggéseket és azt tapasztalta, hogy e tekintetben az *Actinomyces* és a gombák viselkedése eltérő. Vizsgálataiban arra az eredményre jutott, hogy ez az arány a sugárgombáknál 17–41:1; a gombáknál 10–18:1. A gabonafélék – búzaszalma, kukoricaszár – tarlómaradványainak lebontásakor a talajban alapvető változások következnek be mind a mikroorganizmusok faji összetételében, mind pedig a biológiai aktivitásban. Ezen növények C/N aránya igen tág, olykor 80–100:1 körüli érték. A lebontás kezdetén igen rövid idő alatt bekövetkezik a lebontó szervezetek nagyarányú elszaporodása, s ezek a mikroorganizmusok a talaj felvehető N-tartalmú vegyületeit részben vagy egészben felhasználják a bontáshoz. Így tehát elmondható, hogy a lebontás kezdetén mutatkozó „mikrobiológiai explózió” a felvehető N immobilizációjához vezet, beépítve azt az elsődleges kolóniák sejtjeibe. A lebontás során keletkező szén-dioxid ugyancsak befolyásolja a talaj szaprofita szervezetének élettevékenységét. (Williams és Gray 1974, Gray és Biddleston 1974.)

Garrett (1970) a növénymaradványok bomlásakor bekövetkező N-immobilizációt azzal magyarázza, hogy a bontás a poliszacharidok leépítésével kezdődik. Mivel a gomba eredetű celluláz adaptív enzim, a cellulózbontó gomba hifájának állandó kontaktusban kell lennie a cellulózzal, mint az enzim szintézisét indukáló szubsztráttal. Az enzimszinté-

zis után megtörténik a cellulóz elbontása, majd több szubsztrátum nem lévén, az enzim lebomlik. Ilyen módon a gombamicélium cellulóztartalmú közegben gyors növekedésre van készítetve. Ehhez a növekedéshez viszonylag nagy mennyiségű, a protoplazma szintéziséhez felhasználható tápanyag szükséges. A nitrogén, mint ilyen tápanyag, ezért immobilizálódik gyorsan, már a cellulózbontás kezdeti szakaszában. Ez a folyamat az N-immobilizáció mikrobiológiai útja.

Danneberg (1971a és 1971b) szerint az N-nek több mint 95%-a organikus kötésben van a talajban, s csak mintegy 2–5%-a ionos (főleg ammónium és nitrát) formában. Vizsgálatai szerint a talajhumusz rendszeresen tartalmaz nitrogént, kb. 3–5%-nyi mennyiségben. Egy része ennek savval hidrolizálható, és a hidrolizátumban aminosavak vannak. Ez igazolni látszik azt a véleményt, amely szerint a humuszanyagok keletkezésében a fehérjék is szerepet játszanak. Az N-nek más része kötött, ún. „humín-N”, amely főként heterociklikus vegyületbe épül be. A hidrolizátum N-jének egy része a ninhidrin reakció szerint α -amino-N, ez a frakció a talaj-N mennyiségének mintegy 30%-át teszi ki. Az egyes aminosavak kromatográfiásan meghatározhatók. A hidrolizátum továbbá mindig tartalmaz ammóniát, amelynek a mennyisége a hidrolízis körülményeitől függ. A talaj-N-nek 5–24%-a aminocukrokban, továbbá nukleinsavakban és azok bomlástermékeiben van.

A N-immobilizációja a szerző kísérleti adatai szerint 2 fázisban megy végbe:

1. *fázis*: Az oldhatatlan N-mennyisége az első 10 nap alatt 0-ról 300 mg-ra szökkent fel, s ebből 263 mg markirozott N volt.
2. *fázis*: A 10–30. nap között az oldhatatlan N mennyiségében további, de már csökkentett ütemű növekedés tapasztalható további mintegy 100 mg anorganikus N épül be szerves vegyületekbe.

A 30. nap után az oldhatatlan N mennyisége stagnál, vagy pedig az ammonifikációs folyamatok megindulása következtében enyhe mértékű csökkenést mutat.

Flaig (1970) leírja az N-immobilizáció kémiai útját. E szerint a növényi maradványok lignintartalmának a lebomlásakor főként fenolderivátumok keletkeznek, az OH-csoport-hoz képest o-állású 1 vagy 2 metoxil csoporttal. A fenolos OH-hoz viszonyított p-helyzetben 1–2 szénatomos oldalláncok vannak, rendszerint karboxil-csoportot is tartalmazva. Ilyen elsődleges bomlástermékek pl. a ferulasav, szinapinsav és p-kumársav. Ezek oldallánc-rövidüléssel és oxidációval vanillinsavvá, sziringasavvá és p-hidroxi-benzoésavvá alakulnak. Ezek a termékek tovább alakulnak: a vanillinsavból demetilálással, a p-hidroxi-benzoésavból hidroxilálással protokatechusav keletkezik, amely további hidroxilálás után gallussavvá alakul, vagy pedig az aromás gyűrű felszakadásával alifás ketosavakhoz vezet, amelyeket a mikroorganizmusok C-forrásként sokkal könnyebben hasznosítanak, mint az aromás vegyületeket.

A N-immobilizáció szempontjából nagyon lényeges folyamat az elsődleges bomlástermékek dekarboxilálása, amelynek során kinonok keletkeznek.

Így Flaig és Haider (1961) és Sundman és Haro (1966) egyaránt metoxi-benzokinon-1,4-et identifikáltak mikroorganizmus kultúrában.

Ilyen átalakításra magasabbrendű növények is képesek, pl. a *Bergenia crassifolia*, amelyben Zenk (1964) kimutatta a hidrokínon képződését a p-hidroxi-benzoésavból történő decarboxilálás által. (A hidrokínon a növényben glikozid-formában, arbutinként van jelen.)

Már korábban volt szó arról, hogy a bomlástermékek dehidrogénezéssel dimerekké, ill. polimerekké alakulhatnak. Salfield és Baume (1964) azt találták, hogy pl. a gallussav oxidációs termékeiből purpurogallin-9-karbonsav keletkezik. Hasonló úton más difenil-vegyületek is keletkezhetnek.

Haider és Martin (1967) leírják, hogy az *Epilococcum nigrum* alifás prekursorokból orzellin- és krezorzellinsavat képes szintetizálni, amelyek ezután decarboxilezéssel metil-rezorcín derivátumokká alakulnak át. Ez bizonyíték arra, hogy a talajmikroorganizmusok is képesek fenolokat szintetizálni. Ezek a fenolok az aromás magon különböző helyzetben 2–3 OH-csoportot tartalmaznak. Az 1, 2, 3 vagy az [1, 2, 4-trihidroxi-derivátumok, amelyek a mikroba-kultúrákban megjelennek, a huminsavakhoz hasonlóan sötét színű vegyületek.

A talaj fenol-típusú vegyületeinek a jelentősége Flaig (1970) véleménye szerint különösen abban van, hogy könnyen kinonokká oxidálhatók, amelyek azután a talaj N-tartalmú vegyületeivel, mint pl. aminosavakkal, peptidokkal és más nukleofilekkel tudnak reakcióba lépni. Ezek a N-tartalmú vegyületek így az ammonifikáció számára időlegesen elvesznek – s ez tulajdonképpen a N-immobilizáció kémiai útja.

4.7. A növényi maradványok hatása a talajban levő kórokozókra

A tág C/N arányú növényi maradványok talajba vitele bizonyos kórokozók jelenlétét is befolyásolja a talajban. Forbes (1947) beszámol azokról a Kaliforniában végzett kísérletekről, amelyekben az árpa a búza és a kukoricánövények maradványainak a talajba vitele visszaszorította a bab gyökérrothadását okozó *Fusarium solani* f. sp. phaseoli gombát a talajban. Itt is a nitrogén bizonyult limitáló faktornak, mert ez a biológiai hatás nullifikálódott, ha a talajt egyidejűleg 0,3% NH_4NO_3 -tal kezelték.

Ugyancsak depressziót mutat a tág C/N arányú növénymaradványok jelenlétében a fakultatív parazita *Rhizoctonia solani* is, azonban itt a hirtelen bekövetkező N-immobilizáció mellett jelentős szerepe van a *Rh. solani* nagyfokú CO_2 -érzékenységének is. Számos növényi kórokozó (pl. *Fusarium*ok, *Helminthosporium* stb.) szaprofita életmódra is képes és intenzíven részt vesz a növényi anyagok mineralizálásában.

4.8. A növényi maradványok hatása a talaj N-kötő szervezeteire

Természetes ökoszisztémákban a talaj N-utánpótlását elsősorban a N-kötő mikroorganizmusok biztosítják, amelyek tevékenysége feltételezhetően a növényi maradványok energiataralma közvetett felhasználásának az eredménye.

Hatalmas irodalmi anyag áll rendelkezésünkre, amely a talaj N-háztartásában szereplő N-kötők viszonyát tárgyalja a növényi maradványok elbomlásával összefüggésben. Az érdeklődés több okból is érthető, de elsősorban azért, mert a cellulózbontó és N-kötő szervezetek az általános felfogás szerint metabiotikus-szimbiotikus viszonyban vannak. A szénhidrátok bomlástermékei C-forrásként szolgálnak a N-kötők számára, s ilyen módon elősegítik azok szaporodását.

Imsenyeckij (1959) az azotobakterek számára C-forrásként cellodextrint vagy cellobiózt adva azt tapasztalta, hogy ezeket a szénforrásokat az azotobakter sejtek nem tudják felhasználni és bizonyította, hogy az azotobakterek energiaforrásként kisebb szénatom-számú oligomereket használnak fel.

Ismeretes, hogy a cellulóz biológiai lebontásához felvehető nitrogén szükséges, ezért pl. a nitrátok talajba vitele elősegíti a cellulóz degradációját (Waksman és Skinner 1926).

A lebontott cellulóz mennyisége arányos a rendelkezésre álló N mennyiségével, s az optimális arány az egyes cellulózbontó szervezeteknél eltérő. A cellulózbontó mixobaktériumoknál ez az arány 29/8–34/9 (Krzeminiowska és Krzeminiowski 1937), a vibrióknál 100/2–2,2 (Vinograszki 1952), a gombák esetében pedig 25–50/61 (Waksman 1928).

A cellulóz talajba vitelekor olyan viszonyok állnak elő, amelyek kedveznek a N-kötők szaporodásának. A N-kötő képességet az azotobakterek, clostridiumok mellett egy sor más talajlakó szervezeteknél is bizonyították (Wilson 1952, 1958; Lvov 1963). Egy sor sugárgomba és gomba képes növekedni szénhidrátok jelenlétében N-mentes közegben is, miközben megköti a levegő N-jét (Kraszilnyikov 1949, Ploho 1940, Panosdzian 1945; Fjodorov és Kudrajasova 1956, Fjodorov és Iljina 1959). Számunkra legérdekesebbek azok az eredmények, amelyek bizonyították, hogy egyes mikrobák cellulóztartalmú közegben a levegő nitrogénjét, mint egyedüli N-forrást hasznosítják (Metcalfé és Brown 1957), ilyen szervezet pl. a *Nocardia cellulans*.

Bizonyították, hogy ha cellulózbontókat és N-kötőket egyidejűleg juttatnak a talajba, akkor jelentősen növekszik a légköri N megkötése (Kalinyinszkaja 1970).

Kalinyinszkaja (1967) egy sor talajban talált olyan mikrobaasszociációkat, amelyek aktívan bontják a cellulózt, s egyúttal jelentős mennyiségű nitrogént kötnek meg.

Szalma formájában a talajba vitt szerves anyag hatására Misusztyin (1970) a N-kötő szervezetek intenzív szaporodását tapasztalta, de csak abban az esetben, ha a talajban felvehető N-vegyületek is voltak. Űgy találta, hogy 1 g – a talajba vitt – cellulóz 5 mg nitrogén megkötését eredményezte. Ezt hektárra átszámítva: 4–5 tonna szalma talajba vitele esetén a mikroszervezetek a légköri nitrogénből mintegy 20–25 kg-ot kötnek meg.

Iswaran (1958) különböző növények (3 pillangós, továbbá rizs és kukorica) föld feletti részeinek lebomlása során keletkező humuszvegyületek stimulatív hatását tapasztalta az azotobakter tenyészetek N-kötő képessége, de ez a stimulatív hatás nem volt korrelációban a különböző humuszféleségek C/N arányával. Ugyanezt erősíti meg a szerző egy másik dolgozatában is (Iswaran 1960). Voinova–Rajkova és Bakalivanov (1962) ugyancsak hangsúlyozzák a kiegészítő ásványi táplálkozás jelentőségét (1,5–3 q/ha) szalma adagolása mellett: ilyen esetben növekedett leginkább az ammonifikáló, a nitrogén-kötő, a nitrifikáló és a cellulózbontó szervezetek mennyisége és aktivitása.

Stabil N^{15} izotóppal végzett vizsgálataiban Kalinyinszkaja (1969, 1972) további bizonyítékokat szolgáltatott arra, hogy a cellulóz lebomlása különböző talajtípusokban jelentősen stimulálja a légköri nitrogén mikrobiológiai fixációját.

Ahrens (1963) nyers szervesanyaggal trágyázott talajban fentiekkel ellentétben az azotobakterek sejtszám-csökkenését észlelte.

Voznyakovszkaja (1954) különböző talajokban vizsgálta az *Azotobacter chroococcum* és a különböző cellulózbontók viszonyát eltérő cellulózforrások (többek között felapított szalma) jelenlétében, és azt tapasztalta, hogy az azotobakter jelenléte megnövelte a cellulózbontók (*Cellvibrio* és *Cytophaga*) aktivitását. Ez a hatás ásványi N hozzáadásakor megduplázódott. Ugyanakkor a cellulózbontók is stimuláltak; az *Azotobacter chroococcum* növekedését. Vatta – mint cellulózforrás – jelenlétében az azotobakter sejtszám több mint kétszeresére nőtt.

Imsenyekij (1959) a cellulózbontók – azotobakterek kapcsolatát elemezve megjegyzi, hogy nem minden cellulózbontó képes az azotobakterek sejteinek autolizátumát N-forrásként felhasználni, hanem vannak olyanok is (mint pl. a *Sporocytophaga* genusz tagjai), amelyek erre nem képesek. Szegi, Gulyás (1963) vizsgálataiban a cellulózbontó mikrogombák és aktinomiceták anyagcseretermékei jelentős mértékben serkentik az azotobakterek légzését. A növényi maradványok lebontásában kiemelkedő szerepet játszó talajgombák N-igénye eltérő.

Robbins (1937) a mikroszkópius gombákat az alábbi 4 csoportba sorolta:

1. Minden formában felveszik a N-t, beleértve a molekuláris N_2 -t is;
2. NH_4^+ és NO_3^- ionokat használnak;
3. Ammóniát és szerves N-vegyületeket kedvelők;
4. Csak organikusan kötött N-t tudnak hasznosítani.

Igen nagy azoknak a munkáknak a száma, amelyek bizonyítják, hogy a felhasználható N-forma igen erősen függ a környezeti tényezőktől (Bünning 1936, Foster 1949). Sinden és munkatársai (1948) szerint a *Gliomaxtix conoulata* a cellulózt csak abban az esetben hasznosítja, amikor a közegben élesztőkivonat van – nyilvánvaló, hogy az élesztőkivonat bioszfactorai közül a gombának néhányra szüksége van.

A talajok mikrobapopulációinak tevékenységét, a talaj-mikroszervezetek mennyiségét a rendelkezésre álló tápanyag minőségén és mennyiségén kívül számos más – esetenként nem identifikálható – környezeti tényező is befolyásolja. Így Helmeczi (1976) a különböző adagú műtrágyák, valamint Wuxállal, mikroelem-keverékkel és perlitel kevert műtrágyák talajbaktériumok mennyiségi változására gyakorolt hatásait vizsgálva megállapította, hogy a Debrecen környéki mészlepedékes csernozjom talajban az egyes fiziológiai csoportba tartozó mikrobák mennyisége a vizsgálat időszakában nagyon eltérő volt, s ez nem volt korrelációban az alkalmazott tápanyag-kezelésekkel.

Szegi (1973) Reese után közli, hogy az *Aspergillus fumigatus* ásványi, főleg NH_4^+ -N jelenlétében bontja a legintenzívebben a cellulózt, míg a *Humicola grisea* az organikusan kötött (karbamid, pepton) nitrogént kedveli. Az NH_4^+ és NO_3^- -N források felhasználásának aránya lényegesen mértékben függ a szubsztrátum pH-jától (Szegi 1968).

A nemzetközi irodalomban olykor ellentmondásos eredményekkel is találkozhatunk. Brian et al. (1947) pl. azt közlik, hogy a *Myrothecium verrucaria* előnyben részesíti a NO_3^- -N-t az NH_4^+ -N-nel szemben, ugyanakkor Sinden et al. (1948) azt mondják, hogy a *Myrothecium verrucaria* csak abban az esetben tudja a cellulózt a maximális sebességgel bontani, ha a közegben a $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ arány 1:24. Ezek az ellentétes eredmények valószínűleg az eltérő kísérleti feltételek következményei. Az mindenesetre kétségtelen, hogy elegendő mennyiségű és megfelelő formában jelenlévő N szükséges a növényi anyagok mikrobiológiai transzformációját végző szervezetek kívánatos növekedéséhez és működéséhez. Több adat bizonyítja, hogy a N-formák közül döntően az anorganikus N-befolyásolja e tevékenységet. Naplekova (1964a és b) kimutatta, hogy pepton, mint egyetlen N-forrás jelenlétében az általa megvizsgált gombák legtöbbje csak alig, vagy egyáltalán nem fejlődik, s e gombák aminosavat tartalmazó közegben sem bontották a cellulózt.

Szántóföldi körülmények között is elsősorban anorganikus N-vegyületek okszerű felhasználásával tudjuk a talajbiológiai folyamatokat befolyásolni — műtrágyaként főleg ezek állnak rendelkezésünkre.

IV. FEJEZET

A NITROGÉN MŰTRÁGYÁZÁS HATÁSAI A KUKORICASZÁR ÉS A BÚZASZALMA MIKROBIOLÓGIAI LEBONTÁSÁRA

1. A NITROGÉN TÁPANYAG KÜLÖNBÖZŐ FORMÁINAK HATÁSA A TALAJOK MIKROBIOLÓGIAI FOLYAMATAIRA KUKORICASZÁR LEBOMLÁSA KÖZBEN

Az előzőekben láttuk, hogy a növényi maradványok lebomlását befolyásoló ökológiai faktorok közül az egyik legnagyobb hatású tényező a talajok N-tartalma. Ugyancsak szó volt arról is, hogy a különböző N-vegyületeket nem minden mikroorganizmus-csoport képes azonos hatásfokkal hasznosítani, vagyis adott talajban az ott történelmileg kialakult talajmikroflóra biológiai aktivitása különböző N-források jelenlétében különböző.

Mindebből következik az a feltételezés, hogy egy-egy talajtípusra kísérletileg megállapíthatók azok az N-vegyületek, amelyek műtrágyaként adagolva a növényi maradványok mikrobiológiai lebontását a legjobban elősegítik.

Több éves és sok szempontra kiterjedő kísérletsorozatot végeztünk ennek a kérdésnek a tisztázására, s az alábbiakban e vizsgálatok néhány fontosabb eredményét és az ezekből levonható következtetéseket foglaljuk röviden össze.

1.1. N-vegyületek hatása a talajok mikróbbapopulációinak dinamikájára kukoricaszár lebomlása közben

1.1.1. Anyag és módszer

A 38. táblázatban leírt agrokémiai paraméterekkel jellemzett Ramann-féle barna erdőtalaj, homoktalaj és csernozjom talaj különböző fiziológiai csoportba tartozó mikroorganizmusok dinamikáját vizsgáltuk laboratóriumi körülmények között, 2% kukoricaszár jelenlétében és anélkül, NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaNO_3 és karbamid 1000 ppm

N adagjai mellett 20 héten át tartó inkubációs periódus során. Folyamatosan vett mintákból megállapítottuk az összes aerob baktériumok, a gombák, az aerob cellulózbontók és a sugárgombák mennyiségét, a fenti sorrendben agaros húsleves táptalajon, CZAPEK-DOX agaron, Vinogradszkij-féle szilikagél táptalajon (cellulózforrásként Whatman No.1. minőségű szűrőpapírt alkalmazva) és JENSEN-féle kazein - glükóz agaron, higitásos - lemezöntéses eljárással.

38. táblázat

A kísérleti talajok főbb agrokémiai jellemzői

Megnevezés	Barna erdő talaj	Homok	Csernozjom
$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{H}^+}$	6,92	5,3	7,30
$\text{pH}_{\text{KCl}}^{\text{H}^+}$	6,51	4,7	6,70
Humusz %	2,47	0,37	3,07
Összes P %	0,32	0,08	0,20
P_2O_5 mg/100 g	13,80	2,05	3,80
Összes K %	0,75	0,17	0,62
K_2O mg/100 g	24,40	7,76	14,30
Összes N =	0,15	0,03	0,16
Szerves C %	1,43	0,21	1,78
C/N	9,53	7,00	11,13
CaCO_3			1,75

A talajhoz kevert kukoricaszár légszáraz állapotú anyagra vonatkoztatott kémiai összetételét a 39. táblázatban tüntetjük fel.

39. táblázat

A kukoricaszár kémiai összetétele

	%
Vízoldható komponensek	18,3
Hemicellulóz	22,4
Cellulóz	32,0
Lignin	13,97
Fehérje	2,8
Hamu	6,65

Felhasználáskor a légszáraz állapotú anyagot blendorral 2–5 mm-es méretű darabokra őröltük és ezt a homogén anyagot kevertük a talajhoz, amelynek a nedvességtartalmát az inkubációs idő alatt mindvégig a maximális vízkapacitás 60%-án stabilizáltuk, a hőmérsékletet 28 °C-on tartva.

1.1.2. A vizsgálatok eredményei, következtetések

A kísérleti talajok eredeti mikróbaszámaina a 40. táblázatban tüntetjük fel.

40. táblázat

A kísérleti talajok eredeti mikroba tartalma

Talaj	Összes aerob baktérium $\times 10^6$	Gombák $\times 10^3$	Aerob cellulózbontók $\times 10^3$	Sugárgombák $\times 10^3$
Homok	1,84	6,7	14,5	8,5
Barnaföld	72,50	13,0	54,3	46,4
Csernozjom	37,50	31,2	24,3	61,0

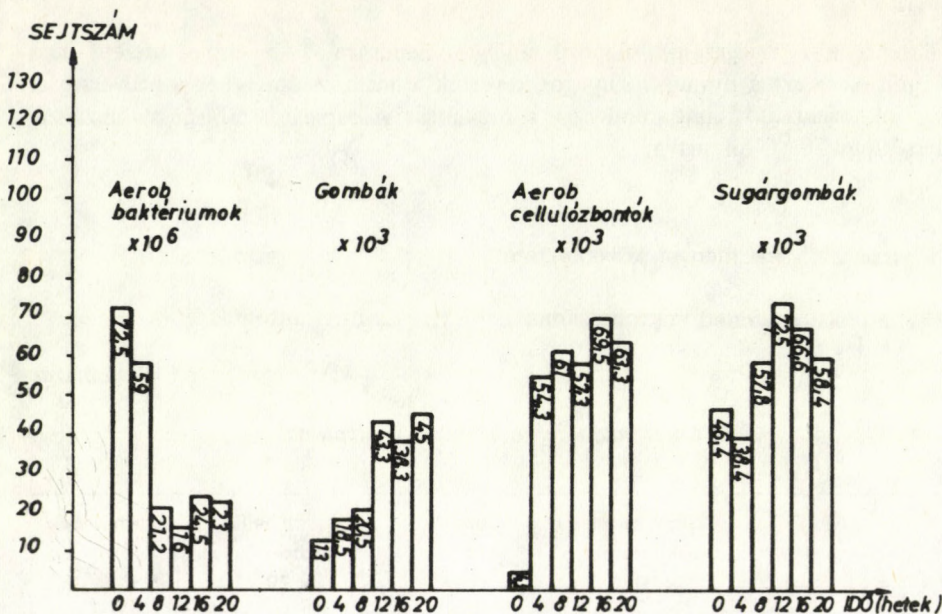
A kísérleti variánsokban a négy fiziológiai csoport mért mennyiségi viszonyainak alakulását a 8.– 9.– 10.– 11.– 12. (barna erdőtalaj); a 13.– 14.– 15.– 16.– 17.– (homok); és a 18.– 19.– 20.– 21.– 22. (csernozjom) sz. ábrákon ábrázoljuk. Ezekben az oszlopdiagramokban talajtípusonként és – a különböző formában adagolt N-tápanyagkiegészítést jelentő – kezelésként külön-külön tüntetjük fel az egyes fiziológiai csoportok mért adatait a kezdeti időponttól a kísérlet befejezését jelentő 20. hét végéig.

Amint a diagramokból is látható, a Ramann-féle barna erdőtalajban N-tápanyagkiegészítés nélkül a kukoricaszár talajba keverése az összes aerob baktériumok számát erősen lecsökkentette, ugyanakkor a gombák, és különösen az aerob cellulózbontók száma erőteljesen növekedett. Az összes aerob baktériumszám csökkenésének oka valószínűleg az, hogy a talajban számukra a gombák és az aerob cellulózbontók nagymérvű szaporodása következtében relatív tápanyaghiány állt elő.

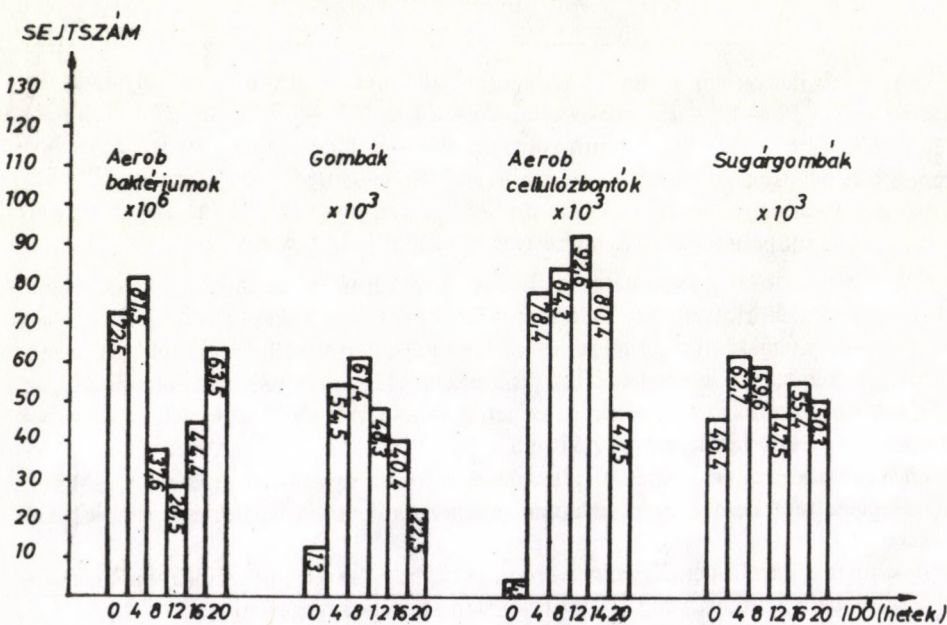
A sugárgombák száma a kísérleti időszak 4. hetében az eredeti értéknél kisebb, s a tápanyagkiegészítést nem kapott talajban mennyiségük a későbbiekben sem változik lényegesen.

Ugyanebben a kezelésben figyelmet érdemel az, hogy az aerob cellulózbontók száma még a kísérlet befejeztekor, tehát 20 hét után is relatíve igen magas volt.

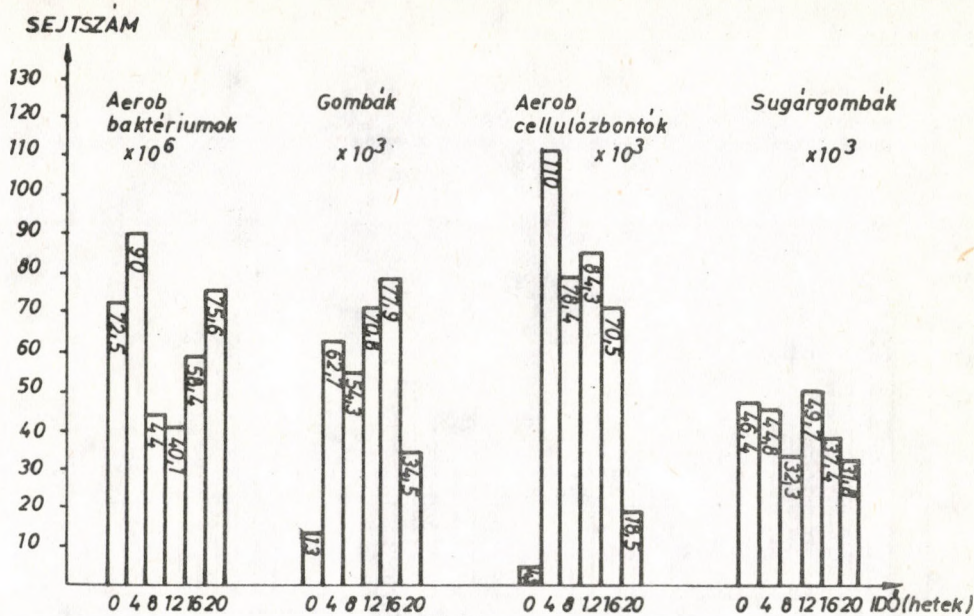
Összehasonlítva a különböző N-formák hatásait, általánosságban megállapítható, hogy az egyes fiziológiai csoportok számának alakulását az eltérő N-formák különbözőképpen befolyásolják.



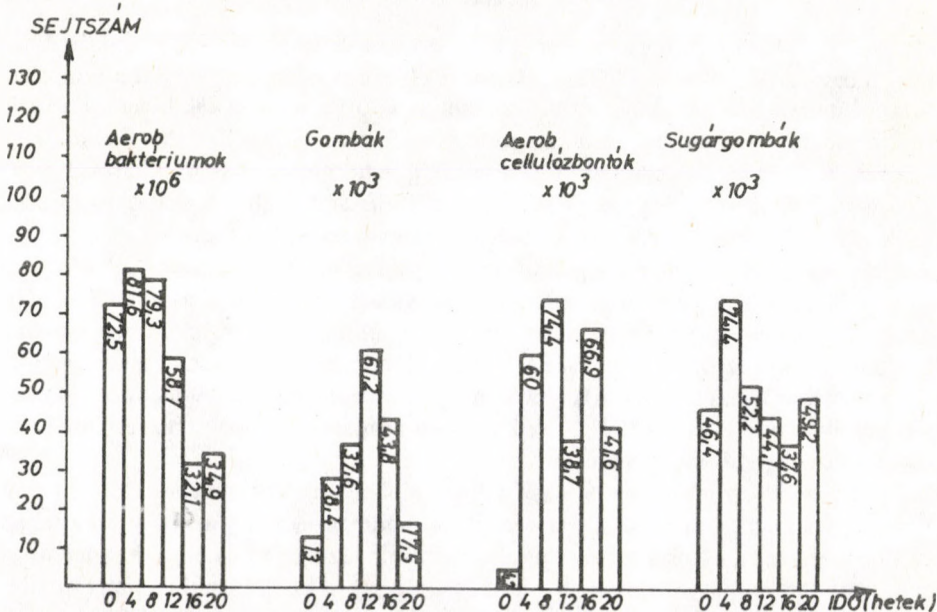
8. ábra: N-kiegészítés nélküli Ramann-féle barna erdőtalaj mikrobapopulációinak dinamikája kukoricaszár jelenlétében



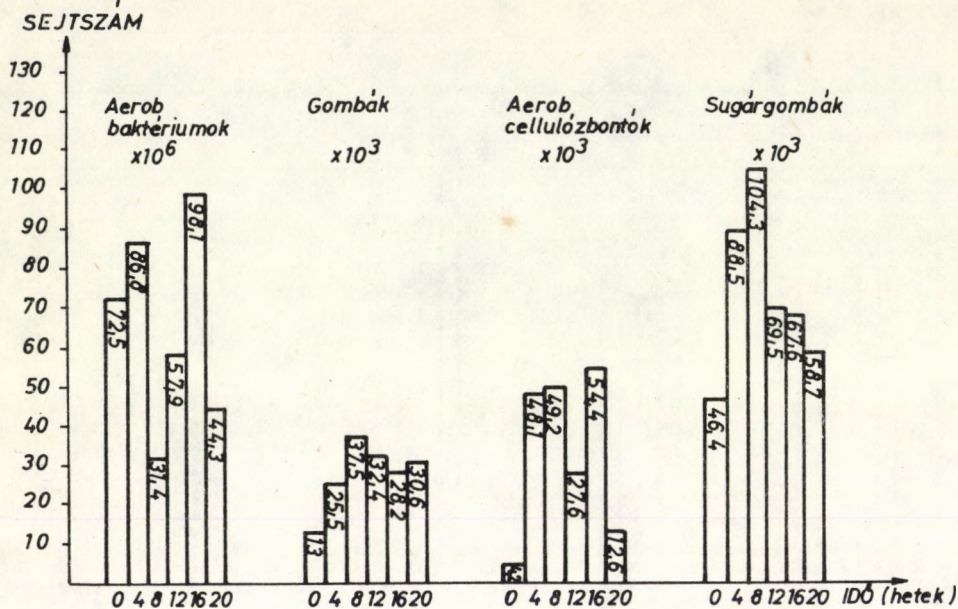
9. ábra: Ramann-féle barna erdőtalaj mikrobapopulációinak dinamikája kukoricaszár lebontása közben NH_4NO_3 formában adott 500 mg N/500 g talaj tápanyagkiegészítés mellett



10. ábra: Ramann-féle barna erdőtalaj mikrobapopulációinak dinamikája kukoricszár lebontása közben $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ formában adott 500 mg N/500 g talaj tápanyagkiegészítés mellett



11. ábra: Ramann-féle barna erdőtalaj mikrobapopulációinak dinamikája kukoricszár lebontása közben NaNO_3 formában adott 500 mg N/500 g talaj tápanyagkiegészítés mellett

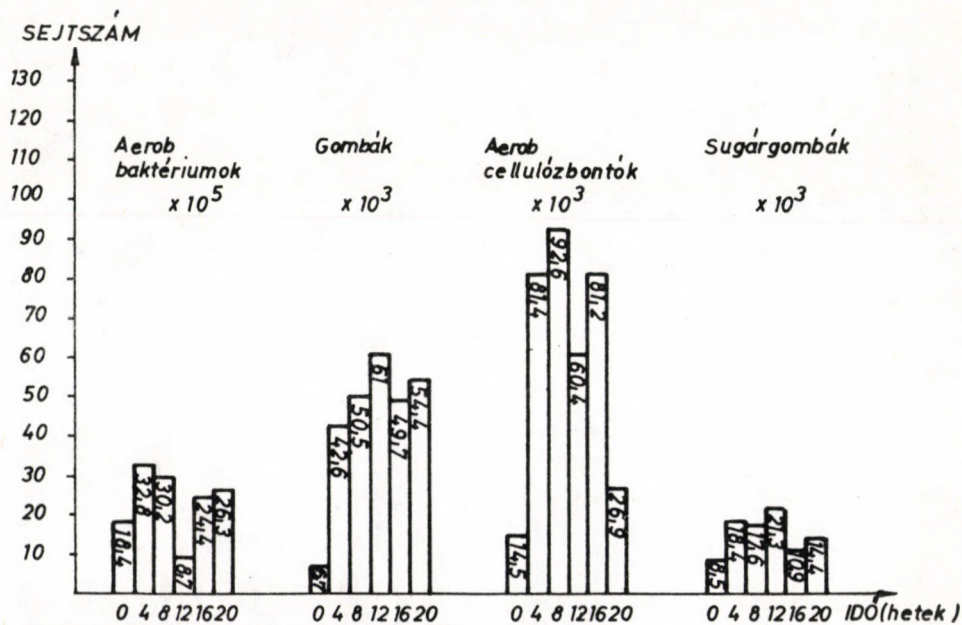
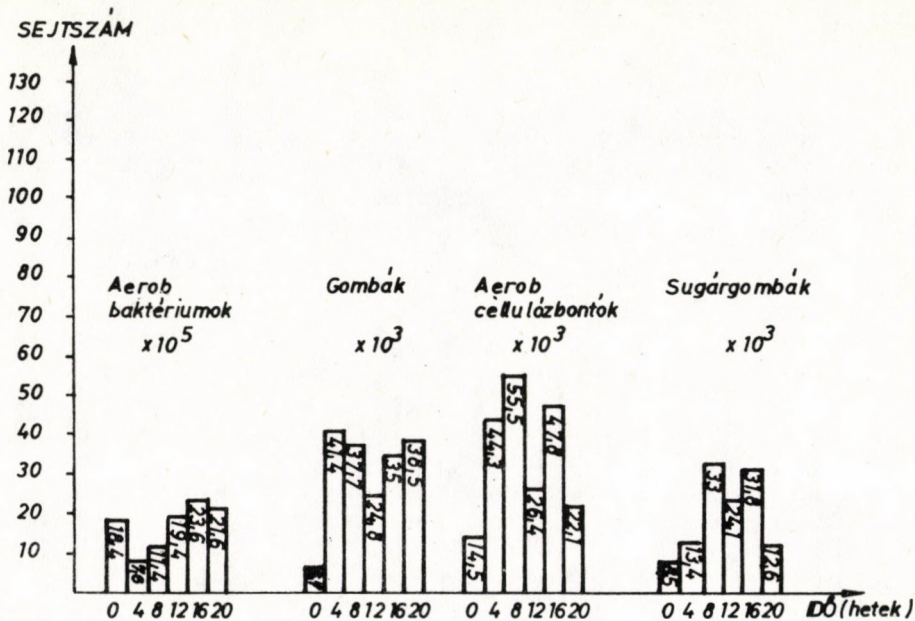


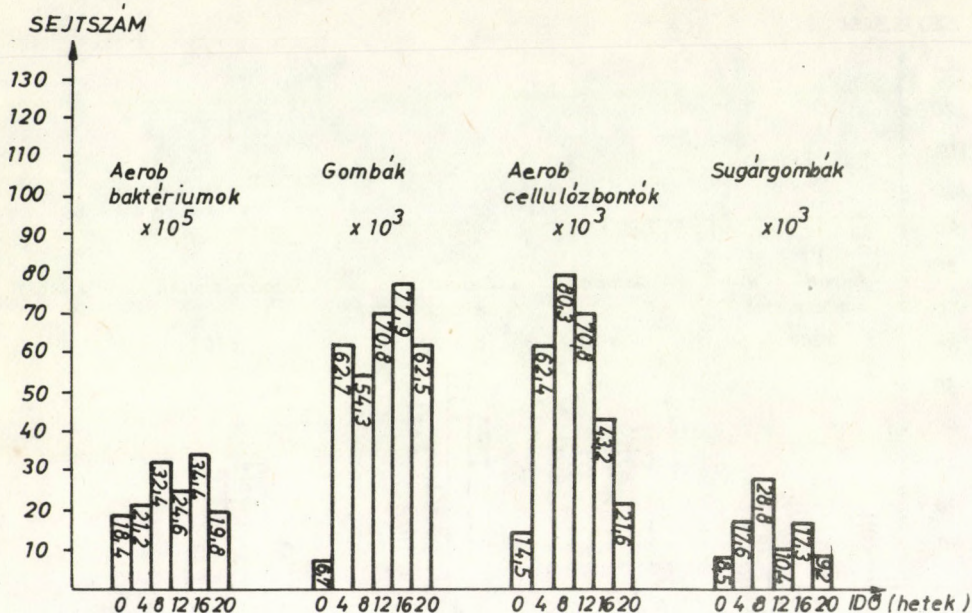
12. ábra: Ramann-féle barna erdőtalaj mikrobapopulációinak dinamikája kukoricaszár lebontása közben, Karbamid formában adott 500 mg N/500 g talaj tápanyagkiegészítés mellett

Valamennyi N-forma lényegesen mérsékli az összes baktériumszám csökkenését. Észrevehető, hogy az NH_4NO_3 , az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ és a karbamid adagolása mellett a mikrobaszámnak a kísérleti idő alatt két maximuma van: az első maximuma a 4. héten van, amelyet előbb csökkenés, majd baktériumszám növekedés után a 16–20. héten újabb maximum követ. A NaNO_3 alkalmazásakor ez a jelenség nem mutatkozik, itt a hatás elsősorban abban nyilvánul meg, hogy a NaNO_3 hosszú időre stabilizálja az összes aerob baktériumok számát, s mennyiségük csak a 16. héten csökken számottevően.

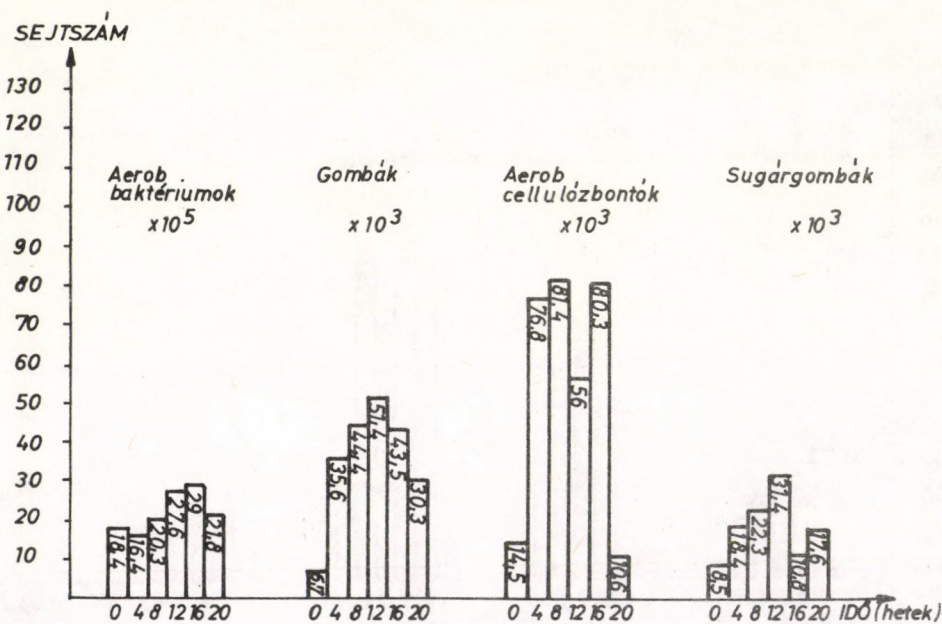
Ha a különböző N-formáknak a gombákra és a sugárgombákra gyakorolt hatásait vizsgáljuk, azt állapíthatjuk meg, hogy a lebontás kezdetén az NH_4NO_3 és az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ elsősorban a gombák, a NaNO_3 és a karbamid pedig elsősorban a sugárgombák szaporodását serkenti. Más szóval: Ramann-féle barna erdőtalajban a kukoricaszár anyagainak primer lebontását NH_4NO_3 és $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, mint nitrogénforrás jelenlétében főként a gombák végzik, ugyanakkor a NaNO_3 és karbamid adagolása mellett a kezdeti lebontásban inkább a sugárgombáké a vezető szerep.

Az aerob cellulózbontók mennyiségét a legnagyobb mértékben ugyancsak a két ammóniumsó növelte meg a talajban. Ha ezeket az eredményeket egybevetjük azokkal az adatokkal, amelyeket a kukoricaszár cellulóz-hemicellulóz-lignin frakcióinak a lebontás során tapasztalt alakulásáról kaptunk, állíthatjuk, hogy a kísérleteinkben szereplő Ramann-féle barna erdőtalajban a kukoricaszár lebontását legjobban az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ serkenti, mégpedig azért, hogy nagymértékben fokozza a szerves növényi anyag taraszformációjában elsőrendűen fontos gombák és aerob cellulózbontó baktériumok szaporodását.

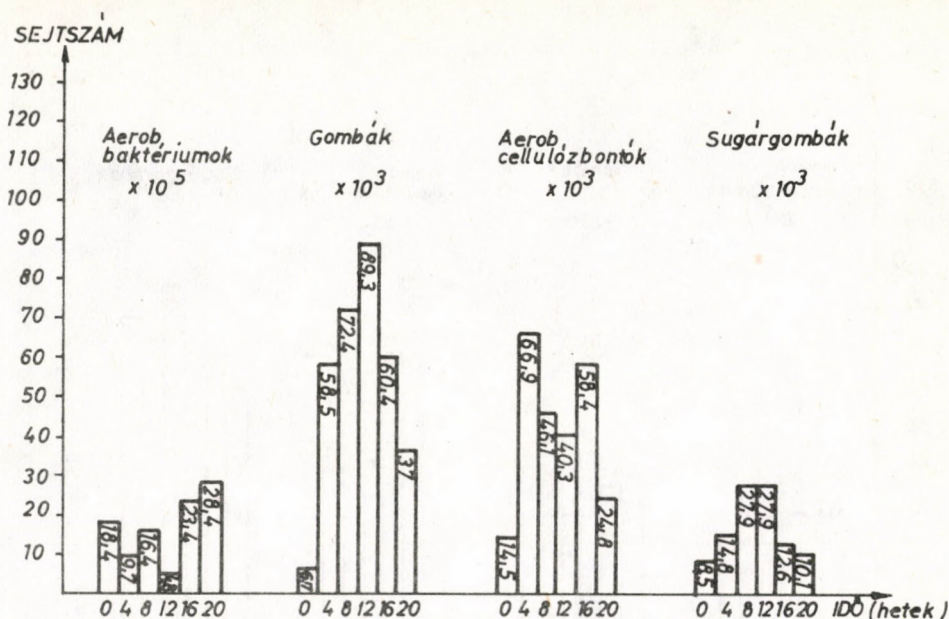




15. ábra: Homoktalaj mikróbabpopulációinak dinamikája kukoricaszár lebontása közben $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ formában adott tápanyagkiegészítés mellett



16. ábra: Homoktalaj mikróbabpopulációinak dinamikája kukoricaszár lebontása közben NaNO_3 formában adott 500 mg N/500 g talaj tápanyagkiegészítés mellett



17. ábra: Homoktalaj mikrobapopulációinak dinamikája kukoricaszár lebontása közben Karbamid formában adott 500 mg N/500 g talaj tápanyagkiegészítés mellett

A homoktalaj vizsgálati eredményeit tartalmazó diagramokból az alábbiak olvashatók ki:

A homoktalajban a kukoricaszár jelenléte nem okozott lényeges csökkenést az összes baktériumok mennyiségében, a kísérleti időszak végére a talaj összes aerob baktérium tartalma elérte az eredeti értéket. A kukoricaszár bekeverése a trágyázatlan talajban igen gyorsan megnövelte a gombák és a cellulózbontók számát. Ezt a növekedést a N-tápanyagkiegészítés tovább fokozta. A sugárgombák mennyisége a lebontás középső szakaszában volt a legnagyobb, s ezek számát a N-trágyázás alig befolyásolta.

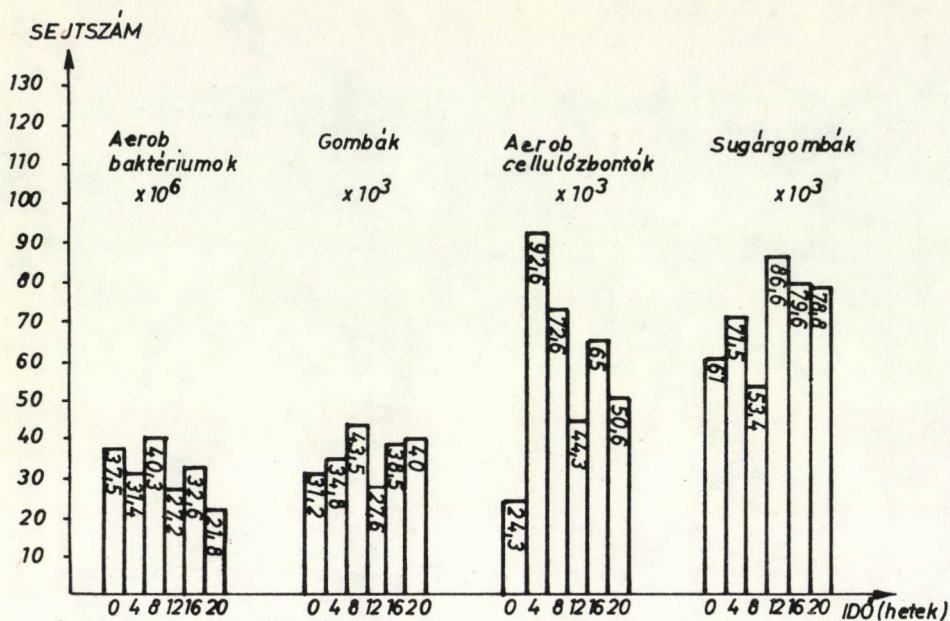
A N-tápanyagkiegészítés megváltoztatta a gombák dinamikáját: elmaradt a trágyázatlan talajban a 12. héten tapasztalt csökkenés, ennek oka az elegendő, felvehető formában lévő N.

Összehasonlítva a négy N-vegyület hatását, az állapítható meg, hogy azok stimulatív hatása elsősorban a gombák és az aerob cellulózbontók szaporodására tapasztalható.

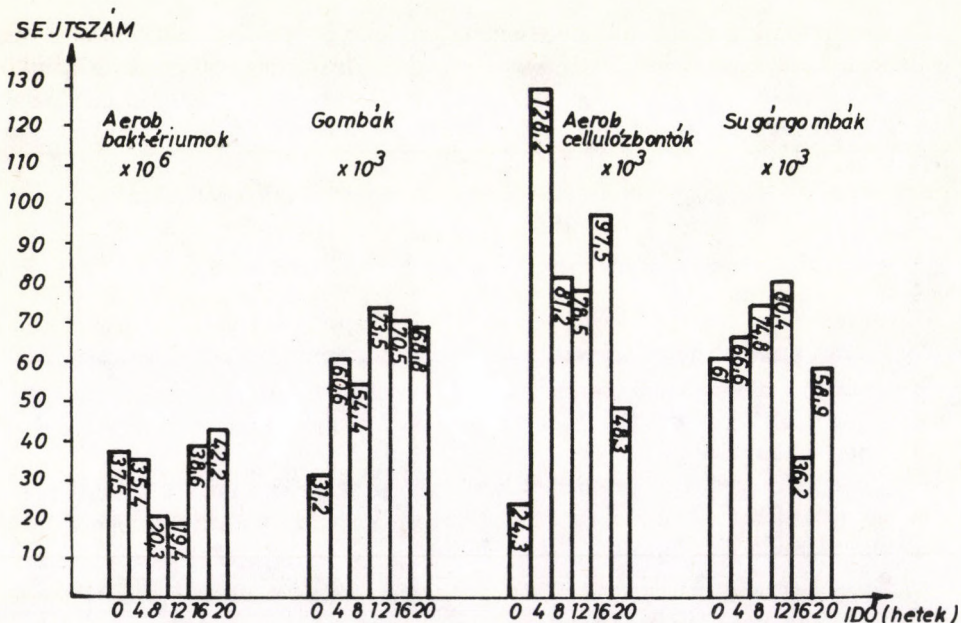
Hasonlóan a Ramann-féle barna erdőtalaj esetében tapasztaltakhoz, a homoktalajban is az NH_4NO_3 és az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ hatása markánsabban érvényesült, mint a NaNO_3 és a karbamid hatása.

Jelentős különbség van azonban a karbamid gombákra gyakorolt hatásában a homoktalaj és a Ramann-féle barna erdőtalaj között: a homoktalajban a karbamid jelentős gombaszámnövekedést okozott.

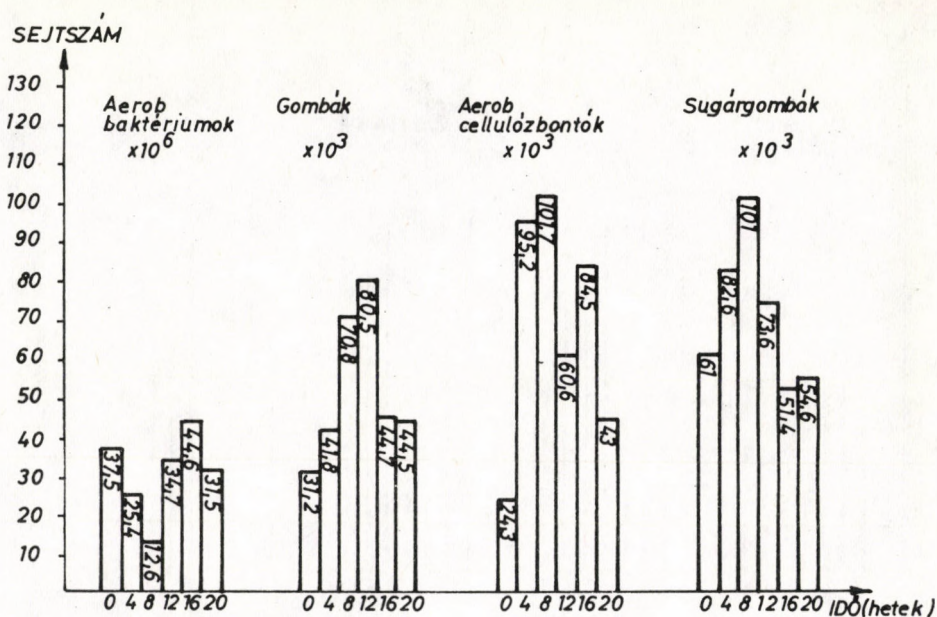
A NaNO_3 a négy megvizsgált fiziológiai csoport közül mindössze a cellulózbontók számát növelte a kontrollhoz képest.



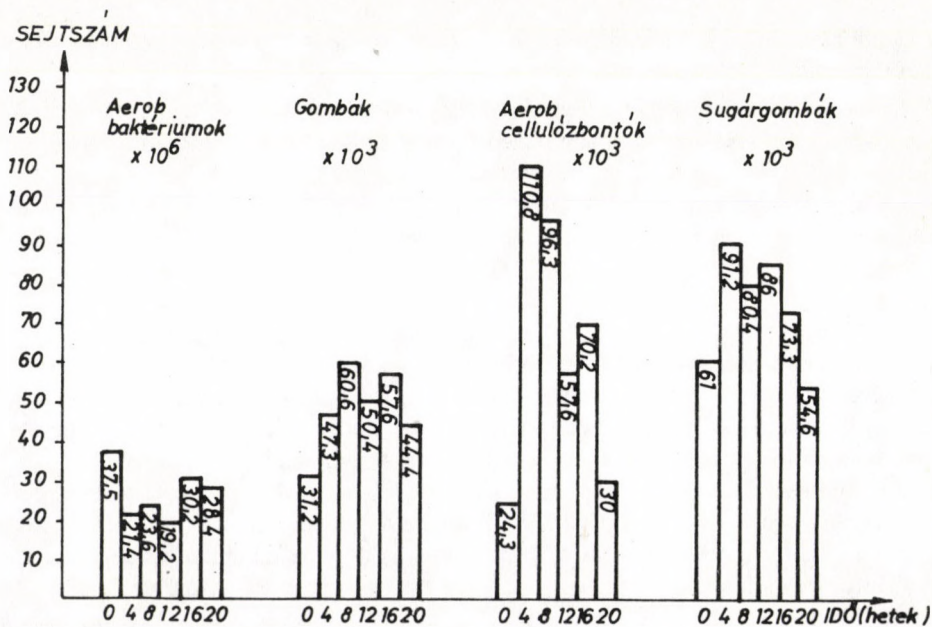
18. ábra: Csernozjom talaj mikrobapopulációjának dinamikája kukoricaszár lebontása közben, N- tápanyagkiegészítés nélkül



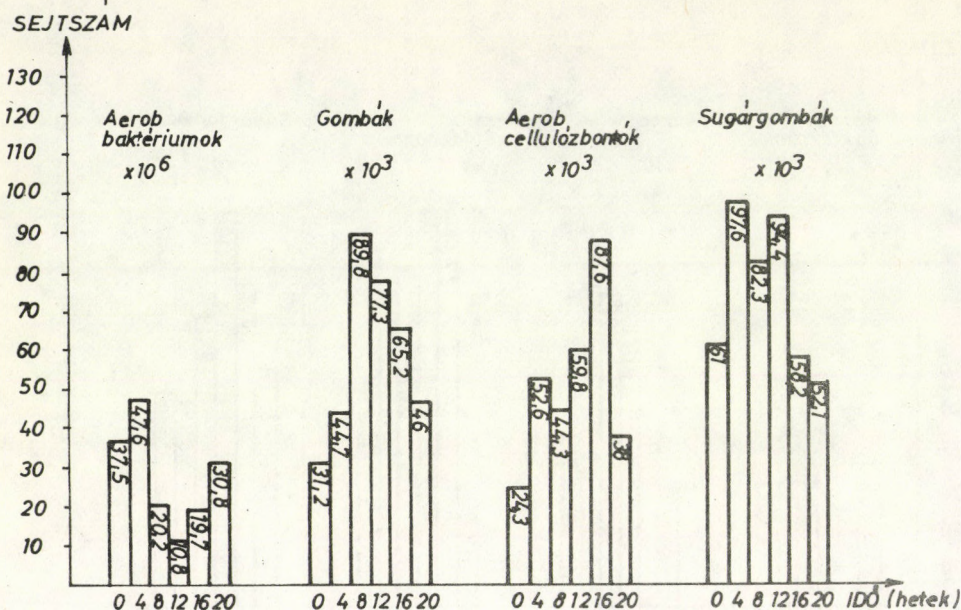
19. ábra: Csernozjom talaj mikrobapopulációjának dinamikája kukoricaszár lebontása közben NH_4NO_3 formában adott 500 mg N/500 g talaj tápanyagkiegészítés mellett



20. ábra: Csernozjom talaj mikróbbpopulációinak dinamikája kukoricaszár lebontása közben $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ formában adott 500 mg N/500 g talaj tápanyagkiegészítés mellett



21. ábra: Csernozjom talaj mikróbbpopulációinak dinamikája kukoricaszár lebontása közben NaNO_3 formában adott 500 mg N/500 g talaj tápanyagkiegészítés mellett



22. ábra: Csernozjom talaj mikrobapopulációinak dinamikája kukoricaszár lebontása közben, Karbamid formában adott 500 mg N/500 g talaj tápanyagkiegészítés mellett

A csernozjom talaj mikrobapopulációinak dinamikáját szemléltető diagramok alapján az alábbi megállapításokat tehetjük:

A csernozjom talajban maga a kukoricaszár jelenléte az összes aerob baktériumszámban a kísérleti időszak végére csak mérsékelt csökkentést okozott, hasonlóképpen nem változott lényegesen a gombák mennyisége sem a talajban.

A kísérleti időszak kezdetén különösen nagy mértékű szaporodást mutattak az aerob cellulózbontók és — bár csekélyebb mérvűt — a sugárgombák. Mindkét mikrobacsoport számában a 12. héten (cellulózbontók), ill. a 8. héten (sugárgombák) relatív csökkenés állt be.

A N-tápanyagkiegészítéseket tartalmazó kísérleti variánsok elemzésekor megállapíthatjuk, hogy az alkalmazott N-formák elsősorban a gombák szaporodását stimulálják.

Legkevésbé a NaNO_3 hatása érvényesült: a trágyázatlan kontrollhoz képest mindössze az aerob cellulózbontók mennyiségét növelte meg, jóval kisebb mértékben a gombák számát és stabilizálta a lebontás 4–16. hete között a sugárgombák mennyiségét.

A karbamid-kezelés mellett kaptuk valamennyi kísérleti variáns között a legnagyobb gombaszámot, a lebontás 8. hetében. Ugyanebben az időpontban az aerob cellulózbontók száma viszonylag kicsi volt. A talaj eredetileg is nagy sugárgomba tartalmára a karbamid adagolása a kísérleti időszak 4–12. hete között stimulatív hatású volt. Adatainkból arra következtettünk, hogy karbamid jelenlétében a kukoricaszár anyagainak lebontását főként a sugárgombák és a gombák végzik, míg az aerob cellulózbontók viszonylagosan háttérbe szorulnak.

A kontrollhoz viszonyítva legerősebb hatást mutató N-forrás az NH_4NO_3 volt. Ez a N-vegület növelte meg leginkább az aerob cellulózbontók mennyiségét a csernozjom talajban. Később – a kísérlet 12–20. hete között – a gombák viszonylag magas száma arra enged következtetni, hogy a lebontás későbbi időszakában szerepük megnövekszik.

Az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ hatásait elemezve azt látjuk, hogy – ellentétben a Ramann-féle barna erdőtalajjal – a csernozjom talajban a gombák száma lényegesen alacsonyabb, mint az NH_4NO_3 alkalmazásakor.

Feltétlenül figyelmet érdemel az aerob cellulózbontók sajátos dinamikája, amely valamennyi kezelésben konzekvensen megmutatkozik: a kukoricaszár lebontásának kezdetén számuk hamar növekszik, majd a 12. hét körül hirtelen lecsökken, hogy azután egy újabb – az eredetinel már alacsonyabb – maximumot mutasson. A csökkenésnek több oka lehet: egyfelől az, hogy ebben az időszakban más fiziológiai csoportok (elsősorban a gombák és a sugárgombák) túlsúlyba jutnak, másfelől az, hogy a lebontásnak ebben a szakaszában a cellulózbontók fajspektrum-változása következik be.

1.2. Cellulóz-hemicellulóz-lignin frakciók alakulása kukoricaszár lebomlása közben, eltérő N-formák mellett

A szerves növényi maradványokban a könnyen és nehezen bontható anyagok aránya meghatározza azok humifikációját. A leggyorsabban humifikálódnak a fehérjékben gazdag, ligninben szegény maradványok, mint a pillangósok, a falevelek stb. (Kononova 1976). A növényi maradványok humifikációját mindig súlycsökkenés kíséri, ami az eredeti súly 75%-át is kiteheti. Így pl. C^{14} izotópos szabadföldi kísérletek (Jenkinson 1966, 1971, Führ és Sauerbeck 1968, Sauerbeck és Führ 1971) igazolták, hogy a búzaszalma és a zöld kukorica teljes mennyiségének különböző feltételek mellett 1 év alatt kb. 2/3 része mineralizálódik, s ez az érték 5 év múlva az eredetinek 4/5 részére növekszik. Kononova (1976) véleménye az, hogy a fennmaradó tömeg huminsavvá alakul. A talajban a humuszanyagok felhalmozódása 1–2 évszázad alatt következik be, ezért jogos az a vélemény, hogy az elsődlegesen képződött humuszanyagok tovább bomlanak, mineralizálódnak, tehát a növényi anyagok „humifikációs együtthatója” jóval kisebb, mint 0,3–0,2.

A növényi maradványok anyagai közül leggyorsabban a keményítő bomlik (a 15. napon eltűnik), intenzíven bomlik a cellulóz és a hemicellulózok. Az a tény, hogy a talaj szerves C-tartalmának mindössze 1–2%-a származik a mikroszervezetek plazmájának szénhidrátjából, azt bizonyítja, hogy a talaj szerves C-tartalma elsősorban a növényi maradványokból származik (Kononova 1976, Jensen 1962–1963, Tyurin 1965, Misusztyn és Emcev 1970).

Annak megvizsgálására, hogy a kukoricaszár fő komponensei a cellulóz, a hemicellulóz és a lignin mikrobiológiai lebontását a megvizsgált három talajtípusban mely formában adott N-tápanyag-kiegészítés serkenti leginkább, laboratóriumi tenyészedény-kísérletet állítottunk be.

1.2.1. A kísérlet anyaga és módszere

Üvegedényekbe: 500–500 g talajt mértünk be, amelyeknek a kálium- és foszforszintjét 25–25 mg/100 g talaj K_2O és P_2O_5 szintre stabilizáltuk.

A talajba tenyészedényenként műanyag túllzacskókban 20–20 g kukoricaszárát helyeztünk felaprított állapotban – lényegében az Unger-féle teszt módszer szerint (Unger, 1960).

A talajokhoz tenyészedényenként 200–200 mg N-tápanyag-kiegészítést adtunk vizes oldatban, az alábbi vegyületek formájában:

1. NH_4NO_3
2. $(NH_4)_2SO_4$
3. $NaNO_3$
4. Karbamid.

Ilyen módon mindhárom talajtípussal a következő kísérleti variánsokat állítottuk be:

1. 500 g talaj + 20 g kukoricaszár + PK;
2. 500 g talaj + 20 g kukoricaszár + PK + 200 mg N NH_4NO_3 formában;
3. 500 g talaj + 20 g kukoricaszár + PK + 200 mg N $(NH_4)_2SO_4$ formában;
4. 500 g talaj + 20 g kukoricaszár + PK + 200 mg N $NaNO_3$ formában;
5. 500 g talaj + 20 g kukoricaszár + PK + 200 mg N karbamid formában.

A talaj nedvességtartalmát a maximális vízkapacitás 60%-ára állítottuk be és a 20 hetes kísérleti idő során végig ezen az értéken tartottuk. A kísérleti időszak 10. és 20. hetének végén emeltük ki a zacskókat és a növényi maradványból az eredeti növényi anyag szárazanyag-tartalmának %-ában kifejezve meghatároztuk a maradék cellulóz, hemicellulóz és lignin tartalmát.

A vizsgálatokat négyszeres ismétlésben végeztük.

A cellulóz, a hemicellulóz és a lignin frakciók meghatározását Komarov módszerének (Nyikityin 1955) Gulyás F. által módosított változata szerint végeztük. Az eredeti módszertől annyi az eltérés, hogy a hideg vizes kioldás helyett 70 °C-os vízzel dolgoztunk – ez még nem bontja a hemicellulózoikat, de hatékonyabban eltávolítja az oldható komponenseket.

A meghatározás menete az alábbi volt:

1. A kísérleti anyagot a szennyeződésektől való megtisztítás után blendorral porrá őröltük és 105 °C-on abszolút száraz állapotba hoztuk. Az így előkészített anyagból 250-es Erlenmeyer lombikba négyszeres ismétlésben 1–1 g-ot analitikai mérlegben bemértünk.

2. A 70 °C-os vízben oldható anyagok mennyiségét úgy határoztuk meg, hogy a lombikban lévő anyagra 100 ml desztillált vizet öntöttünk és 1 órára 70 °C-os vízfürdőbe állítottuk. Az ezt követő félórás rázatás után az anyagot tiszta és előzőleg lemért G3-as üvegszűrőn szűrtük, majd ismét kiszáritva mértük. Az eredeti (1g) mennyiségétől való eltérés adja a 70 °C-os vízben oldható anyagok mennyiségét.

3. A forró vízben oldható anyagok mennyiségének meghatározása úgy történt, hogy a már 70 °C-os vízzel extrahált, majd kiszáritott és megmért anyagot visszatettük az Erlen-

meyer lombikba és 100 ml deszt. víz hozzáadása után autoklávban áramló gőzben 1 órán át forraltuk. Forralás után G3-as üvegszűrőn szűrtük és 2–3-szor szivatas mellett átöblítettük. Ezután az anyagot újra szárítottuk és analitikai mérlegen mértük. Az itt tapasztalt súlyvesztés a különböző pentózokból, a hemicellulóz-frakció egy részéből adódik.

4. A hemicellulózok mennyiségét a maradékból 1%-os HCl oldattal történő, 100 ml sav hozzáadása után áramló gőzben 1 órán át tartó hidrolízis segítségével állapítottuk meg. A hidrolízis után az anyagot G3-as szűrőn szűrtük. A hidrolizátum maradékát forró vízzel történő átöblítéssel, a HCl maradékát pedig többszöri hideg vizes mosással távolítottuk el. A maradékot újra szárítottuk és analitikai mérlegen mértük. A hemicellulózfrakció mennyiségét az itt tapasztalt súlyvesztéssel jellemezzük.

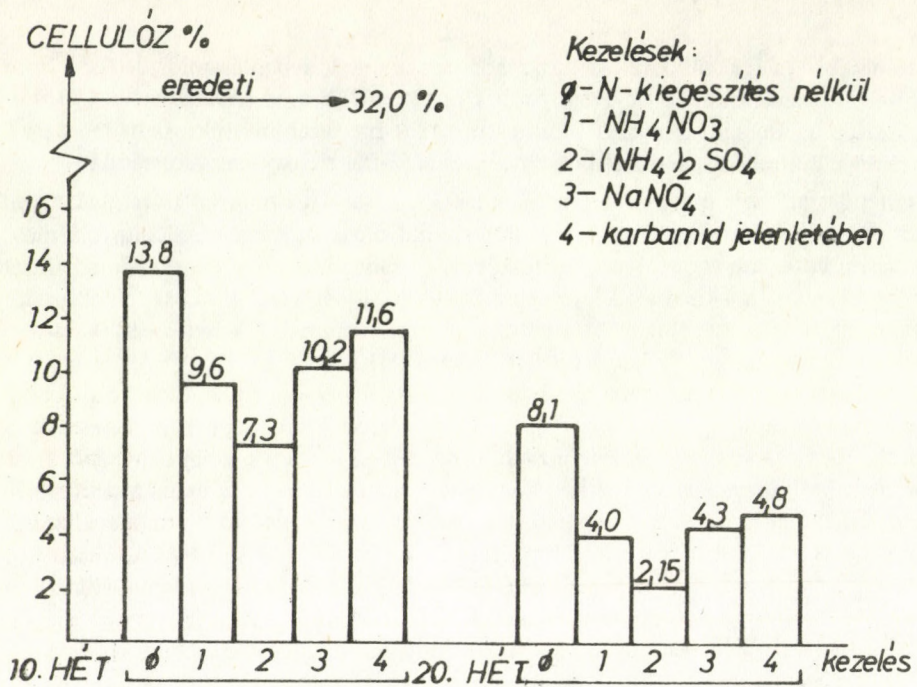
5. A cellulóz és lignin meghatározását mindig 4 mintából végeztük, ezek közül kettő az eredeti növényi anyag volt, amely a fenti csoportanalízisen nem ment keresztül, a másik kettő pedig a csoportanalízisből maradt minta. Az eredeti növényi anyagból 1–1 g-ot mértünk be Erlenmeyer lombikba. A csoportanalízisen átment mintáinkat a szűrőről ugyancsak Erlenmeyer lombikba mostuk át és szárítószekrényben 90 °C-on súlyállandóságig szárítottuk. A lombikokban lévő anyagra 15–15 ml 72 súly%-os H₂SO₄ oldatot pipettáztunk. Összekeverés után 2,5 óráig állni hagytuk, 25 °C-os hőmérsékleten, miközben üvegbottal többször is alaposan felkevertük. 2,5 óra elteltével – miután a minta megfeketedett – lombikonként 200 ml deszt. vizet öntöttünk hozzá. A lombikokat lezártuk, majd az elegyet 1 órán át 100 °C-os áramló gőzben tartottuk. 1 óra elteltével tiszta, kiszáritott és lemért G4 -es üvegszűrőn szűrtük. A szűrést forró vizes, majd hideg vizes mosás követte, a teljes savmentességig. A maradékot újra szárítottuk, majd analitikai mérlegen mértük. Az itt tapasztalt súlyvesztés (tehát a sósavas hidrolízis után maradt anyag mennyiségétől való különbség) adja a cellulóz mennyiségét.

A lignin pontos mennyiségét a maradék és a növényi anyag hamutartalmának a különbsége adja. A hamutartalmat az eredeti növényi mintából határoztuk meg, annak 3 órán át 600 °C-on végzett izzításával.

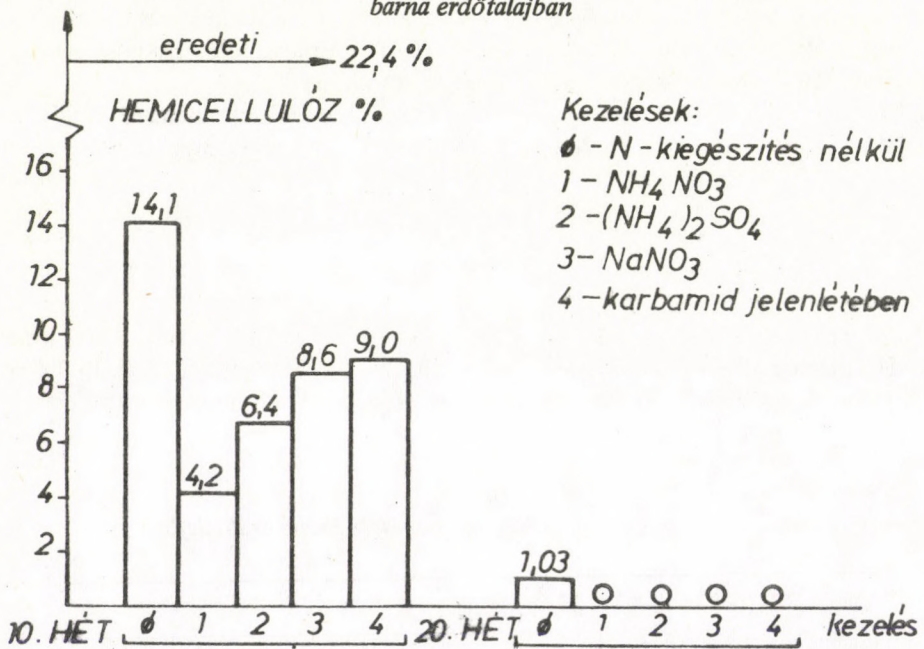
1.2.2. A vizsgálatok eredményei

A vizsgálati eredményeket a 23–31. ábrákon oszlopdigramokban ábrázoltuk, amelyeken feltüntettük az eredeti, valamint a különböző N-formák mellett a 10. és 20. héten mért cellulóz-, hemicellulóz- és lignintartalmat, az eredeti szárazanyag %-ában kifejezve.

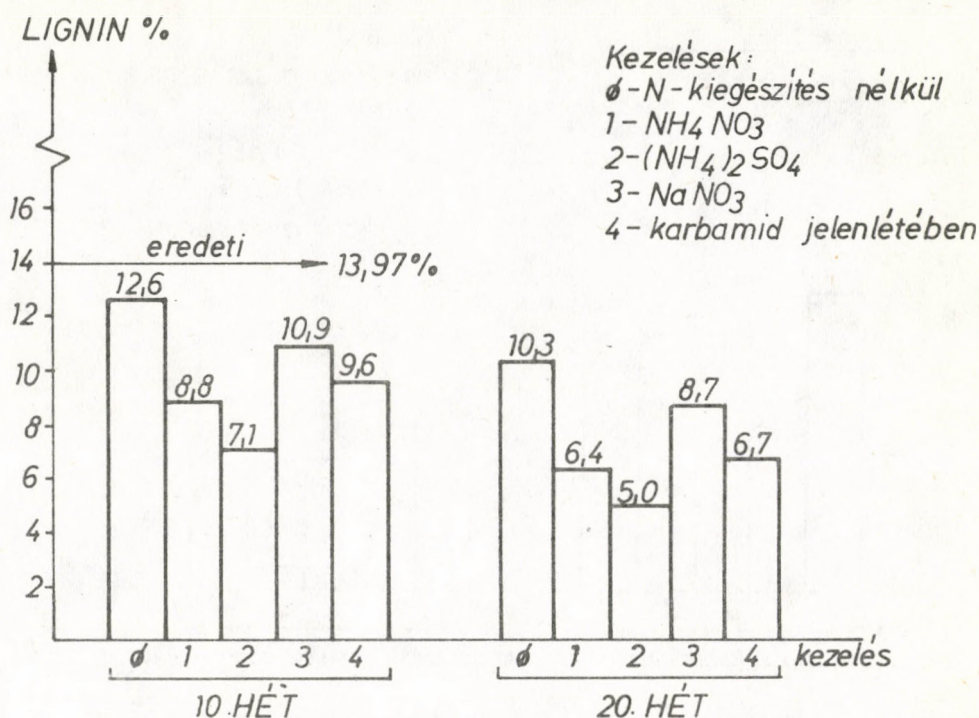
1.2.2.1. A kukoricaszár anyagának alakulása Ramann-féle barna erdőtalajban



23. ábra: A kukoricaszár cellulóztartalmának alakulása Ramann-féle barna erdőtalajban



24. ábra: A kukoricaszár hemicellulóz tartalmának alakulása Ramann-féle barna erdőtalajban

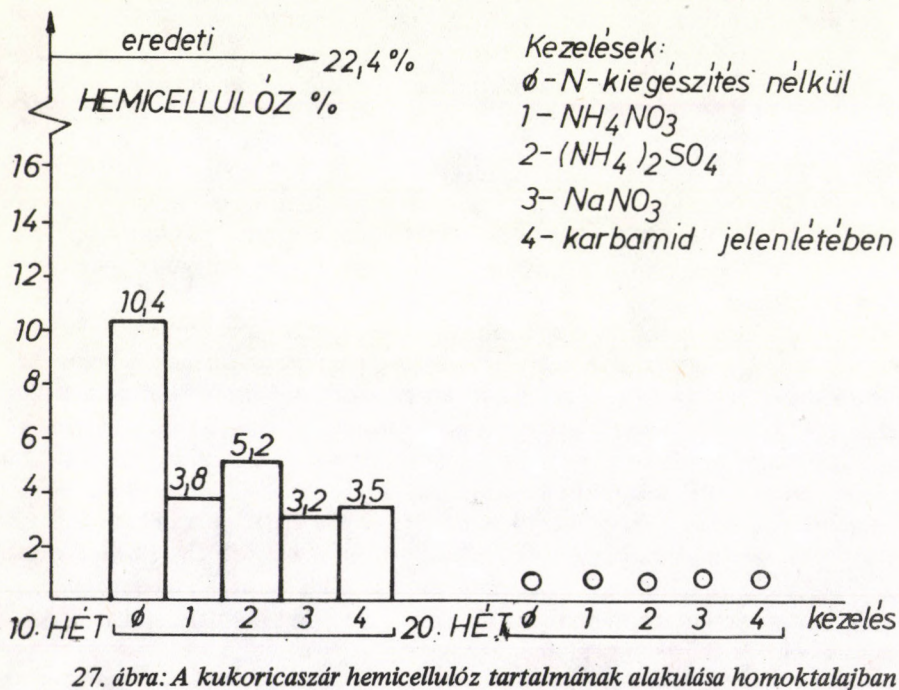
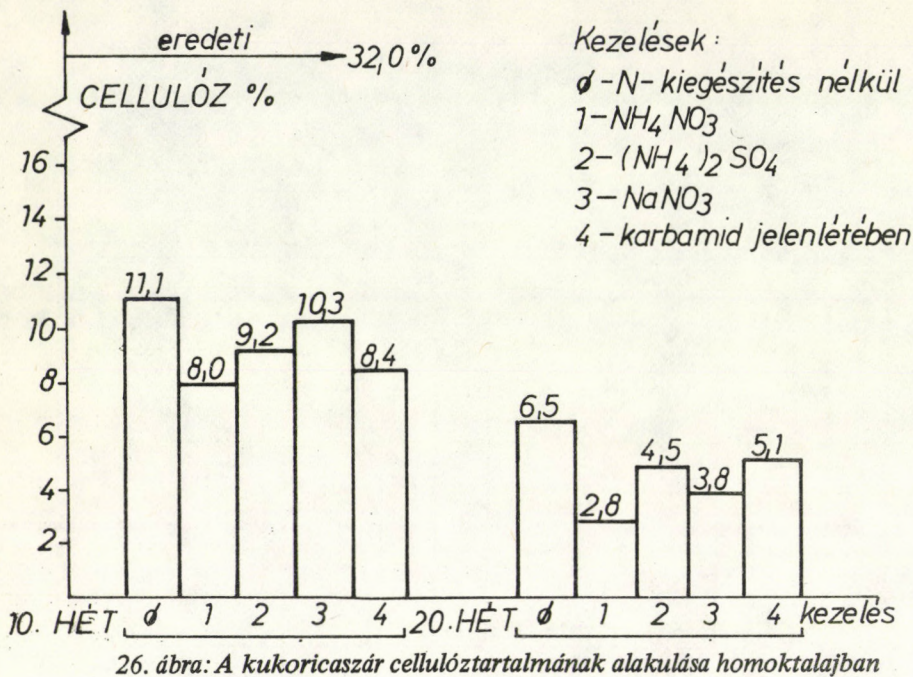


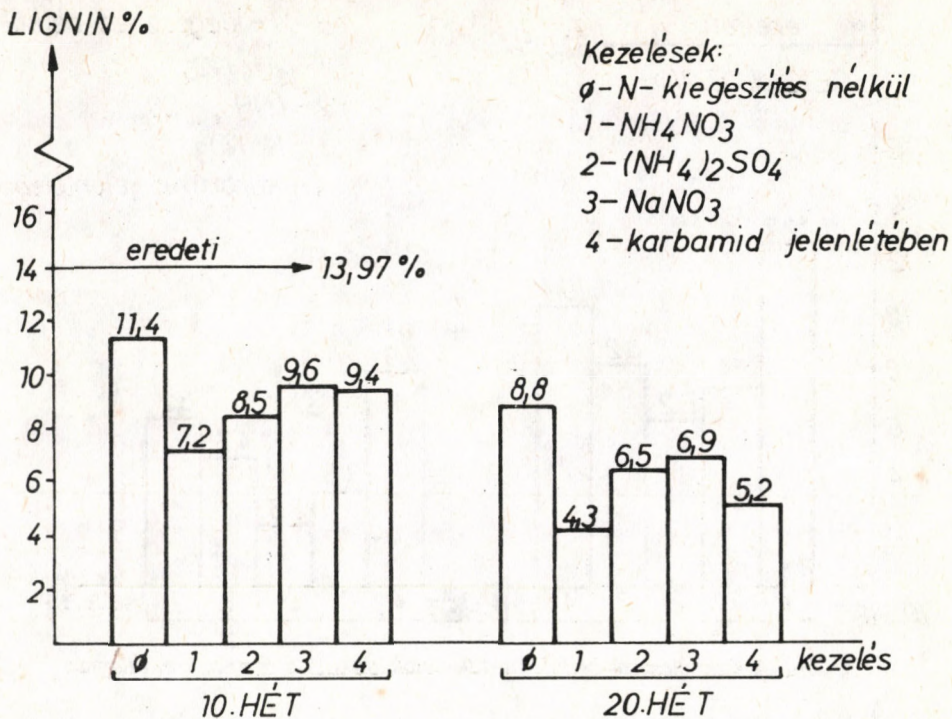
25. ábra: A kukoricaszár lignintartalmának alakulása Ramann-féle barna erdőtalajban

A diagramokból látható, hogy a Ramann-féle barna erdőtalajban a kukoricaszár cellulóz- és hemicellulóz-tartalmának nagy része a kísérleti időszak első felében elbomlott. Ezt a bontást a különböző N-formák eltérő mértékben serkentették. Általában megállapítható, hogy a trágyázatlan kontrollhoz képest valamennyi N-vegület gyorsította a kukoricaszár anyagainak lebomlását.

A cellulóz és a lignin lebomlását a talajban az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ serkentette a legjobban, a 10. héten mért kísérleti adatok szerint ugyanakkor a kukoricaszár hemicellulóz-tartalmának elbomlását az NH_4NO_3 gyorsítja meg leginkább. A kukoricaszár hemicellulóz-tartalmának lebomlását figyelve látható, hogy a kísérleti időszak 20. hetének végére a hemicellulóz valamennyi N-kezelés mellett teljes mértékben elbomlott. Ugyancsak elbomlott erre az időre a cellulóz túlnyomó része is.

A lignin lebomlás igen lassan megy végbe. Figyelmet érdemel azonban az a tény, hogy a kukoricaszár lignintartalmának lebomlási üteme az első 10 hétben gyorsabb, mint az ezt követő periódusban. A ligninnek ezt a kezdeti gyorsabb lebomlását ugyancsak az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ siettette a legjobban: alkalmazásakor az első 10 hét alatt a lignintartalom az eredeti értéknek mintegy felére csökkent.

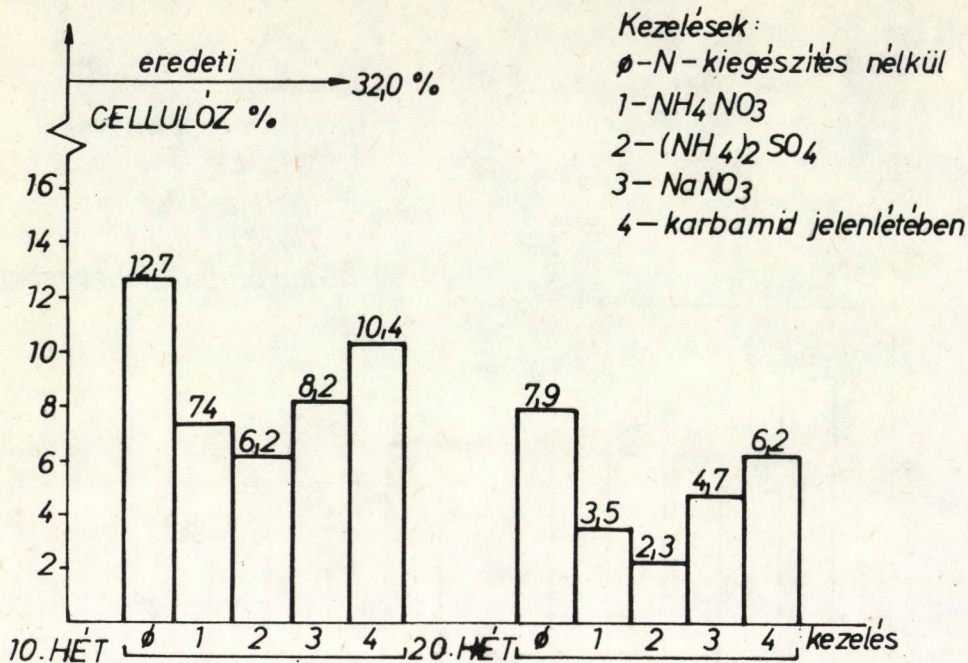




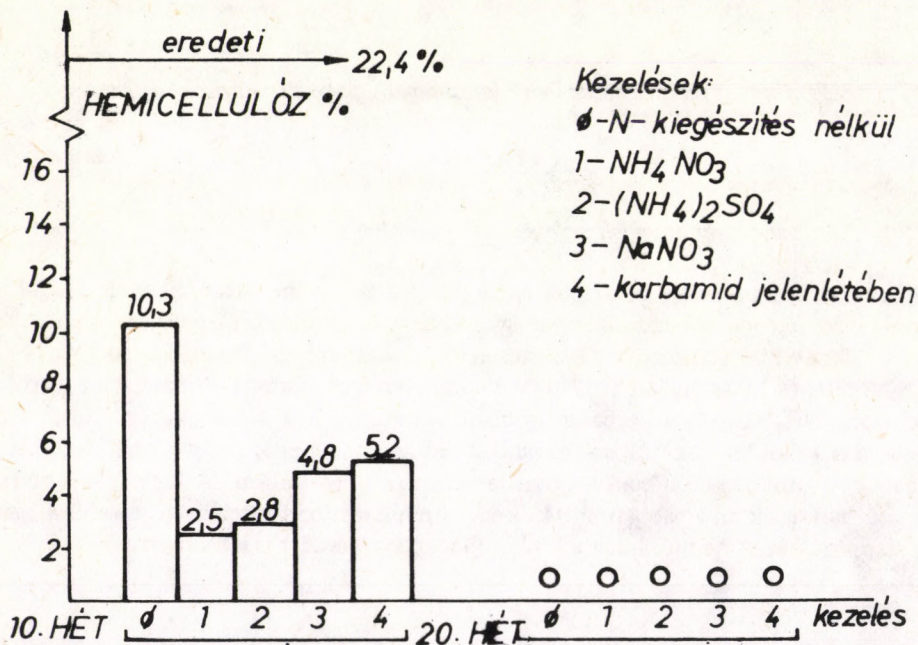
28. ábra: A kukoricaszár lignintartalmának alakulása homoktalajban

1.2.2.2. A kukoricaszár anyagainak alakulása homoktalajban

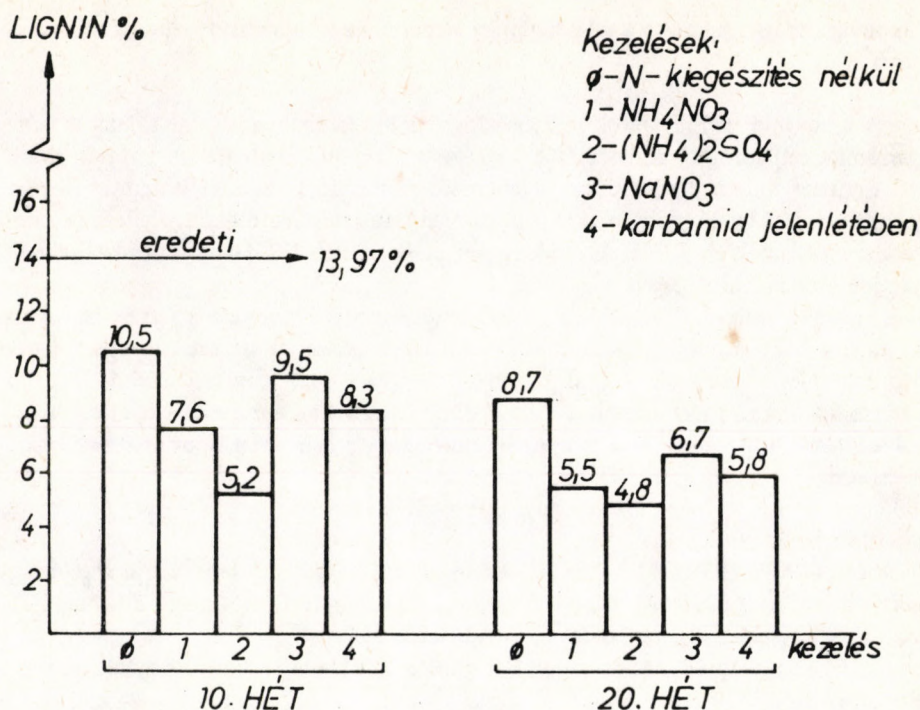
Amint az a diagramok adataiból is megállapítható, a homoktalajban is a kísérleti időszak első felében intenzívebben megy végbe a kukoricaszár anyagainak lebomlása, mint a 10. és 20. hét között. Összehasonlítva a különböző formában adagolt N-tápanyagkiegészítés hatásait, látható, hogy mindhárom komponens lebontását az első időszakban az NH_4NO_3 és a karbamid jobban sietteti, mint a NaNO_3 és az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. A lebontás későbbi szakaszában ugyancsak az tapasztalható, hogy az NH_4NO_3 és a karbamid – utóbbi különösen a lignin lebontására – jó hatású. A karbamid lebontást gyorsító hatásának okát abban látjuk, hogy homoktalajban intenzíven serkenti a gombák szaporodását. A hemicellulóz a kísérleti időszak végére itt is lebomlott.



29. ábra: A kukoricaszár cellulóztartalmának alakulása csernozjom talajban



30. ábra: A kukoricaszár hemicellulóz tartalmának alakulása csernozjom talajban



31. ábra: A kukoricaszár lignintartalmának alakulása csernozjom talajon

1.2.2.3. A kukoricaszár anyagainak alakulása csernozjom talajban

A csernozjom talajban a kukoricaszár alkotó cellulóz, hemicellulóz és lignin lebomlásának üteme és az egyes N-formák hatása ezen anyagok lebomlására nagyon hasonló a Ramann-féle barnaföldnél tapasztaltakhoz.

A diagramokból látható, hogy mindhárom megvizsgált komponens lebomlását a legnagyobb mértékben összességében az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ serkentette, nála alig kevésbé az NH_4NO_3 – sőt, a hemicellulóz kezdeti bomlására az NH_4NO_3 az ammóniumsulfátnál kedvezőbb hatásúnak bizonyult.

Feltűnő, hogy a karbamid, amely a cellulóz és hemicellulóz lebontását a többi N-vegyületnél kevésbé stimulálta, a lignin lebomlását jó hatással serkenti.

1.3. Tápanyagviszonyok hatása a talaj biológiai aktivitására kukoricaszár lebontása közben

A szerves növényi maradványok mikrobiológiai lebontásának sebessége a talajok mikroorganizeteinek fiziológiai aktivitásától függ. A talajok ún. „biológiai aktivitását” több tényező együttes hatása eredményezi, s jellemzésére többféle módszer ismeretes (Koepp 1955, Kubiena 1953). E módszerek közül általánosan használatosak a talajlégzést vizsgáló módszerek, amelyek a talaj által időegység alatt termelt CO_2 mennyiségével jellemzik a talajok biológiai aktivitását.

Haberl (1959) szerint a talajlégzés sokkal érzékenyebb a környezeti feltételek változására, mint a baktériumok számának alakulása, tehát (a szerző szerint különösen erdőtalajokon) a talajaktivitásnak sokkal finomabb jelzője, mint a mikrobaszám. Domsch (1963) viszont összefüggést igazolt a mikrobapopulációk dinamikája és a talajlégzés között, olyannyira, hogy szerinte a talajlégzés változása egyben populációváltozásra enged következtetni.

Általános vélemény, hogy a N-tápanyagkiegészítés serkenti a talajlégzést (Tamm és Krzisch 1966, Szegi 1962).

Így Novák (1967, 1972) 20 napos inkubáció alatt a keményítő lebomlását vizsgálva a legmagasabb értéket (1000 mg CO_2 /100 g talaj) a keményítőt tartalmazó talajban 14,5 mg% és 50 mg% N-tápanyagkiegészítés mellett mérte.

Freytag (1969) hasonló hatást tapasztalt glükóz hozzáadásával mérve a talajok CO_2 termelő képességét.

1.3.1.1. A vizsgálatok anyaga és módszere

Laboratóriumi modellkísérletet állítottunk be annak megvizsgálására, hogy az azonos adagú P- és K-kiegészítés mellett a különböző adagú N-tápanyag-kiegészítés hogyan befolyásolja a kukoricaszár lebomlása közben felszabaduló CO_2 mennyiségét és a CO_2 termelés dinamikáját.

1.3.1.2. Az alkalmazott talajtípusok a 38. táblázatban jellemzett Ramann-féle barna erdőtalaj, homoktalaj és erdőmaradványos csernozjom talaj voltak.

Mindhárom talajtípusból légszáraz állapotban 200–200 g-ot mértünk be 2 l-es, becsiszolt fedelű üvegedényekbe üvegyapot fölé, nedvességtartalmukat a maximális VK 60%-ára stabilizáltuk a 20 hetes kísérleti periódus végéig. A kísérleti talajokhoz edényenként 4 g (2%) légszáraz állapotú őrölt kukoricaszárát kevertünk.

1.3.1.3. Az alkalmazott kezelések

Mindhárom talajtípus esetében az alábbi kísérleti variánsokat állítottuk be:

1. 200 g talaj
2. 200 g talaj + 4 g kukoricaszár
3. 200 g talaj + PK (=20 mg P₂O₅ + 20 mg K₂O/edény)
4. 200 g talaj + PK + 4 g kukoricaszár
5. 200 g talaj + PK + N₁ (=20 mg N/edény)
6. 200 g talaj + PK + N₁ + 4 g kukoricaszár
7. 200 g talaj + PK + N₂ (=100 mg N/edény)
8. 200 g talaj + PK + N₂ + 4 g kukoricaszár
9. 200 g talaj + PK + N₃ (=500 mg N/edény)
10. 200 g talaj + PK + N₃ + 4 g kukoricaszár
11. 200 g talaj + PK + N₄ (=1000 mg N/edény)
12. 200 g talaj + PK + N₄ + 4 g kukoricaszár.

A N-tápanyag-kiegészítést (NH₄)₂SO₄ formájában adtuk. A kísérlet 20 hétig tartott, 28 °C-on.

1.3.1.4. A CO₂ termelését Haber (1959) szerint mértük. A módszer lényege, hogy abszorpciós közegként KOH-ot alkalmazva elnyeletjük a szén-dioxidot és a lúg maradékát 0,1 n HCl-val titráljuk.

1.3.2. A kísérletek eredményei, következtetések

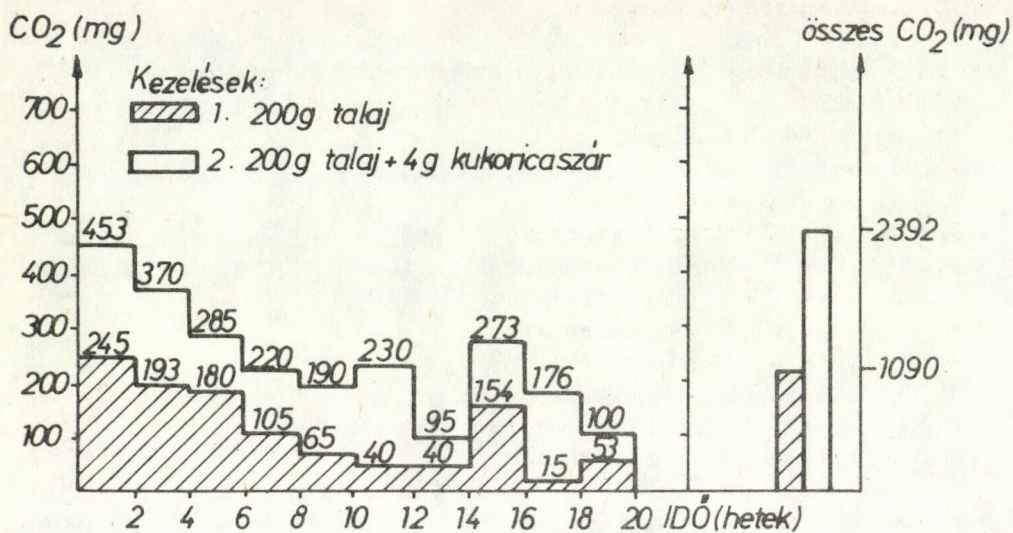
A 20 hetes kísérleti periódus alatt a talajok által termelt szén-dioxid mennyiségét a 32–49. ábrákon tüntettük fel, a légzés intenzitásának dinamikáját is jól szemléltető kéthetes bontásban.

Ugyancsak ezeken az ábrákon látható az egyes kezelésekben a 20 hét alatt termelt összes CO₂ mennyisége.

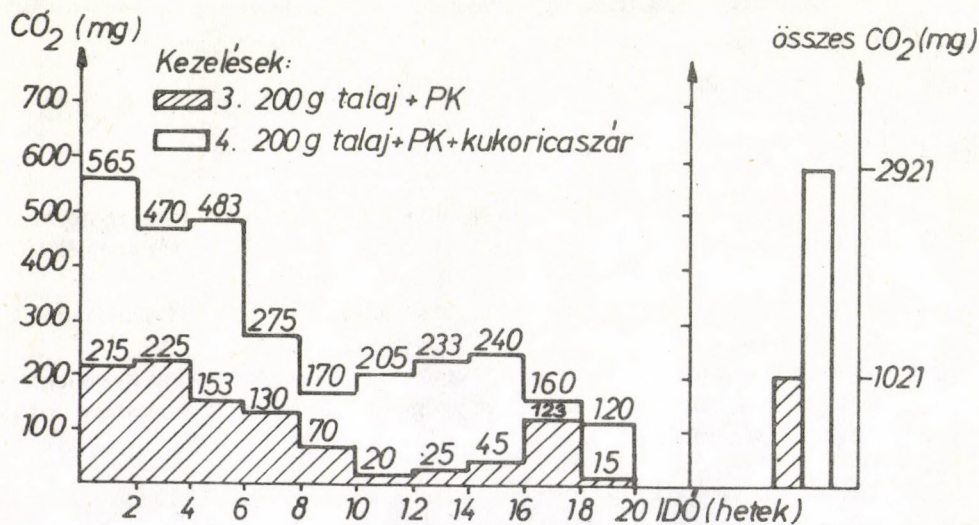
Egy-egy ábrán egymás mellett tüntettük fel az azonos típusú, azonos tápanyag-kiegészítést kapott, kukoricaszárat tartalmazó és az azonos kezelésű, de kukoricaszárat nem tartalmazó talajok CO₂ termelését.

1.3.2.1. A Ramann-féle barna erdőtalaj CO₂-termelésének alakulása

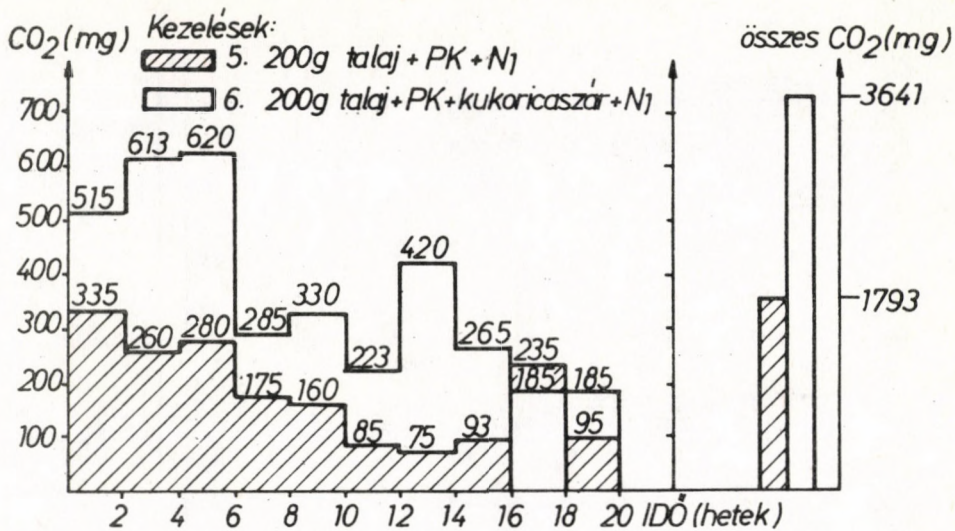
A Ramann-féle barna erdőtalaj kísérleti eredményeit a 32–37. ábrákon tüntettük fel. Az ábrákból látható, hogy a kukoricaszár jelenléte jelentősen növeli a felszabaduló CO₂ mennyiségét.



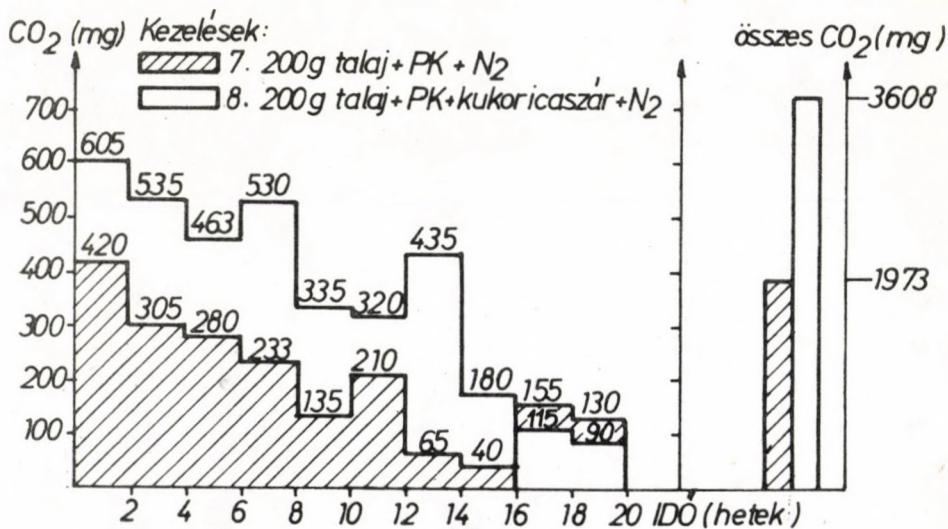
32. ábra: A ramann-féle barna erdőtalaj CO₂-termelése



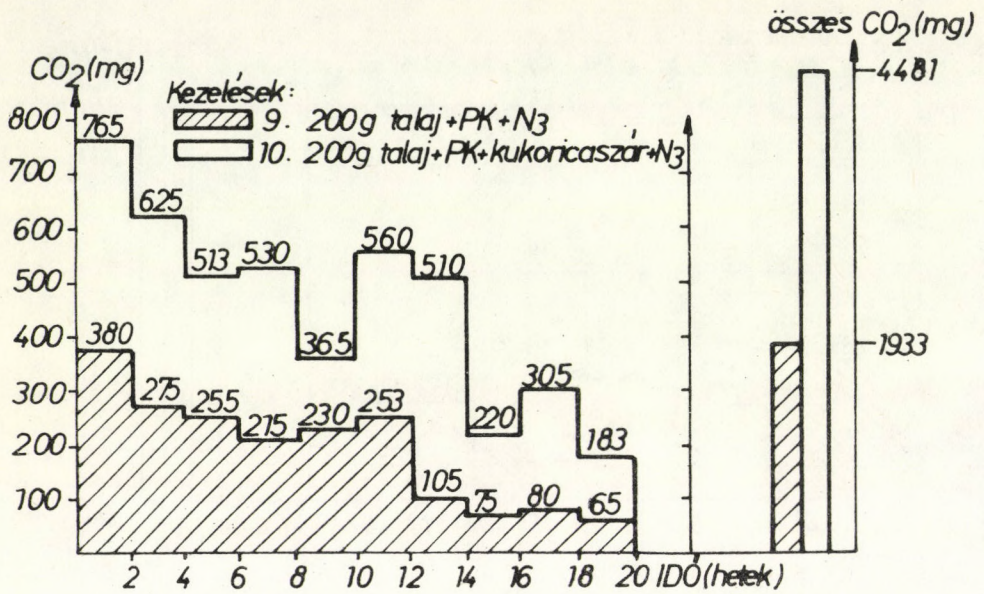
33. ábra: Ramann-féle barna erdőtalaj CO₂-termelése



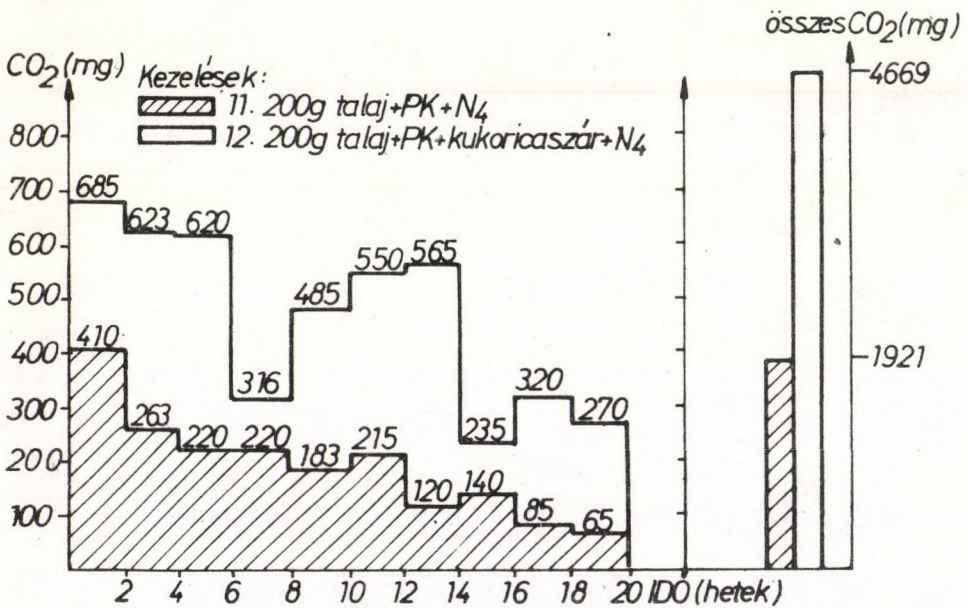
34. ábra: Ramann-féle barna erdőtalaj CO₂-termelése



35. ábra: Ramann-féle barna erdőtalaj CO₂-termelése



36. ábra: Ramann-féle barna erdőtalaj CO₂-termelése



37. ábra: Ramann-féle barna erdőtalaj CO₂-termelése

A 33. ábra szerint kísérletünkben a P és K kiegészítés kissé megemelte a kukoricaszárat tartalmazó talaj CO_2 -termelését, a növényi anyagot nem tartalmazó talajban pedig némi csökkenést okozott.

A 34. ábra azt bizonyítja, hogy már az alacsony adagú N-tápanyag-kiegészítés is ug-rásszerűen megnöveli a talajlégzést. Ennek intenzitása a 35. ábra tanúsága szerint a 100 mg N/edény tápanyag-kiegészítés mellett sem növekszik, ellentétben a várakozásunkkal. A 36. és 37. ábrák adatait összevetve azt tapasztaljuk, hogy mindkét kezelés az elő-zőeknél sokkal nagyobb mérvű CO_2 termelést eredményezett, de egymáshoz viszonyítva a növekedés nincs arányban a N-adagok növekedésével. Ez az eredmény azt bizonyítja, hogy a növényi maradványok mikrobiológiai transzformációjának sebessége és növekvő adagú N-tápanyag-kiegészítés között az összefüggés nem lineáris.

Megfigyelhető, hogy az összes felszabadult CO_2 mennyiségének nagyobbik hányada a lebontás első 6–8 hetében termelődik, ezután csökkenés, majd a lebontás 12–16. he-tében újabb relatív maximum következik be. Ezek az eredmények összhangban vannak egyrészt a kukoricaszár cellulóz-hemicellulóz-lignin frakciói alakulásának vizsgálati eredményeivel (1.: 170. oldal 1.2.2.1.), másrészt a cellulózbontók és gombák $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ melletti dinamikájával.

1.3.2.2. A homoktalaj CO_2 -termelésének alakulása

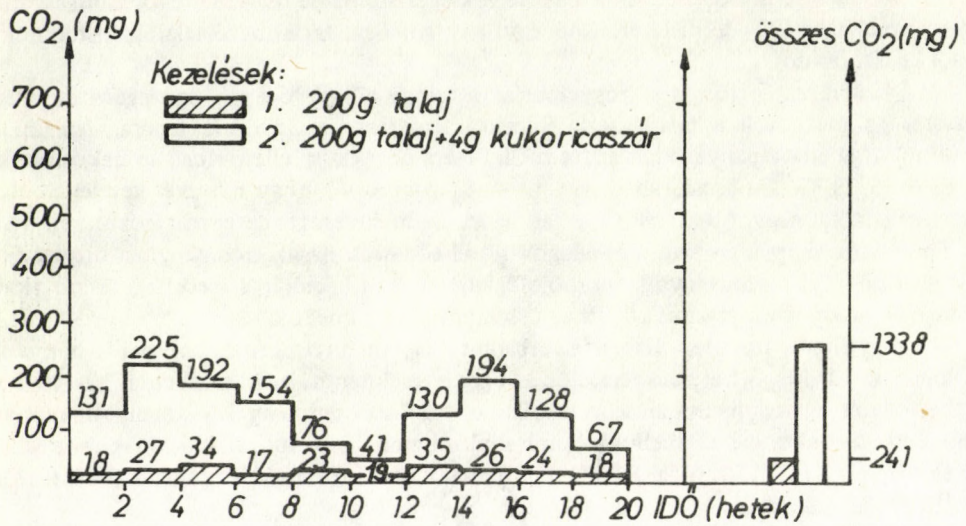
A homoktalaj a 38–43. ábrákon bemutatott CO_2 termelését elemezve láthatjuk, hogy a kukoricaszár jelenléte minden kezelésben jelentős mértékben növelte a talajlégzést.

Az ábrák adataiból megállapítható, hogy a homoktalajban az alacsony szervesanyag-tartalom miatt a talajlégzés intenzitása a kukoricaszárat nem tartalmazó kezelésekből csak igen mérsékeltén növekedett az emelkedő adagú N-tápanyagkiegészítés mellett.

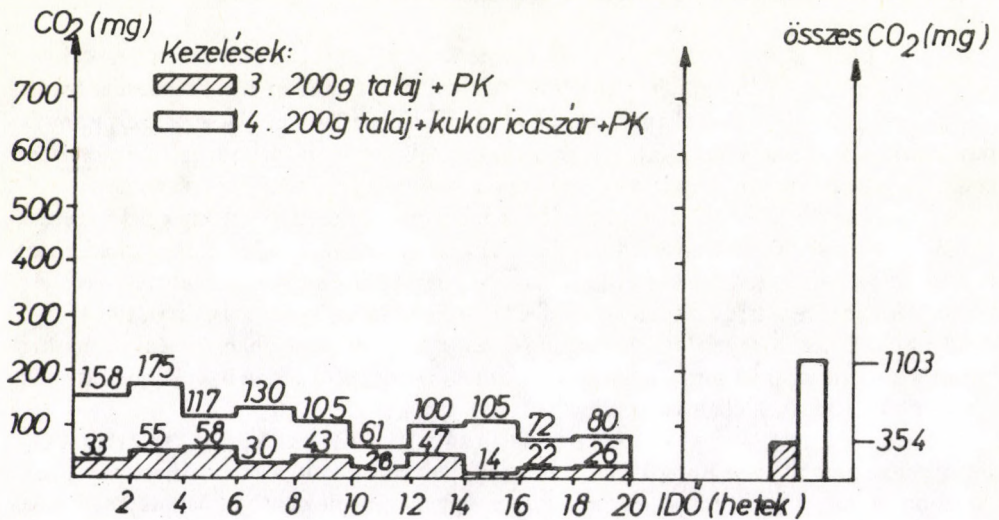
A kukoricaszár jelenléte a trágyázatlan kontrollban az eredeti értéknek 5,55-szeresé-re emelte a talaj CO_2 termelését (38. ábra). Ezt az emelkedést a PK kezelés csökkentet-te (39. ábra), sőt – számunkra érthetetlenül – még az N_1 kezelés mellett sem érte el a talajlégzés mértéke a trágyázatlan kontroll CO_2 -termelésének intenzitását (40. ábra).

A kísérleti eredmények azt bizonyítják, hogy a szervesanyagban szegény homokta-lajban a kukoricaszár lebontásának meggyorsításához nagyobb adagú N-műtrágyázás szük-séges, mint a Ramann-féle barnaföldben (41–43. ábrák).

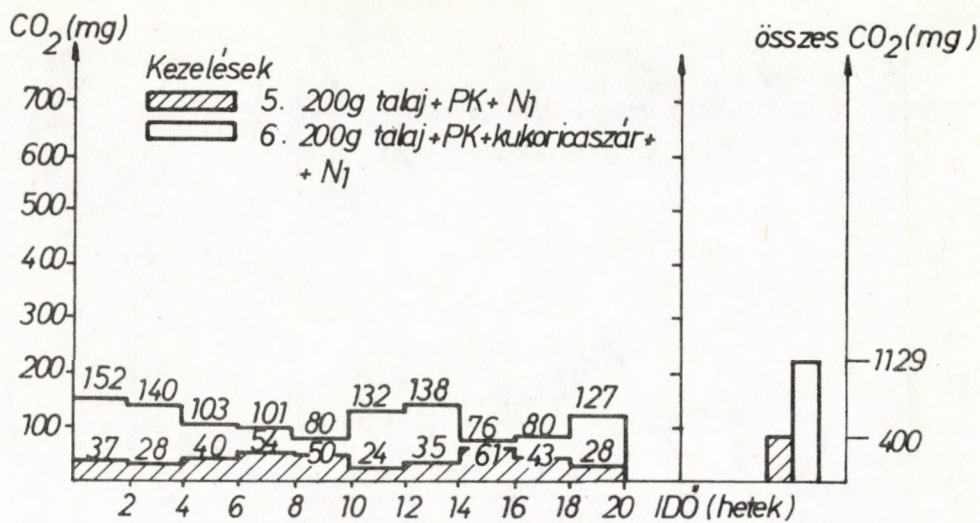
Erős összefüggést látunk a kezeletlen talajban a 10–12. hét között tapasztalt CO_2 -termelési minimum és a homoktalaj mikrobapopulációi közül a gombák, az aerob cel-lulózbontók és a sugárgombák mennyiségének ugyanezen időpontban bekövetkező csök-kenése között. A jövőben ezt az időszakot különös figyelemmel kell tanulmányoznunk.



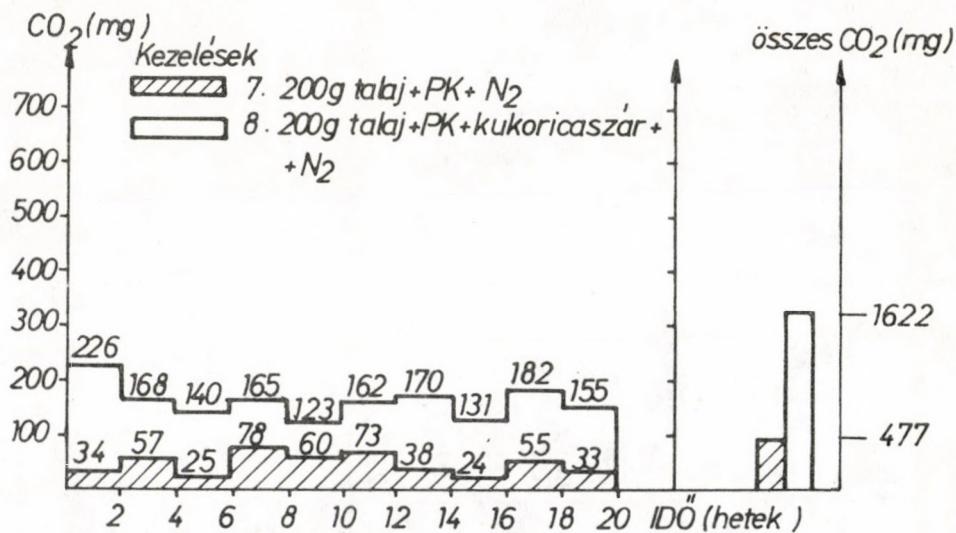
38. ábra: Homoktalaj CO₂-termelése



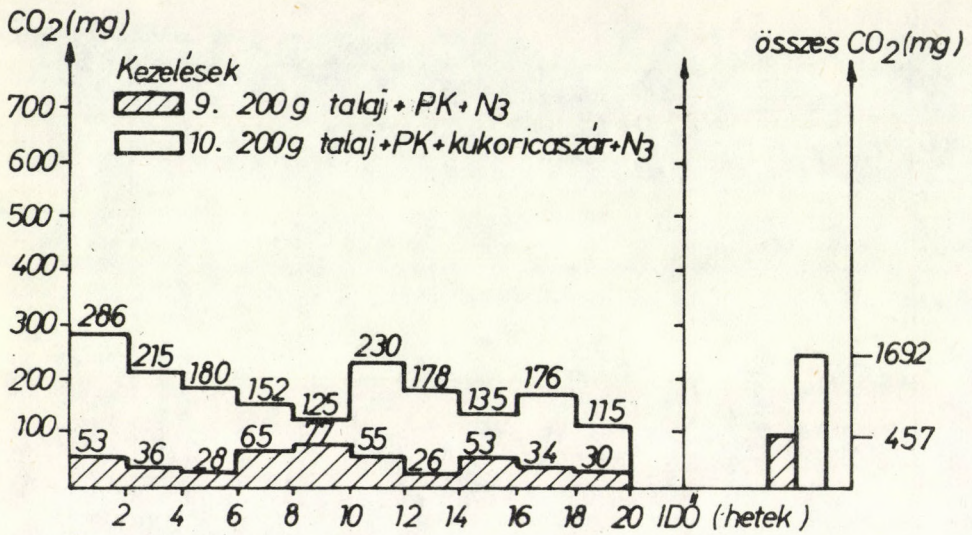
39. ábra: Homoktalaj CO₂-termelése



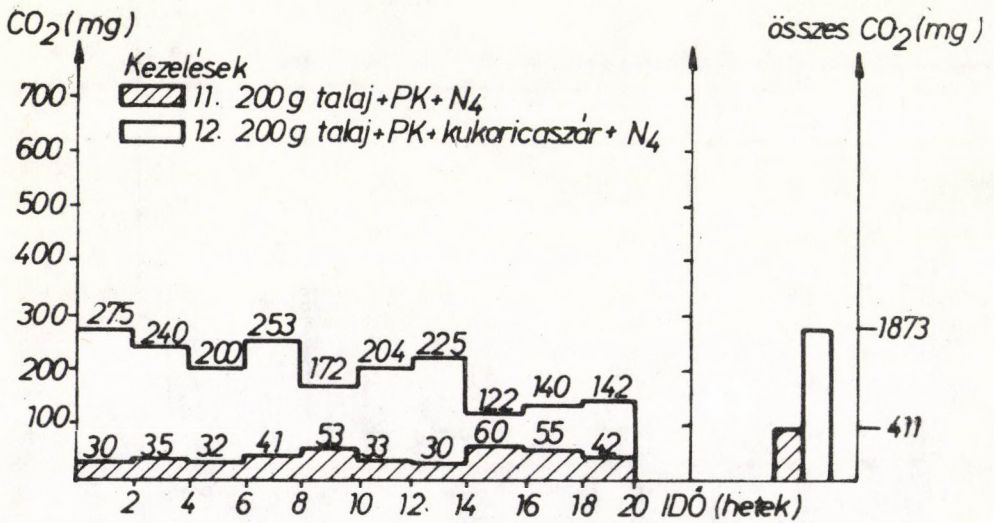
40. ábra: Homoktalaj CO₂-termelése



41. ábra: Homoktalaj CO₂-termelése



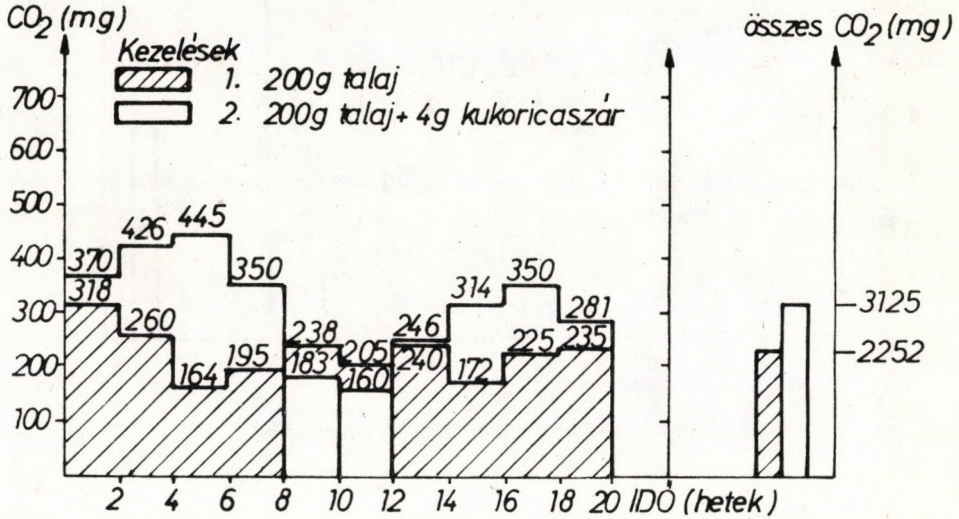
43. ábra: Homoktalaj CO₂-termelése



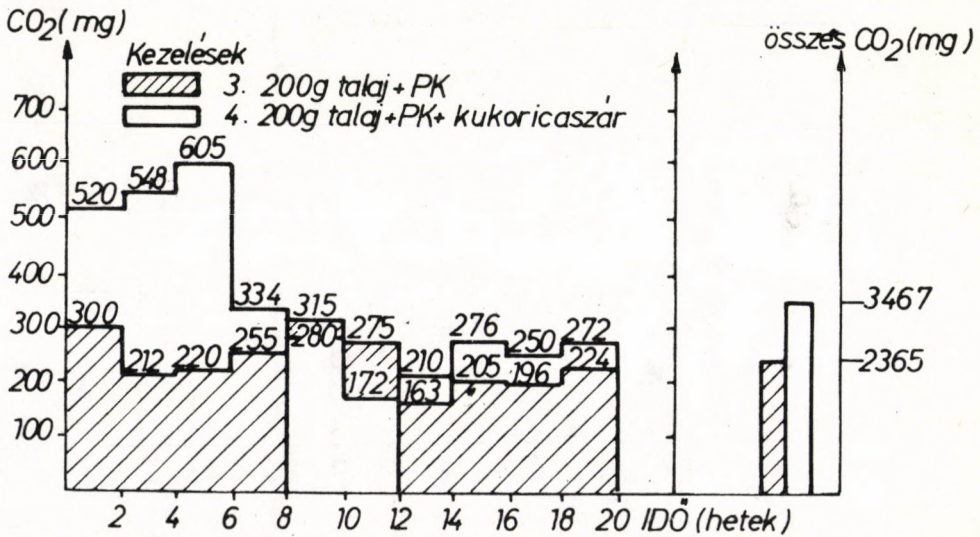
42. ábra: Homoktalaj CO₂-termelése

3.3.3. A csernozjom talaj CO₂ termelésének alakulása

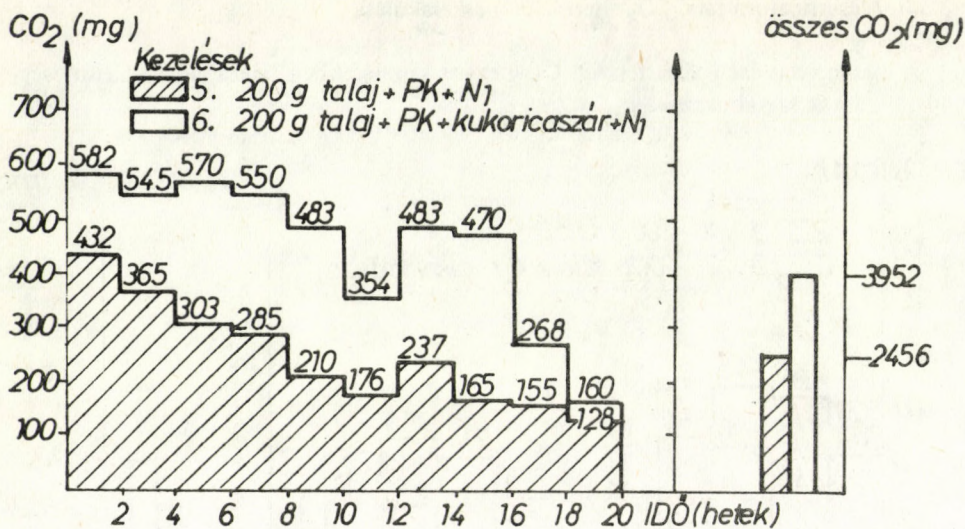
A csernozjom talaj által termelt CO₂ egyes kezelésekben felszabaduló mennyiségeit a 44–49. ábrák tartalmazzák.



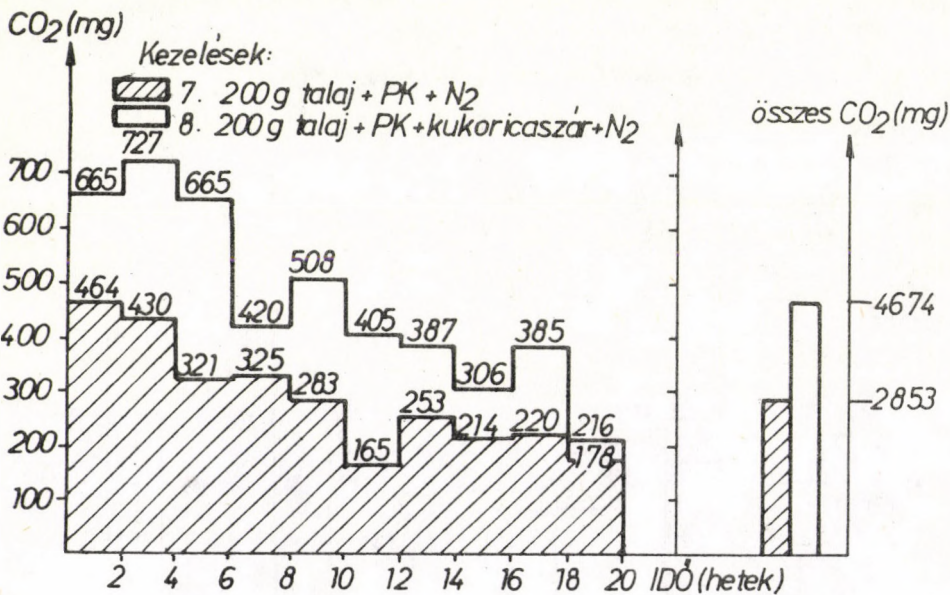
44. ábra: Csernozjom talaj CO₂-termelése



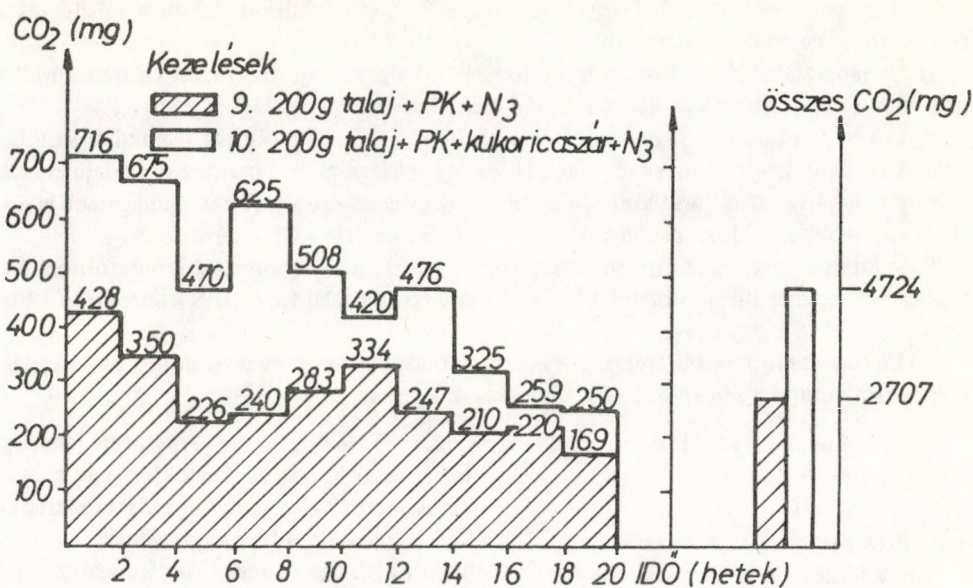
45. ábra: Csernozjom talaj CO₂-termelése



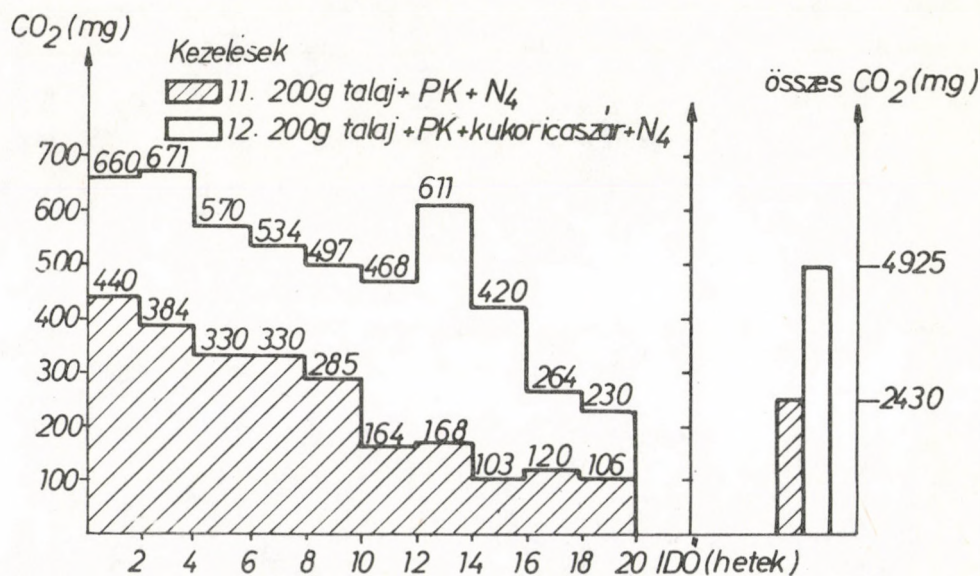
46. ábra: Csernozjom talaj CO₂-termelése



47. ábra: Csernozjom talaj CO₂-termelése



48. ábra: Csernozjom talaj CO₂-termelése



49. ábra: Csernozjom talaj CO₂-termelése

A diagramokból látható, hogy a három megvizsgált talajtípus közül a talajlégzés a csernozjom talajban legintenzívebb.

Itt is tapasztalható az, hogy a kukoricaszár valamennyi műtrágyázási szinten növeli a talaj által felszabadított összes szén-dioxid mennyiségét.

A kukoricaszár nem tartalmazó talajok légzését összehasonlítva leginkább szembeötlik az a tény, hogy a növekvő adagú N-tápanyag-kiegészítés a csernozjom talajban csak bizonyos határig növeli a felszabaduló szén-dioxid mennyiségét. A két legmagasabb N-dózis egymáshoz és az előző N-adaghoz képest is csökkentette a CO_2 termelését.

Úgy látszik, hogy a csernozjom talajban a kukoricaszár lebomlását laboratóriumi körülmények között optimálisan a 100–500 mg N/200 g talaj közötti N-koncentráció biztosítja.

A kukoricaszár bekeverésekor a helyzet módosul: itt a növekvő adagú N-tápanyag-kiegészítés mindvégig növelte a talaj biológiai aktivitását.

A N-tápanyag-kiegészítés jelentőségét igazolja a 44. és 45. ábrán bemutatott jelenség: a CO_2 -termelés dinamikája a kukoricaszár tartalmazó N nélküli talajokban úgy alakul, hogy a talaj által a lebontás 8–12. hete között termelt CO_2 mennyisége alatta maradt a kukoricaszár nem tartalmazó talajból felszabaduló szén-dioxid mennyiségének.

Ezt a légzésintenzitás-csökkenést már a legkisebb N-adag is képes volt kompenzálni, s a többi N-adag is minden esetben magasabb CO_2 -termelő aktivitást biztosított a növényi maradványok jelenlétében, mint anélkül.

2. A BÚZASZALMA ÉS A KUKORICASZÁR MINERALIZÁCIÓJA KÜLÖNBÖZŐ N-MŰTRÁGYÁKKAL KEZELT TALAJOKBAN

A vizsgálatok célja annak a megállapítása volt, hogy milyen mértékben befolyásolják a különböző N-tartalmú műtrágyák: a pétisó, a karbamid, az ammónium-nitrát és a folyékony UAN-oldat (márkanéve: Nitrosol-28) a talajokban végbemenő szervesanyag-transzformációs folyamatokat, konkrétan a búzaszalma és a kukoricaszár mineralizációját.

Kísérleti körülmények

A kérdés tanulmányozását tenyészedeny-kísérletekben végeztük, kétféle talajban, amelyek közül az egyik Keszthely körzetéből származó Ramann-féle barna erdőtalaj, a másik pedig az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete Órbottyáni Kísérleti Telepéről begyűjtött gyengén humuszos karbonátos homoktalaj volt. A vizsgálatba vont talajok főbb agrokémiai jellemzőit a 41. táblázat tartalmazza.

41. táblázat

A vizsgált talajok főbb agrokémiai jellemzői

Talajvizsgáló jellemzők	Barna erdőtalaj Keszthely	Karbonátos homok Órbottyán
KA	29,2	29,0
pH (H ₂ O)	7,13	7,7
pH (KCl)	6,92	7,6
CaCO ₃ %	1,19	3,3
Humusz, %	1,70	1,03
HO ₃ -N mg%	2,61	1,19
NH ₄ -N, mg%	1,32	0,53
AL-oldható P ₂ O ₅ , mg%	6,6	5,8
AL-oldható K ₂ O, mg%	11,9	6,7

A N-műtrágyákat a Péti Nitrogénművek bocsátotta rendelkezésünkre, az alábbiakban határozva meg azok N-tartalmát:

NH ₄ NO ₃	34,26%
Karbamid	46,33%
Nitrosol-28	27,21%
Pétisó	25,55%

A foszfor tápanyagot és a K egy részét at. KH_2PO_4 formájában, a kálium további szükséges dózísát pedig at. KHCO_3 vegyülettel biztosítottuk. A növényi maradványok, a búzaszalma és a kukoricaszár a NEVIKI keszthelyi telepéről származnak. A szerves növényi anyagok lebomlásának vizsgálatát az alábbi módszerrel végeztük:

6x6 cm határfelületű műszálszövet tasakokat töltöttünk meg 2–2 g búzaszalma-szecc-kával, ill. kukoricaszárral, ügyelve arra, hogy az egyes próbákhoz felhasznált növényi részek azonos értékűek és a növény azonos részéből származóak legyenek. Ezeket a mintákat helyeztük le a tenyészedények talajába. Egy-egy tenyészedény 2 kg talajt tartalmazott, amelyek az alábbi műtrágya dózisokat kapták: (42. táblázat).

42. táblázat

A vizsgálatokban alkalmazott kezelések

Kezelés	Műtrágya hatóanyag mg/edény			N-műtrágya	mg/edény
	P_2O_5	K_2O	N		
1.	0	0	0		0
2.	334	334	0		0
3.	334	334	107	NH_4NO_3	312 mg
4.	334	334	214	NH_4NO_3	624 mg
5.	334	334	107	Karbamid	230 mg
6.	334	334	214	Karbamid	461 mg
7.	334	334	107	Nitrosol	392 mg
8.	334	334	214	Nitrosol	784 mg
9.	334	334	107	Pétisó	418 mg
10.	334	334	214	Pétisó	836 mg

A szervesanyag-próbák 4–5 cm-es talajtakarást kaptak, majd a tenyészedényeket edényenként 6 kukoricaszemmel vetettük be, csírázás után a növényszámot edényenként 5-re állítottuk be.

A szervesanyag-próbákat 90 napos érlelés után emeltük ki. Meghatároztuk a búzaszalma és a kukoricaszár tesztek súlycsökkenését, ezzel jellemezhető a lebomlás mértéke, majd a maradék szerves anyagot frakcióanalízisnek vetettük alá, aminek során elkülönítettük a ligninmentes anyagokat (cellulóz, hemicellulóz, N-tartalmú szerves komponensek) a 72%-os kénsavban meghatározható lignin frakciótól.

A szervesanyag-próbákat kiemelésük után légszáraz állapotba hoztuk, majd 105 °C-on végzett 6 órás szárítás után mérlegeltük. Ezt követően meghatároztuk a 70 °C-os és a 100 °C-os vízzel extrahálható anyagok mennyiségét. Vizes extrakció után 1%-os sósav oldatban való főzés után kioldható szervesanyagokat határoztuk meg, majd Komarov

szerint 72%-os H_2SO_4 -oldattal végeztünk kezelést a lignin kinyerése céljából. Hasonló kezelésnek tettünk ki négy-négy szervesanyag-mintát, amelyek búzaszalmát, illetve kukoricaszárát tartalmaztak, de nem kerültek talajba, hanem a laboratóriumban tartottuk a tesztek feldolgozásáig.

Az ellenőrző próbák frakcióanalízisének adatait az alábbiakban adjuk meg:

43. táblázat

A növényi minták frakció-összetétele

70°C-os	Forró vízzel kioldható anyagok mg-ban	72%-os kénsavval	Lignin mg
Búzaszalma (2g):			
110	470	970	450
Kukoricaszár (2g):			
140	450	1040	370

Értékelő táblázatainkban az első három frakciót összevontan adjuk meg, mint ligninmentes növényi anyagot. Ennek mennyisége a kezeletlen nem mineralizált szalmában 77,5%, a kukoricaszárban pedig 81,5%. A lignintartalom a kísérleteinkben felhasznált szalmában 22,5%, a kukoricaszárban pedig 18,5% volt.

A búzaszalma-tesztek súlyvesztésének adatait, azaz lebontásuk mértékét a 44. táblázatban közöljük. A 45. varianciatáblázatból kitűnik, hogy a szalma lebomlását a talajban csupán a N-műtrágya tényező befolyásolta szignifikánsan. Az F-próba 99,9%-os szinten igazolt szignifikáns különbségeket, amelyeket a nitrogénműtrágyák váltottak ki. A talaj és dózis tényezők tekintetében szignifikáns különbségek nem voltak kimutathatók. Nem volt szignifikáns kölcsönhatás sem. A 46. értékelő táblázatból kitűnik, hogy a két talaj átlagában mindegyik N-műtrágyázási kezelés szignifikánsan felülmúlta a kontroll és a csak PK kezelésű edényekben mért mineralizációt. A műtrágyaféleségeknél a szalma mineralizációjára gyakorolt hatása között szignifikáns különbségek nem álltak elő. A búzaszalma-tesztek elbontásának mértéke az NH_4NO_3 és a Nitrosol II. dózisa szerint műtrágyázott edényekben érte el a legmagasabb értéket.

A kukoricaszár lebomlásának adatait a 47. táblázatban közöljük. Szembetűnik, hogy a kukoricaszár elbontásának mértéke elmaradt a búzaszalma mineralizációja mögött. Ennek okát részben a kétféle növényi szerves anyag eltérő aprítottsági fokával magyarázhatjuk és az ebből adódó nagyobb szubsztrátum felülettel a búzaszalma javára. Ezen túlmenően a két növényi maradvány eltérő kémiai összetételének, valamint felépítésbeli különbségeiknek is szerepe lehet a lebonthatóságban megmutatkozó eltérésben. A kuko-

*A búzaszalma lebomlása különböző N-műtrágyák hatására
Kísérleti alapadatok.
(Az elbontás mértéke g/tenyészedény)*

Kezelések	Barna erdőtalaj ismétlések				Karbonátos homok ismétlések			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Kontroll	1,00	1,06	0,79	1,14	0,96	0,78	0,79	0,81
P + K	1,15	1,15	0,83	0,80	0,69	1,02	0,88	0,71
NH ₄ NO ₃ I.	1,21	1,17	0,88	0,99	1,19	1,35	1,29	0,70
NH ₄ NO ₃ II.	1,06	1,24	0,97	1,45	1,37	1,32	0,92	1,32
Karbamid I.	1,07	1,29	1,05	1,12	0,98	1,33	1,27	1,20
Karbamid II.	1,14	1,12	1,28	1,10	1,42	1,41	0,93	1,04
Nitrosol I.	1,25	1,26	1,00	0,95	1,37	1,21	1,04	1,08
Nitrosol II.	1,24	1,07	1,23	1,31	1,40	1,30	1,09	1,05
Pétisó I.	1,12	1,05	1,17	1,06	1,19	1,19	0,98	1,28
Pétisó II.	1,29	1,18	1,23	0,97	1,26	1,14	1,37	1,03

I = N adag 160 kg/ha N-hatóanyag

II = N adag 320 kg/ha N-hatóanyag

Variancia táblázat a búzaszalma elbontásának értékeléséhez

Tényező	SQ	FG	MQ	F
Összesen	26 950,75	79	—	—
Ismétlés	3 024,45	3	—	—
Kezelés komb.	10 609,75	19	558,41 ^{xx}	2,39
Talaj (A)	6,05	1	6,05	1
Műtrágya (B)	8 376	4	2094 ^{xxx}	8,96
Dózis (C)	432,45	1	432,45	1,85
A x B	1 391,7	4	347,925	1,489
A x C	31,25	1	31,25	1
B x C	348,55	4	87,14	1
A x B x C	23,55	4	5,89	1
Hiba	13 316,5	57	233,62	

46. táblázat

*Eltérő adagú N-műtrágyák hatása barna erdő- és karbonátos homoktalajon,
a búzaszalma lebontására, tenyészedény kísérletekben.
(Az elbomlott szalma mennyisége g/tenyészedény)*

Kezelés	Dózis	Talaj		SzD _{5%}	Átlag
		Barna erdő	Karbonátos homok		
Kontroll		1,00	0,84	—	0,92
PK		0,98	0,83	—	0,90
NH ₄ NO ₃	I.	1,06	1,13	—	1,10
NH ₄ NO ₄	II.	1,18	1,23	0,21	1,21
Karbamid	I.	1,13	1,20	—	1,16
Karbamid	II.	1,16	1,20	—	1,18
Nitrosol	I.	1,12	1,17	—	1,14
Nitrosol	II.	1,21	1,21	—	1,21
Pétisó	I.	1,11	1,16	—	1,13
Pétisó	II.	1,16	1,20	—	1,18
SzD _{5%}		0,21			0,15
Átlag		1,11	1,12	0,07	1,11

- I. = N-műtrágya hatóanyag 160 kg/ha
 II. = N-műtrágya hatóanyag 320 kg/ha

*A kukoricaszár elbomlása különböző N-műtrágyák hatására. Kísérleti alapadatok
(Az elbontás mértéke g/tenyészedény)*

Kezelések	Barna erdőtalaj ismétlés				Karbonátos homoktalaj ismétlés			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Kontroll	0,85	0,83	0,53	0,94	0,70	0,88	0,50	0,61
P + K	0,96	0,90	0,65	0,96	0,73	0,72	0,65	0,54
NH ₄ NO ₂ I.	1,08	1,02	0,84	0,87	0,94	1,08	0,88	0,78
NH ₄ NO ₃ II.	1,06	1,30	0,95	1,00	1,20	0,97	1,17	1,00
Karbamid I.	1,10	0,95	0,90	0,82	1,04	1,15	1,05	0,95
Karbamid II.	0,98	1,11	0,97	1,14	1,09	1,09	1,00	1,12
Nitrosol I.	1,16	1,10	1,09	0,97	1,07	0,98	0,86	0,98
Nitrosol II.	1,19	1,02	0,97	1,06	0,99	0,89	1,15	1,11
Pétisó I.	1,07	1,04	0,90	0,85	0,93	1,32	0,80	0,83
Pétisó II.	1,07	1,23	0,99	0,89	0,98	0,91	1,13	1,17

I = 160 kg/ha N hatóanyag

II = 320 kg/ha N hatóanyag

ricaszár lebontási adatainak varianciaanalízise kapcsán nyert összefüggések (48. táblázat) arra mutatnak, hogy a műtrágya-féleségeken túlmenően, az eltérő műtrágya adagok is szignifikáns különbségeket váltottak ki a kukoricaszár mineralizációja folyamán.

48. táblázat

Variancia táblázat a kukoricaszár lebomlásának értékeléséhez

Tényező	SO	FG	MO	F
Összes	22 417,69	79	—	—
Ismétlés	2 227,04	3	—	—
Kezelés komb.	12 635,94	19	665,05 ^{xxx}	5,018
Talaj (A)	234,62	1	234,62	1,77
Műtrágya (B)	9 675,88	4	2418,97 ^{xxx}	18,25
Dózis (C)	959,12	1	959,12 ^{xx}	7,236
A x B	1 156,81	4	289,20 ^x	2,182
A x C	5,5	1	5,5	—
B x C	375,82	4	93,96	—
A x B x C	228,19	4	57,05	—
Hiba	7 554,71	57	132,54	—

xxx = 99,9%-os valószínűségi szinten igazolt különbségek

xx = 99%-os valószínűségi szinten igazolt különbségek

x = 95%-os valószínűségi szinten igazolt különbségek

Szignifikáns volt a Talaj x N-műtrágya kölcsönhatás is, amely jelzi azt, hogy a nitrogénműtrágyáknak a kukoricaszár lebontására gyakorolt hatása a talajtól is függ. Ez a kölcsönhatás kifejeződik abban, hogy a karbamid és a Nitrosol hatása a két talajon jelentősen eltért. A Nitrosollal trágyázott edényekben a barna erdőtalajban volt intenzívebb a kukoricaszár dekompozíciója, míg a karbamid esetében a karbonátos homokban.

Ezek a különbségek mindkét műtrágya esetében a szignifikáns különbségen belül maradtak. Azonos N-műtrágyázási szinten a műtrágyaféleségek hatása között szignifikáns különbségek nem voltak kimutathatók (49. táblázat).

Az 50. táblázaton a kukoricaszár elbontását a N-műtrágyák és alkalmazott dózisaik függvényében értékeltük a talajok átlagában. Ilyen értékelési mód mellett megállapíthatjuk, hogy csupán az NH_4NO_3 műtrágya dózisa mellett volt szignifikáns különbség a kukoricaszár lebontásában.

*Az eltérő adagú N-műtrágyák hatása az erdő és a homoktalajon a kukoricaszár lebontására, tenyészedény-kísérletben.
(Az elbontott kukoricaszár mennyisége g/tenyészedény)*

Kezelés, adag	Talaj		SzD _{5%}	Átlag
	Barna erdő	Karbonátos homok		
I = 160 kg/ha N hatóanyag				
II = 320 kg/ha N hatóanyag				
PK	0,87			
Kontroll	0,79	0,67	—	0,73
PK	0,87	0,66	—	0,76
NH ₄ NO ₃ I	0,95	0,92	—	0,94
NH ₄ NO ₃ II	1,08	1,08	—	1,08
Karbamid I	0,94	1,05	0,16	0,99
Karbamid II	1,05	1,07	—	1,06
Nitrosol I	1,08	0,97	—	1,03
Nitrosol II	1,06	1,03	—	1,05
Pétisó I	0,96	0,97	—	0,97
Pétisó II	1,04	1,05	—	1,05
SzD _{5%}	0,16		0,12	0,12
Átlag	0,98	0,95	0,05	0,97

50. táblázat

*A N-műtrágyák és alkalmazott dózisaik hatása a kukoricaszár lebontására a talajok átlagában értékelve.
(Elbontás mértéke g/tenyészedény)*

Kezelés	N-műtrágya adag		SzD _{5%}	Átlag
	160 kg/ha	320 kg/ha		
Kontroll	0,73	0,75	—	0,75
NH ₄ NO ₃	0,94	1,08	—	1,01
Karbamid	0,99	1,06	0,12	1,03
Nitrosol	1,03	1,05	—	1,04
Pétisó	0,97	1,05	—	1,01
SzD _{5%}	0,12			0,08
Átlag	0,93	1,00	0,05	0,97

A búzaszalma és a kukoricaszár tesztek maradék szerves anyagának a lignintartalmát az 51. és 52. táblázatban mutatjuk be. A táblázatok adataiból megállapíthatjuk, hogy a talajba kerülő növényi maradványok mikrobiológiai lebontással szemben leginkább ellenálló lignin frakciója csak igen lassú ütemben mineralizálódik.

A szalma ligninjéből mintegy 30–40%-kal több bomlott el a kísérleti időszak folyamán, mint a kukoricaszár ligninfrakciójából. A szalmában a lignin eloszlása egyenletesebb, mint a kukoricaszárban. Az elcsépeelt szalma megmaradt levélnyeleinek lignintartalma is számottevő, ugyanakkor a kukoricaszár szivacsos-szerkezetű ún. bélsugara gyakorlatilag teljesen hemicellulózokból és pentozánokból épül fel. Ez az alig inkrusztált növényi rész talajviszonyok között gyorsan mineralizálódik és a mineralizáció első szakaszában a mikroszervezetek a könnyebben elbontható részeket támadják meg, csupán ennek fogytával veszik igénybe az inkrusztáltabb részeket. A lignin analízisének eredményei arra mutatnak, hogy a Ramann-féle bama erdőtalajban és a karbonátos homokban a Nitrosol mind a búzaszalma, mind pedig a kukoricaszár ligninfrakciójának lebontására kedvező hatású, meggyorsítja azt a többi műtrágyaféleséghez viszonyítva. Ugyanakkor karbonátos homokon a karbamid, különösen a II. dózisban a lignin elbontását jelentősen mérsékli.

Az 53. és 54. táblázatban a szervesanyag-próbák frakcióanalízisének adatait közöljük, bemutatva a szalma és a kukoricaszár lebomlásának ütemét a különböző N-műtrágya kezelések hatására. A szalma elbontásának mértéke a két talajon csaknem azonos volt, a kukoricaszár esetében sem haladta meg a bontási különbség a 2%-ot, ennyivel volt nagyobb az elbomlás mértéke az erdőtalajon a homokhoz viszonyítva, a 10 kezelés átlagában számítva.

A növényi maradványok ligninmentes részének és a lignin frakciónak az elbontása eltérő ütemben ment végbe, ennek eredményeképpen az el nem bomlott szalmában mintegy duplájára, a kukoricaszár maradványban is közel ilyen arányban feldúsult a lignintartalom.

51. táblázat

*A nitrogénműtrágyák hatása a búzaszalma lignintartalmának lebomlására
(Lignin mennyiség mg/l db teszt.)*

Kezelések	Barna erdőtalaj ismétlés				Karbonátos homok ismétlés			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Kontroll	410	400	430	380	370	360	420	400
P + K	380	390	400	410	380	430	370	350
NH ₄ NO ₃ I	360	380	400	410	370	370	410	430
NH ₄ NO ₃ II	370	380	400	360	380	370	400	360
Karbamid I.	370	380	360	400	340	340	370	390
Karbamid II.	390	420	390	370	360	350	390	390
Nitrosol I	350	360	410	370	340	360	350	400
Nitrosol II	350	380	370	360	330	360	400	370
Pétisó I	380	400	370	340	360	380	410	370
Pétisó II	410	350	380	360	360	370	330	400

Az eredeti szalma lignintartalma = 450 mg/2 g szalma

52. táblázat

*A nitrogénműtrágyák hatása a kukoricaszár lignintartalmának alakulására
(Lignintartalom mg/l teszt.)*

Kezelés	Barna erdőtalaj ismétlés				Karbonátos homok ismétlés			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Kontroll	350	330	350	330	350	330	360	320
P + K	320	340	370	330	350	340	330	320
NH ₄ NO ₃ I	330	320	350	360	310	340	330	340
NH ₄ NO ₃ II	330	320	330	350	340	350	320	310
Karbamid I	310	350	350	330	310	350	330	340
Karbamid II	340	340	350	330	350	340	330	360
Nitrosol I	340	330	310	330	310	340	320	360
Nitrosol II	340	330	310	320	330	330	300	320
Pétisó I	310	330	330	350	330	310	360	320
Pétisó II	340	300	330	340	340	330	310	310

Az eredeti kukoricaszár lignintartalma = 370 mg/2 g szár

*A szervesanyag-próbák elbomlott és maradék részének frakció összetétele
Ramann-féle barna erdőtalajban*

Kezelés	Búzaszalma				Kukoricaszár			
	Elbontott szalma	Elbontott ligninmentes rész	Elbontott lignin	Maradék szalmában lignin	Elbontott szár	Elbontott ligninmentes rész	Elbontott lignin	Maradék szárbán lignin
	%	%	%	%	%	%	%	%
Kontroll	50,0	61,6	10,0	40,5	39,5	46,6	8,1	28,1
P + K	49,0	60,6	8,9	40,2	43,5	51,4	8,8	29,9
NH ₄ NO ₃ I	53,0	64,5	13,3	41,4	47,5	56,4	8,1	32,4
NH ₄ NO ₃ II	59,0	71,5	16,1	46,0	54,0	64,0	10,1	36,1
Karbamid I	56,5	68,2	16,1	43,4	47,0	55,5	9,5	31,6
Karbamid II	58,0	68,5	12,8	49,7	52,5	62,6	8,1	36,8
Nitrosol I	56,0	67,2	17,2	42,3	54,0	63,7	11,5	36,6
Nitrosol II	60,5	72,6	18,9b	46,2	53,0	62,3	12,2	34,6
Pétisó I	55,5	66,6	17,2	41,9	48,0	56,4	10,8	31,2
Pétisó II	58,0	70,0	16,7	44,6	52,0	61,2	11,5	34,1
100 % =	2,00g	1,56g	0,46g	—	2,00g	1,63g	0,37g	—

*A szervesanyag-tesztek elbomlott és maradék részének frakció összetétele
karbonátos homoktalajban*

Kezelés	Búzaszalma				Kukoricaszár			
	Elbontott szalma	Elbontott ligninmentes rész	Elbontott lignin	Maradék szalmában lignin	Elbontott szár	Elbontott ligninmentes rész	Elbontott lignin	Maradék szárbán lignin
	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>Kontroll</i>	4							
Kontroll	42,0	50,2	13,9	33,4	33,5	39,3	8,1	25,6
P + K	41,5	49,4	14,4	32,9	33,0	38,3	9,5	25,0
NH ₄ NO ₃ I	56,5	69,4	12,2	45,4	46,0	54,0	10,8	30,6
NH ₄ NO ₃ II	61,5	74,7	16,1	49,0	54,0	63,8	10,8	35,9
Karbamid I	60,0	71,6	20,0	45,0	52,5	62,1	10,1	35,0
Karbamid II	60,0	72,4	17,2	46,6	53,5	64,0	6,8	37,1
Nitrosol I	58,5	69,8	19,4	43,7	48,5	57,1	9,5	32,0
Nitrosol II	60,5	72,4	19,4	45,9	51,5	60,1	13,5	33,0
Pétisó I	58,0	70,3	15,6	45,2	48,5	57,1	10,8	32,0
Pétisó II	60,0	71,9	18,9	45,6	52,5	61,5	12,8	30,7
100 % =	2,00g	1,56g	0,46g	—	2,00g	1,63g	0,37g	—

3. A NITROGÉN MŰTRÁGYÁK HATÁSA A TALAJLÉGZÉS INTENZITÁSÁRA LABORATÓRIUMI RESPIRÁCIÓS KÍSÉRLETEKBEN

Annak megállapítására, hogy a különböző vegyületben adagolt N-műtrágyák hogyan befolyásolják a talajlégzés intenzitását, ha a talajokban egyidejűleg bomló cellulóz van jelen, laboratóriumi kísérletet végeztünk.

A respirációs mérésekhez alkalmazott berendezést Szegi 1979 leírása alapján állítottuk össze. A talajmintákat tartalmazó edényekhez NaOH lúgcsapdák kapcsolódnak, az egyirányú levegőáramlást membránpumpa biztosította, az egész respirációs berendezés állandó hőmérsékleten: 28 °C-on termosztátban működött, 18, 28 és 42 napos inkubációs periódusokban.

A kísérletekhez Raman-féle barna erdőtalajt és karbonátos homoktalajt (Örököttyán) alkalmaztunk, a 41. táblázatban feltüntetett főbb agrokémiai paraméterekkel jellemezve.

A kísérletekben gyári előállítású, kereskedelmi N-műtrágyákat használtunk, amelyeknek a N-tartalmát a Péti Nitrogénművek Kutató Laboratóriuma adta meg: (1. 180. oldal)

A respirációs edények mindegyike 150–150 g talajt tartalmazott, amelyekbe 1% cellulózport kevertünk szénforrásként, a talajok nedvességtartalmát desztillált vízzel a maximális víztartó képesség 65%-ának megfelelő nedvességtartalomra állítottuk be.

A talajok tápanyagtartalmát úgy szabályoztuk, hogy a P és K mennyiség határa átszámítva 500–500 kg/ha volt, a N-adagok közül pedig 2 dózist alkalmaztunk:

1. tápanyagszint 160 kg N/ha

2. tápanyagszint 480 kg N/ha

Így 150 g légszáraz talajra 8 mg, ill. 24 mg N mennyiségnek megfelelően vittük be a N-műtrágyákat (55. táblázat).

55. táblázat

A kísérlet kezeléseit és az alkalmazott N-műtrágya mennyiségek

Kezelés	N-műtrágya mg/edény
1. Kontroll N ₀ P ₀ K ₀	0
2. PK + N ₀	0
3. PK + N ₁ = 8 mg N/edény	NH ₄ NO ₃ = 23,10
4. PK + N ₂ = 24 mg N/edény	NH ₄ NO ₃ = 69,30
5. PK + N ₁ = 8 mg N/edény	Karbamid = 17,25
6. PK + N ₂ = 24 mg N/edény	Karbamid = 51,75
7. PK + N ₁ = 8 mg N/edény	Nitrosol = 29,40
8. PK + N ₂ = 24 mg N/edény	Nitrosol = 88,20
9. PK + N ₁ = 8 mg N/edény	Pétisó = 31,31
10. PK + N ₂ = 24 mg N/edény	Pétisó = 93,93

A lúgcsapdákat 2 hetenként cserélve potenciometrikus titrálással állapítottuk meg a talajok által kibocsátott CO₂ mennyiségét.

A kísérletek eredményei, következtetések

A respirációs kísérlet összevont értékelési adatait az 56. táblázatban közöljük. A talajlégzési vizsgálatok során kapott eredmények megbízhatóságát varianciaanalízissel bíráltuk el. A különböző N-műtrágyáknak a talajlégzésre gyakorolt hatása leginkább az első mérési időpontban mért CO₂ mennyiségekben tükröződik.

A respirációs időszak 42 napjáig képződött szén-dioxid a nitrogénműtrágyák tartós hatásáról és az aerob életmódot folytató szaprofita mikroorganizmusoknak a nitrogénvegyületekhez való alkalmazkodóképessége tekintetében nyújtanak információt.

56. táblázat

A nitrogénműtrágyák hatása a talajlégzés intenzitására Kezelésátlagok

Kezelés	Ramann-féle barna erdőtalaj				Karbonátos homok			
	Inkubációs idő napokban			Összes CO ₂ mg/edény	Indukációs idő napokban			Összes CO ₂ mg/edény
	14	28	42		14	28	42	
CO ₂ mg/edény				CO ₂ mg/edény				
Kontroll	673	207	262	1141	273	127	108	508
P + K	756	229	243	1227	280	160	148	588
NH ₄ NO ₃ I	1072	283	341	1695	567	224	233	1023
NH ₄ NO ₃ II	1189	263	164	1616	1073	370	270	1713
Karbamid I	910	386	338	1633	481	240	231	951
Karbamid II	1107	362	183	1652	862	383	324	1694
Nitrosol I	1047	303	249	1599	567	344	193	1103
Nitrosol II	1112	286	181	1579	999	432	273	1704
Pétisó I	1038	273	248	1559	586	244	235	1065
Pétisó II	1099	261	215	1575	1067	381	231	1678

Ezek figyelembevételével az első két hét és a teljes respirációs időszak CO₂ termelési adatai megbízhatóságának elbírálására koncentráltuk a matematikai értékelő munkát.

A kezeléstényezőt komponensekre bontva a N-műtrágya hatásokat csoport- és a páranalízisekkel értékeltük. Az összefüggésvizsgálatok eredményeit talajonként külön foglalkozunk össze.

A keszthelyi Ramann-féle barna erdőtalaj első két hetes CO₂ produkciójának értékelése:

1. Valamennyi N-műtrágyázási kezelésben a talaj CO₂ produkciója szignifikánsan felülmúlta a kontroll és egyoldalú PK kezelésű talajminták CO₂ hozamát.
2. A N-műtrágya adag növelése minden esetben szignifikánsan fokozta a talajminták légzését.

3. Az első N-műtrágyázási szinten az NH_4NO_3 -tal a Nitrosollal és pétisóval kezelt talajminták légzése szignifikánsan meghaladta a karbamiddal trágyázott mintáét.
4. A II. N-műtrágyázási szinten az NH_4NO_3 -tal kezelt talajminták CO_2 produkciója szignifikánsan meghaladta a másik három N formával kezelt mintáét.

A Ramann-féle barna erdőtalaj 42 napos összesített CO_2 produkcióját értékelve, valamennyi N-műtrágyázási kezelésben a talajminták légzése szignifikánsan fölülmúlta a kontroll és egyoldalú PK trágyázott talajok légzését.

Azonos N-műtrágyázási szinten a különböző nitrogénműtrágyák már nem befolyásolták a szignifikáns különbséget meghaladóan a talajlégzési folyamatokat.

Karbonátos homok (Órbottyán) első két hetes CO_2 produkciójának értékelése:

1. Valamennyi N-műtrágyázási kezelés szignifikánsan fokozta a talajlégzési folyamatokat a kontroll és egyoldalú PK kezeléséhez viszonyítva.
2. A N-műtrágya adag növelése minden esetben szignifikánsan fokozta a talaj légzését.
3. Mind az I., mind a II. N-műtrágyázási szinten a karbamiddal kezelt talajok légzésintenzitását szignifikánsan fölülmúlta a másik három műtrágya jelenlétében mért CO_2 produkció.

A karbonátos homok talaj 42 napos összesített CO_2 produkciójának értékelése:

1. Valamennyi N-kezelésben a talajminták CO_2 produkciója szignifikánsan fölülmúlta a kontroll és egyoldalú PK kezelésű mintáét.
2. A N-műtrágya adag növelése minden esetben szignifikánsan fokozta a talajlégzés intenzitását.
3. Azonos N-műtrágyázási szinten a nitrogénműtrágyák talajlégzésre gyakorolt hatása csak a szignifikáns különbségen belül befolyásolta a talajlégzési folyamatokat.

A talajlégzési kísérletben feladatunk volt a különböző N-műtrágyáknak a talajok biológiai aktivitására gyakorolt hatásának lemérése. A respirációs kísérletben kapott CO_2 produkció értékek alapján a műtrágyáknak a talajbiológiai folyamatok intenzitására gyakorolt hatása jól megítélhető és értékelhető.

A talajlégzési vizsgálatok eredményei a fentiekén kívül a vizsgált talajokban végbemenő szervesanyag- és nitrogén-transzformáció összefüggésének megítélésére is lehetőséget nyújtanak.

Ezeket az alábbiakban foglalhatjuk össze:

A két talaj eredeti felvehető N-tartalma jelentősen különbözött. A 41. táblázatban közölt talajvizsgálati adatokból kitűnik, hogy a barna erdőtalaj könnyen felvehető nitrogéntartalma ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$ nitrogén együtt) 3,93 mg%, a karbonátos homoké pedig 1,72 mg%. Tehát a két talaj közül a barna erdőtalaj felvehető N-tartalma 2,28-szor múlta felül a karbonátos homokét. A két talaj kontroll mintáinak légzési mutatói: barna erdőtalajnál 1141 mg, a karbonátos homokban pedig 508 mg CO_2 a 42. napos respirációs idő folyamán. A két CO_2 érték hányadosa 2,24, amely egészen megközelíti a két talaj felvehető nitrogéntartalmának viszonyát. Mivel a két talaj eredeti felvehető nitrogéntar-

talma jelentősen eltért, ennek alapján adódik az a következtetés, hogy a szervesanyag transzformációs folyamatokban a műtrágya nitrogén igénybevétele is különbözik. A talajlégzés során kibocsátott CO₂ mennyiségekből, valamint a mineralizáló szervezetek növekedése során végbemenő sejtszintézisre fordítható nitrogénvegyületek becsléséből arra következtethetünk, hogy a Ramann-féle barna erdőtalajon az I-es N-dózisok szintjén a műtrágya nitrogén igénybevétele eléri a bevitt nitrogén (8 mg/edény) 3/4-ét. A II-es nitrogén-szinten a nitrogén igénybevétele már nem növekszik. Ebben az esetben az edényekbe adott 24 mg műtrágya nitrogénnek csupán 1/3-át veszik igénybe a szaprofita szervezetek.

Karbonátos homokon az I. nitrogéntrágyázási szinten műtrágya-N igénybevétele hasonlóan alakult, mint az erdőtalajban.

A II. N-szinten tovább növekszik az N igénybevétele és elérheti a 16 mg-ot, azaz a bevitt (24 mg N) 2/3 részét.

A fenti összefüggések részben magyarázatot adnak arra is, miért sokkal kisebb a karbonátos homoktalaj légzési intenzitása az I. nitrogéntrágyázási szinten a barna erdőtalajban mért értékénél.

IRODALOM

- Abdel-Ghaffar, A. S., EL-Gabaly, M. M.: *Symp. Biol. Hung.*, 11. 417–422. (1970)
- Ahrens, E.: *Bakt. Abt. 2. Allg. Landw. Techn. Microbiol.*, Jena, 11. 3. 255–282. (1963)
- Alekszandrova, I. V.: *Pocsvovedenie*, 9. 73–77. (1959)
- Aliev, Sz. A.: *Naucsnuie osznovü racionalnogo iszpolzovaniija pocsv szev. Kavkaza i puti povüseniija ih plodorodija. Naľcsik*, 105–108. (1971)
- Aliev, Sz. A.: *Pocsvovedenie*, 9. 147–150. (1972)
- Allison, F. E., Cover, R. G.: *Soil Sci.*, Baltimore, 89. 4. 194–201. p. (1960)
- Allison, F. E., Klein, C. J.: *Soil Sci.*, Baltimore, 93. 6. 383–386. (1962)
- Alten, F., Florian, C. M et al.: *Agrohimica*, Pisa, 3. 1. 1–15. (1958)
- Alten, F., Werner, W.: *Tagungsberichte über Fragen der organischen und mineralischen Düngung auf Sandböden. Berlin*, 44. 29–37. (1962)
- Anikovics, V. F., Eszipov, A. P.: *Tr. Orend. Obl. sz-h. opüt. sztancii*. 3. 63–69. (1972)
- Ansorge, H.: *Z. Landw. Vers. Wes.*, Berlin 10., 1. 21–29. (1964)
- Ansorge, H.: *Feldwirtschaft*, Berlin, 7. 11. 589–592 (1966)
- Ansorge, H.: *Albrecht Thaer Arch.*, Berlin, 11. 1. 49–58. (1967)
- Apfelthaler, R., Pokorná, Kozová, J.: *Zbl. Bakt. Abt. II. Naturw. Abt. Jena*, 120. 1. 28–22. (1966)
- Arisztarhova, V. L.: *Izv. An. SzSzsZr, Szer, Biol. Moszkva* 31. évf. 1. sz. 121–218. p. (1966)
- Arisztovszkaja, T. V.: *Pocsvovedenie*, 11. 40–51. (1958)
- Audus, L. J.: *Mededelingen Fac. Landbouwwetenschappen Gent*, 35. 2. 465–473. (1970)
- Bailey, G. W., White, J. L.: *Journ. Agric. Food Chemistry* 12, 324. (1964)
- Bakalivanov, D.: *Symp. Biol. Hung.*, 1972. 11. 373–379 (1970)
- Balicka, N., Sochacka, Z.: *Podniesienie zyznosci gleb lekkich. Warszawa, P.R. Vil.* 257–265. (1959)

- Ballu, T., le Duche, M.: *C. R. Acad. Séances Acad. Agric. Fr., Paris*, 44. 13. 665–670. (1958)
- Barbier, S.: *Bodenkultur. Ausg. A. Biol. Techn. Teil., Wien–München.*, 13. 3–4. 198–225. (1962)
- Barrow, N. J., Jenkinson, D. S.: *Plant and Soil, The Hague*, 16 2. 258–262. (1962)
- Bartlett, R. J.: *Soil Sci., Baltimore*, 100. 6. 403–408. (1965)
- Belák S.: *Magyar Mezőgazdaság*, 13 (23) 14. (1958)
- Bergmann, W.: *A mezőgazdaságban szükséges intézkedések és módszerek a gyarapodó emberiség élelmiszer-ellátásának biztosítására. Tudomány és Mezőgazdaság, XVIII. évf.* 4. 66–68. (1980)
- Beszplaova, T. F.: *Tr. Gorkovszkovo sz-h. in.-ta.* 46. 219–22. (1971)
- Birch, H. F.: *Plant and Soil*, 10. 9–31. (1958)
- Boratynski, K., Roszyk, E.: *Z. Pfl. Ern. Düng., Bodenk., Weinheim*, 84. 133–137. (1959)
- Boswell, F. C., Anderson, O. E.: *Agron. J. Madison*, 56. 3. 278–281. (1964)
- Braconnier, R.: *L'engrais, Paris*, 77. évf. 158. 2–3. (1963)
- Brade, K.: *Mitt. Dtsch. Landw. Ges., Frankfurt/M.* 75. évf. 17. 501–502. (1960)
- Brade, K.: *Mitt. DLG., Frankfurt/M.* 79. évf. 33. 1139–1141. (1964)
- Bravery, A. F.: *J. Sci. F. Agric., London*, 19. 3. 133–135. (1968)
- Britan, P. W., Curtis, P. J., Hemming, H. G.: *Proc. Roy. Soc. Ser. B.*, 135. 106. (1974)
- Bünning, E.: *Flora*, 131. 87. (1936)
- Chamindade, R.: *Annales Agronomiques, Paris*, 14. 1. 5–12. (1963)
- Chandra, P., Bollen, W. B.: *J. Agric. Food Chem., New York*. 8. 1. 19–24. (1960)
- Chatterjee, S. K., Nandi, B.: *Pl. Soil. The Magne*, 59. 3. 381–390. (1981)
- Chen, A. W.: *Soil fungi with high salt tolerance Trans. Kans. Acad. Sci.* 67, 36. (1965)
- Cheshire, M. V., Mundie, C. M., Shepherd, H.: *J. Soil. Sci.* 22. 2. 222–236. (1971)
- Cheshire, M. V., Mundie, C. M., Shepherd, H.: *J. Soil. Sci.* 24. 1. 54–68. (1973)
- Chesters, C. G. C.: *In: The Ecology of Soil fungi. Liverpool Univ. Pr.* 223–238. (1960)
- Coculescu, G., Isfan, D et al.: *Anal. Inst. Cerc. Cereal. Plant. Tehn. Fundulea, Bucaresti.* 32. B-sorozat, 103–122. (1964/66)
- Cornfield, A. H.: *J. Sci. Food Agric., London* 12. 11. 763–765. (1961)
- Danneberg, O.: *Bodenkultur*, 22. 1–12. (1971a)
- Danneberg, O.: *Bodenkultur*, 22. 264–278. (1971b)
- Dickinson, C. H.: *Decomposition of Litter in Soil. In: Biology of Plant Litter Decomposition. Acad. Press, London–New York*, 2. 633–659 (1974)
- Dickinson, C. H., Pugh, G. J. F.: *Nature, London*, 207. 4995. 440–441. (1965)
- Dokucsajev, V. V.: *Izbrannüe szocienija AN. SzSzSzR, Moszkva* (1954)
- Dommergues, Y.: *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Sér. A. Ann. Agron., Paris*, 11. 4. 469–479. (1960)
- Domsch, K. H.: *Zbl. Bakt. Abt. 2. Allg. Landw. Techn. Mikrobiol, Jena*, 126. 1. 33–78. (1962)
- Domsch, K. H.: *Mitt. biol. Bundesanst. Land. Forst. Wirtsch. Berlin–Dahlem*, 107. 5–12. (1963)
- Domsch, K. H.: *Soil Organisms, Amsterdam, Nort Holland Publ. Co.* 212–221 (1963b)
- Domsch, K. H.: *Symp. Biol. Hung.* 11. 25–39. (1970)
- Drobnik, J.: *Plant and Soil, The Hague*, 12. 3. 199–211. (1960)
- Drobnik, J.: *Plant and Soil, The Hague*, 12. 3. 212–222. (1960)

- Drobnik, J.: *Nature, London*, 188. 4751. 686. (1960)
- Drobniková, V. ; Drobnik, J.: *Zbl. Bakt. Paras. Infektionskrankh. Hygi. Abt. Naturwiss. Abt. Allg. Landw. Techn. Mikrobiol., Jena* 119. 7. 714–729. (1965)
- Duggar, B. M. ; Dawis, A. R.: *Am. Missouri Bot. Garden*. 3. 413. (1916)
- Eggins, H. O. W. ; Pugh, G. J. F.: *Nature, London*. 193. 4810. 94–95. (1962)
- Eggins, H. O. W. ; Lloyd, A. O.: *Experimentia*, 24. 7. 749. (1968)
- Elek, E. ; Kecskés, M.: *Symp. Biol. Hung.*, 1972. 11. 431–437. (1970)
- Elkan, G. H. ; Mooere, W. E. C.: *Canad. J. Microbiol., Ottawa* 6. 3. 339–347. (1960)
- Epancsinov, A.: *Zemledelie*, 2. 43–45. (1974)
- Falck, R.: *Ber. Dtsch. Bot.* 44. 652. (1926)
- Fahraeus, G.: *Fermente des Auf – und Abbau der Zellulose (In: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Springer Verl., Berlin–Göttingen–Heidelberg)* 305. (1958)
- Fehér, D.: *Talajbiológia. Akadémiai Kiadó, Bp.* (1954)
- Ferguson, W. S.: *Canad. J. Soil Sci., Ottawa*, 47. 2. 117–121. (1967)
- Fischer, R. A.: *Statistical Methods and Scientific Inference. Oliver and Boyd. London.* (1956)
- Fjodorov, M. V.: *Mikrobiológia. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.* (1951)
- Fjodorov, M. V., Kudrjasova, T. K.: *Azotfikszirujucsaja aktivnoszt' nekotorüh pocs-vennüh aktinomicetov. Dokl. An. SzSzSzR.*, 108. 345–348. (1956)
- Fjodorov, M. V., Iljina, T. K.: *Mikrobiológia*, 28. 541–547. (1959)
- Flaig, W.: *Qal. Plant. Mat. Veget.*, 14. 121–140. (1967)
- Flaig, W.: *Qal. Plant. Mat. Veget.*, 20. 113–135. (1970)
- Flaig, W. ; Haider, K.: *Planta Med., Z. Arzneipflanzenforsch.*, 9. 123–139.
- Fletcher, W. W.: *Landbouwk. Tijdschr.* 78. 274–279. (1966)
- Foster, J. W.: *Chemical activities of Fungi. Acad. Press. New York* (1949)
- Forbes, R. S.: *Decomposition of Agricultural Crop Debris. In: Biology of Plant Litter Decomposition., Acad. Press, London New York*, 2. 723–742. (1974)
- Freytag, H. E.: *Albrecht Thaer Arch.*, 7. 353–361 (1969)
- Frercks, W. ; Puffe, D.: *Z. Pfl. Ernähr. Düng. Bodenkn., Weinheim* 92. 1. 46–56. (1960)
- Fuhr, F. ; Sauerbeck, D.: *In: Isotopes and Radiation in Soil Organic Matter Studies. Vienna.* (1968)
- Galsztjan, A. S.: *Dokl. AN. SzSzSzR. Jereván*, 26. 285–288. (1958)
- Galsztjan, A. S.: *Dokl. AN. SzSzSzR. Moszkva*, 127. 1099–1102 (1959)
- Galsztjan, A. S.: *Mikroorganizmü v szel' szkom hozjajsztve, Moszkva*, 327–333. (1963)
- Garbucsev, I. ; Petrova, I.: *Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle, Bp.* 24. 5. 40–44. (1980)
- Garrett, S. D.: *Pathogenic Root-infecting Fungi. Cambridge Univ. Press.* (1970)
- Gel'cer, F. Ju.: *Zemledelie*, 7. 57–63. (1959a)
- Gel'cer, F. Ju.: *Zemledelie*, 7. 50–56. (1959b)
- Geller, I. A. ; Hariton, E. G.: *Mikrobiologija, Moszkva*. 30. 3. 494–499. (1961)
- Gilman, J. C.: *A manual of soil fungi I. S. C. P (The Iowa State Press), Iowa*, (1950)
- Gilman, J. C.: *A manual of soil fungi. London, Constable* (1959)
- Golley, F. G.: *Ecology, Durham*, 41. 3. 551–552. (1960)
- Gottlieb, S. ; Day, W. S. ; Pelczar, M. J.: *Phytopath.* 40, 10. (1950)
- Grabbe, K. ; Haider, K.: *Z. Pflanzenernähr. Bodenkn.* 129. 3. 202–216. (1971)
- Gray, K. R. ; Biddleston, A. J.: *Decomposition of Urban Waste. In: Biology of Plant Litter Decomposition, Acad. Press. London New York*, 2. 24. (1974)
- Grossbard, E.: *Mededel. Fac. Landbouw. Wetenschap. Gent*, 35. 515. (1970)

- Guillemat, J. — Montégut, J.: In: *The Ecology of Soil Fungi*. Liverpool Univ. Pr. 98—111. (1960)
- Gupta, U. C.: *Soils and Fertil.*, Farnham Royal, Bucks., 25. 4. 255—257. (1962)
- Gusser, H.: *Albrecht Thaer Arch.* 14. 7. 635—647 (1970)
- Haber, W.: *Flora, Jena*, 147. 1—34. (1959)
- Haber, W.: *Soil organisms*, Amsterdam—North—Holland Publ. Co., 190—196. (1963)
- Haider, K. ; Martin, J. P.: *Soil. Sci. Amer. Proc.* 31. 766—772. (1967)
- Hajdú M.: *Magyar Mezőgazdaság*, 14 (1) 15. (1959)
- Harley, J. L.: In: *The Ecology of Soil fungi* Liverpool Univ. Pr. 265—276. (1960)
- Helmecci B.: *Debreceni Agr. Főisk. Tudományos Közleményei, Debrecen*, 8. 421—433. (1963)
- Helmecci B.: *A talajbaktériumok kvantitatív változása a műtrágyák hatására. Debreceni Agr. tud. E. Tudományos Ülésszaka*, 1974. 197—208. (1976)
- Henderson, M. E. K.: In: *The Ecology of soil fungi*. Liverpool Univ. Pr. 286—296. (1960)
- Hirte, W. F.: *Zbl. Bakt. II.* 119. 4. 391—400 (1965)
- Hlůstovszkij, A. D. ; Korneenko, E. F.: *Pocsvovedenie, Moszkva*. 7. 49—55. (1981)
- Hoffmann, G.: *Z. Pfl. Ernähr. Düng. Bodenkn., Winheim*, 85. 2. 97—104. (1959)
- Hofman, E. ; Hofmann, G.: *Z. Pfl. Ernähr., Düng. Weinheim* 142. 2. 97—100. (1962)
- Holzappel, H. H.: *Zbl. Bakt. (II)*, 64, 174. (1925)
- Hriszteva, L. A.: *Pocsvovedenie* 10, 46—59. (1953)
- Ibrahim, A. N.: *Symp. Biol. Hung.* 1972. 11. 445—448. (1970)
- Imseneckij, A. A.: *Mikrobiologie der Cellulose*. Akad. Verl. Berlin (1959)
- Imseneckij, A. A. ; Szolnceva, L.: *Mikrobiol.* 9. 789. (1940)
- Isherwood, F. A.: *The formation of lignin in plant tissues. In: Phenolics in plants in health and disease*. Pergamon Press, Oxford, 57—65. (1960)
- Iswaran, W.: *Curr. Sci., Bangalore*, 27. 489—490. (1958)
- Iswaran, W.: *J. Indian Soc. Soil. Scil, New Delhi*, 8. 107—113. (1960)
- Jansson, S. L. Kungl. Lantbrukshöskolans Annaler, 24. 101—361. (1958)
- Jansson, S. L.: *Lantmannen, Stockholm* 71. 31. 704—705. (1960)
- Jenkinson, D.: In: *The Use of Isotopes in Soil Organic Matter Studies*. Brunswick. — Volkenrode, Intern. Atom. Energ. Agency. (1966).
- Jenkinson, D.: *Soil. Sci.*, 16. 104. (1971)
- Jensen, H.: *Actinomyces in Danish Soil*, *Soil Sci.* 30. 59— (1930)
- Jensen, H.: *Proc. Linn. Soc. New South Wales* 65. 543. (1940)
- Jensen, H.: *Sci. Hort.*, 16. 15. (1962—63)
- Johnson, R. B.: *Fertil. Internat., London*. 148. s (1981)
- Johnson, M. K. ; Magee, L. A. ; Colmer, A. R.: *Appl. Microbiol.* 4. 109 (1956)
- Jones, D. ; Farmer, V. C.: *J. Soil Sci., Oxford*, 18. 1. 74—84.
- Kalininszkaja, T. A.: *Mikrobiologija*, 36. 4 619—625. (1967)
- Kalininszkaja, T. A.: *Agrokém. Talajtan.* 18. 11. (1969)
- Kalininszkaja, T. A.: *Azotfikszirujuscšie mikrobakterii i ih rol v biologicseszkoj fikszacii azota v pocsvé*. In: *Mikroorganizmü v szel' szkom hozjajsztve*. Izd. Kolosz, Moszkva. (1970)
- Kalininszkaja, T. A.: *Symp. Biol. Hung.* 11. 135—138. (1972)
- Kenevszkaja, I. G.: *Mikrobiologija, Moszkva* 35. 5. 868—870 (1966)
- Kaszimova, G. Sz. ; Iszmailova, O. G.: *Ucsen, Zap. Azerb. in. — ta. szer. biol. nauk.* 3. 15—18. (1973)

- Kaufmann, D. D. & Williams, L. E.: *Phytopath.* 53. 956. (1963)
- Kaunat, H.: *Die Naturwissenschaften, Berlin – Göttingen – Heidelberg*, 50. 10. 385. (1963)
- Kampf, R., Weichert, K.: *Bayer, Landw. Jb., München – Basel – Wien*, 43. évf. 6. 701–711. (1966)
- Kecskés M.: *Symp. Biol. Hung.*, 11. 405–417. (1970)
- Kecskés M.: *Agrártudományi Közlemények* 31. 529–531. (1972)
- Kecskés M., Elek, É., Borbély, F.: *The effect of herbicides on lupin-rhizobium symbiosis, Paper for a competition of the Hung. Acad. of Sc.* 1–51. (1972)
- Kecskés M., Vincent, J. M.: *Agrokémia és Talajtan* 18. 57–70. (1969a–b)
- Kecskés M., Vincent, J. M.: *Botanikai Közlemények* 56. 28–31. (1969c)
- Keynan, A., Henis, A., Keller, P.: *Nature, London*. 191. 4785. 307. (1961)
- Kiss, I., Bálint, I.: *Izv. AN. SzSzsZr. Szer. Biol., Moszkva*, 2. 215–220. (1959)
- Kniga, M. I., Kniga, N. M.: *Dokl. Vseszozjuzn. akad. sz. h. nauk.* 11. 5–6. (1971)
- Kobus, J., Pacewiczowa, T.: *Zeszyty problemowe, Postępow Nauk Roln. Warszawa*, 40/a. 255–294. (1963)
- Koepf, H.: *Z. F. Acker- und Pflanzenbau*, 100. 36–40. (1955)
- Kononova, M. M.: *Mikrobiologija*, 18. 32–37. (1944)
- Kononova, M. M.: *Problema pocsvennovo gumusza i szovzadaci evo izocsenija, Izd. An. SzSzsZr., Moszkva.* (1951)
- Kononova, M. M.: *Organicseszkie vescsesztvo pocsvü. Izd. AN. SzSzsZr., Moszkva*, (1963)
- Kononova, M. M.: *Tagungsber. Dtsch. Akad. Landw. Wissensch. zu Berlin*, 82. 2. rész 307–315. (1966)
- Kononova, M. M.: *Pocsvovedenie*, 8. 17–26. (1968)
- Kononova, M. M.: *Formirovanie gumusza v pocsvi i evo razlozsenie. In: Uszpehi mikrobiológii. Izd. Nauka, Moszkva*, 11. 134–151. (1976)
- Kopetz, L. M.: *Der Förderungsdienst, Wien* 8. évf. 8. 231–233. (1960)
- Korzen, A.: *Ann. Univ. Marie-Curie-Sklodowska Sec. E. Agric. Lublin.*, 14. 237–243. (1961)
- Kovaljova, Sz. E.: *Mikologija i fitopatologija*, 5. 329–355. (1971)
- Kovalszin, A. I.: *Materialü naucsno – proizvod. konferencii agronomiczeszkovo fak.-ta (kisinevszkogo sz-h. in-ta) za 1967. god. Kisinev.* 218–220. (1970)
- Kovšova, N. I.: *Tr. Uljan. sz-h. in-ta*, 16 l. 210–217. *Uljanovszk.* (1970)
- Kozová, J.: *Zbl. Bakt. Abt. 2 Allg. Landw. Techn. Mikrobiol. Jena*, 116. 5. 459–468. (1963)
- Kozová, J., Belzová, M.: *Rostlinná Vyroba, Proha*, 36. 7–8. 792–794. (1963)
- Könekamp, A.: *Zbl. Pfl. Düng., Bodenk.* 60. (1953)
- Kraszilnyikov, N. A.: *Opredelitel bakterij i aktinomicetov. Moszkva*, (1949)
- Kroll, L.: *Agrokémia és Talajtan*, 2. 301–305. (1953)
- Krzemiewska, H. – Krzemiewski, S.: *„Bulletin de l' Akademia Polonaise des Sciences et Lettres, C. d. Sci. Math. et Nat.” Ser. B. Sci. Nat.*, 1. 11–20. (1937)
- Kubiena, W. L.: *Bestimmungsbuch und Systematik der Boden Europas. Stuttgart.* (1953)
- Kullmann, A.: *Z. Pfl. Ernähr., Düng., Bodenk, Weinheim*, 84. 1–3. 127–132. (1959)
- Kullmann, A., Lehfeldt, J.: *Albrecht Taer Archiv., Berlin*, 11. 3. 221–231. (1967)
- Kuranov, V. N.: *Pocsvovedenie, Moszkva*, 3. 78–82. (1961)

- Kuzjakina, T. I.: Dokl. TSzHA, Moszkva, 183. 85–90. (1972)
- Kvasznikov, V. V. ; Csikulaev, V. P.: Dokl. VASzHNIL, Moszkva, 2. 1–4. (1965)
- Lettes, A. ; G i, G. et al.: C. R. Acad. Agric., Paris, 49. 12. 1003–1008. (1963)
- Latzko, E.: Bayer Landw. Jb., München, 40. Sondrh. 2. 65–83. (1963)
- Lehfeldt, J. ; Kullmann, A.: Albrecht Thaer Arch., Berlin, 12. 2. 127–137. (1968)
- Lindenbein, W.: Arch., Mikrobiol. 17. 361. (1952)
- Lindner, H.: Albrecht Thaer Arch., Berlin, 6. 9. 597–609. (1962)
- Livens, J.: Agricultura. Lauvain, 12. 1. 107–123. (1962)
- Loginow, W. ; Witaszek, J.: Roczn. Nauk Roln. Ser. Rosl. Warszawa, 89. 2. 175–194. (1964)
- Loub, W.: Land – und forstwirtschaftliche Forschung in Österreich Bd II. Öst. Agrarverlag, Wien, 2. 18–21. (1966)
- Lvov, N. P.: Izv. AN. SzSzsZR., szer. biol., 2. 270–279. (1963)
- Macura, J. ; Málek, I.: Nature (London), 182. 1796–1797. (1958)
- Macura, J.: Folia Biologica, Praha, 4. 5. 274–280. (1958)
- Macura, J. ; Kubátová, Z.: Humus et Planta, V. Prague, I. 161–166. (1971)
- Macura, J. ; Kunc, F.: Rostlinná Vyroba, Praha, 36. 7–8. 785–788. (1963)
- Mai, H.: Zbl. Bakteriol. II. 124. 6. 508–531. (1970)
- Malcev, V. T.: In: Naucs. agronom. osnovü intenzifikacija zemledelija. Irkutzk, 1966. 130–141. (1966)
- Manninger, E. ; Bakondi, É. ; Takáts, T.: Symp. Biol. Hung., 1972. 11. 401–405. (1970)
- Marenko, V. G.: Dokl. TSzHA, Moszkva, 99. 399–406. (1964)
- Marton, M.: Agrokémia és Talajtan, Bp. 11. 1. 123–128.
- Matatov, P. Ja: Kukuruza, 5. 11. 17–18. (1960)
- Mathur, S. P.: Proc. (Soil Sc. Soc. Amer.) 36. 1. 175–176. (1972)
- Matturi, S. T. ; Stenton, H.: Nature (London), 182. 1248–1249. (1958)
- Mayaudon, J. ; Simonart, P. : IN: The Ecology of Soil fungi Liverpool Univ. Pr. 257–262. (1960)
- Meredith, H. L. ; Kohnke, H.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 29. 5. 547–550. (1965)
- Metcalfe, C. ; Brown, M. E.: J. Gen. microbiol., 17. 567–572. (1957)
- Mina, V. N.: Pocsvovedenie, Moszkva, 10. 96–100. (1962)
- Mirosnicsenko, E. D.: Botan. zsumal, 58. 3. 402–412. (1973)
- Misterski, W.: Nowe roln. Warszawa, 11. 19. 22–24. (1962)
- Misterski, W.: Post. Nauk. Roln., Warszawa. 3. 93–107. (1963)
- Misusztyn, E. N.: Izv. AN. SzSzsZR. Szer. Biol. 6. 661–676. (1958)
- Misusztyn, E. N.: Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle, Bp. 24. 6. 10–15. (1980)
- Misusztyn, E. N. ; Tepljakova, Z. F.: Izv. AN. Kaz. SzSzsZR. szer. Bot. I. Pocsvoved., Alma-Ata, 3. 15–25. (1960)
- Misusztyn, E. N. ; Petrova, A. N.: Mikrobiologija, Moszkva, 32. 3. 479–483. (1963)
- Misusztyn, E. N. ; Tepper, E. Z.: Izv. TSzHA, Moszkva, 6. 85–92. (1963)
- Mishoustine, E. N. ; Erofeev, N. S. és mások: Ann. Inst. Pasteur, Paris, 3. 211–222. (1964)
- Misusztyn, E. N. ; Vosztrov, I. Sz. ; Nyikitin, D. I. ; Erofeev, N. Sz.: Mikrobiologija, Moszkva, 34. 497–501. 3. (1965)
- Misusztyn, E. N.: Agrártudományi Közlemények, 29. 624–636 (1970)
- Misusztyn, E. N.: Mikroorganizmü i produktivnoszty zemledelija. Izd. Nauka, Moszkva. 197. (1972)

- Misusztyin, E. N. & Emcev, V. T.: *Mikrobiologija*, Izd. „Kolosz” Moszkva, (1970)
- Misusztyin, E. N. & Singha, M. K.: *Humus et Planta V. Prague*, II. 491–495. (1971)
- Monnier, G.: *Ann. Agron. Paris*, 16. 4. 327–400. (1965)
- Morel, L.: *Ann. Agron., Paris*, 19. 153–174. (1968)
- Mudra, A.: *Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche*. Paul Parey, Berlin-Hamburg. (1958)
- Muromcev, G.: *Szelszkaja zszizny*, 7. szept. 4. (1973)
- Muromcev, G.: *Nemzetközi Mg. Szemle, Bp. XXV.* 3. 65–68. (1981)
- Murrows, W. C. & Larson, W. E.: *Agron. J., Madison*, 54. 1. 19–23. (1962)
- Murzakov, B. G.: *Izv. An. SzSzSzR. szer. biol.*, 4. 507–516. (1973)
- Müller, D.: *Handbuch der Pflanzenphysiologie Berlin*, Springer Verl. 12/2. 934–948. (1960)
- Müller, G.: *Bodenbiologie*. Fischer Verlag, Jena. (1965)
- Müller, G. & Hickisch, B.: *Agrártudományi Közlemények* 33 (1974)
- Naglitsch, F. & Grabert, D.: *Pedobiologia*, 7. 4. 353–361. (1968)
- Nagy B.: *Tudomány és Mezőgazdaság* 18. 6. 43–50. (1980)
- Nagy B.: *Tudomány és Mezőgazdaság* 6. 17. (1981)
- Naplekova, N. N.: *Izv. SzO An SzSzSzR. szer. biol.* 3. 104. (1964a)
- Naplekova, N. N.: *Tr. Biol. Inszt.-ta SzO AN SzSzSzR* (1964b) 12. 101–114.
- Naplekova, N. N.: *Izv. SzO AN SzSzSzR., szer. biol.*, 2. 8. 49. (1965)
- Nepomiluev, V. F. & Sisov, L. L.: *Dokl. TSzHA, Agrochim. i. Fiziol. Raszt., Moszkva*, 64. 155–162. (1968)
- Niculae, C.: *Probl. Agric., Bucuresti*, 19. évf. 6. 52–59. (1967)
- Nizova, A. A.: *Pocsvovedenie, Moszkva*, 10. 96–101. (1960)
- Nizova, A. A.: *Mikrobiologija, Moszkva*, 30. 1. 105–109. (1961)
- Norkrans, B.: *Degradation of cellulose In: Annual review of phytopathology 1., Palo Alto*, p. 325–350. (1963)
- Norstadt, F. A. & McCalla, T. M.: *Crops and Soils, Madison*. 17. 1. 23. (1964)
- Novák, B.: *Zbl. Bakt. Abt. 2. Allg. Landw. Techn. Mikrobiol, Jena*, 116. 5. 469–477. (1963)
- Novák, B.: *Zbl. Bakteriolog.*, 12. 719–725. (1967)
- Novák, B.: *Zbl. Bakteriolog. II.* 125. 3. 263–272. (1970)
- Novák, B.: *Zbl. Bakteriolog. II.* 124. 3/4. 285–291. (1970)
- Novák, B.: *Izmenenie organicszeszklh vscsesztv v pocsvé*. In: *Organicszeszkie udobrenija. Moszkva*. 106–123. (1972)
- Novak, B. & Kozová, J. et. al.: *Rostlinna Vyroba, Praha*, 9. 7–8. 770–779. (1963)
- Nowak, W. & Netzsch, & Lehner, A.: *Bayer, Landw. Jb., München*, 38. 3. 338–350. (1961)
- Nyikityin, N. I.: *A fa kémiája*. Akad. Kiadó. Bp. (1955)
- Oganov, G. M.: *Pocsvovedenie, Moszkva*. 9. 110–111. (1961)
- Olson, G. W., & McCalla, T. M.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison* 24. 5. 349–352. (1960)
- Önal, M.: *Ber. Dtsch. Bot. Ges., Stuttgart*, 78. 3. 130–138. (1965)
- Panoszjan, A. K.: *Mikrobiologicszeszkaja karakterisztika szoloncsakov Armjanszkof SzSzSzR v szvjazi sz voproszom ih oszvoenija. Jerevan*. (1948)
- Pántos Gy., Gyurkó P. & Takáts T. & Varga L.: *Acta Agron. Hung.*, 13. 21. (1964)
- Parker, D. T. & Larson, W. E.: *Agron. J.* 54. 3. 263–267. (1962)

- Parker, D. T.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison*, 26. 6. 559–562. (1962)
- Parker, D. T.: *Larson, W. E.: Agron. J. Madison*, 54. 3. 263–267. (1962)
- Parr, J. F.: *Reuszer, H. W.: Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., Madison*, 26. 6. 552–556. (1962)
- Pauli, F. W.: *Plant Soil*, 33. 2. 313–324. (1970)
- Páter K.: *Talajtan. Gödöllő (kézirat)*. (1957)
- Pehrson, S. O.: *Physiol. Plantarum*, 1, 38. (1948)
- Petrenko, M. B.: *Glusczenko, V. V.: Mikrobiol. zsumal AN. SzSzSzR*, 28. 3. 44–48. (1966)
- Plotho, O. V.: *Arch. Microbiol.* 32–72. (1940)
- Pochon, J.: *de Barjac, H.: Traité de microbiologie des Sols. Dunad. Paris*. (1958)
- Pokorná, Kozová, J.: *Rostl. Wyroba, Praha*, 11. 10. 1089–110. (1965)
- Pokorná, Kozová, J.: *Tag. Ber. Dtsch. Akad. Landw. Wiss. Berlin*, 98. sz. 35–43. (1968)
- Pokorná, Kozová, J.: *Apfelthaler, R.: Zbl. Bakt. Abt. II. Naturw. Abt., Jena*, 120. 1. 19–27. (1966)
- Pringsheim, H.: *Ztschr. Physiol. Chem.* 78. 266. (1912)
- Pronina, N. I.: *Mikrobiologija, Moszkva*, 31. 3. 470–477. (1962)
- Przegorlinskij, V. I.: *Rubina, A. P.: Tr. Hark. sz-h. in.-ta*, 189. 90–95. (1973/1974)
- Rauhe, K.: *Leine, I.: Koepke, E.: Albrecht Thaer Arch., Berlin*, 5. 125–139. (1961)
- Rebac, H.: *Poljoprivredni Prepled, Szarajevo*, 10. 7–8. 327–337. (1961)
- Recalde, L.: *Esteban, E. et. al.: An. Edafol. Fisiol. Veg., Madrid*, 18. 1. 33–48. (1959)
- Rice, W. A.: *Paul, E. A.: Wetter, L. R.: Canad. J. Microb., Ottawa*, 13. 7. 829–836. (1967)
- Rippel, Baldes, A.: *Grundniss der Mikrobiologie. Springer Verlag, Berlin–Göttingen–Heidelberg*. (1955)
- Robbins, W. J.: *Amer. J. Bot.*, 24. 243. (1937)
- Rübalkina, A. A.: *Kononenko, E. V.: Pocsvovedenie*, 5. 21–31. (1959)
- Salfeld, J. C.: *Baume, E.: Chem. Ber.*, 97. 307–311 (1964)
- Sandhoff, H.: *Landw. Forsch. Frankfurt/M.* 15. 3–4. 218–224. (1962)
- Sauerbeck, D.: *Landw. Forsch., Frankfurt/M.* 21. 2. 91–102. (1968)
- Saerbeck, D.: *Führ, F.: Symp. Humus et Planta, Prague*. (1971)
- Sauerlandt, W.: *Der Kartoffelbau, Hildesheim*, 13. 7. 154–156. (1962)
- Sauerlandt, W.: *Gierke, K.: Z. Pfl. Ernähr. Düng., Weinheim*, 94. 2–3. 104–115. (1961)
- Schmalfluss, K.: *Z. Pfl. Ernähr., Düng., Weinheim* 90. 1–2. 50–58. (1960)
- Schmid, G.: *Landbauforsch. Völkenrode. Braunschweig – Völkeurode*, 11. 1. 11–13. (1961)
- Schmidt, K.: *Unger, H.: Albrecht Thaer Arch., Berlin*, 12. 3. 227–239. (1968)
- Schnetter, M. L.: *Z. Pflanzenernähr., Bodenk.* 130. 1. 1–8. (1971)
- Schönbeck, F.: *Rein. Mschr. Obstb., Bonn*, 48. 6. 156. (1960)
- Schreven, D. A. van: *Plant Soil*, 28. 2. 226–245. (1968)
- Schroeder, E.: *Die Stellung der Grünen Pflanze in irdischen Kosmos. Berlin. Cit: Fehér D.* (1954). (1920)
- Simon, G.: *Barbier, G.: C. R. Acad. Agric., Paris* 49. 14. 1206–1210. (1963)
- Simon, W.: *Albrecht Thaer Arch., Berlin*, 7. 5. 409–422. (1963)
- Sinden, J. W.: *Mix, A. J.: Siu, R. G. H.: Microbiological series report No. 8. US Army Quatermaster General Laboratories. Feb. 12.* (1948)

- Siu, R. G. H., Sinden, J. W.: *Amer. Jour. Bot.*, 38. 284. (1951)
- Skinner, F. A.: *J. Gen. Microb.*, Cambridge, 22. 2. 539–554. (1960)
- Sörensen, H.: *Nature*, London, 208. 5005. 97–98. (1965)
- Sörensen, L. H.: *Soil Sci.*, Baltimore, 104. 4. 234–241. (1967)
- Söchtig, H.: *Landbauforsch. Völkenrode, Braunschwig – Völkenrode*. 11. 1. 16–18. (1961)
- Söchtig, H.: *Qual. Plantarum. Nateriae Veget.* 20. 1–2. 137–150. (1970)
- Springer, U.: *Bayer, Landw. Jb.*, München. 37. 1. 3–39. (1960)
- Springer, U.: *Landw. Forsch.*, Frankfurt/M. 15. 3–4. 225–230. (1962)
- Stanford, G., Demar, W. H.: *Soil Sci.*, 109. 3. 190–196. (1970)
- Stefanovits, P.: *Talajtan. Mg. Kiadó. Bp.* (1975)
- Steinbrenner, K., Grabert, D.: *Albrecht Thaer Arch.*, Berlin. 8. 1–3. 179–191. (1964)
- Steubing, L.: *Zbl. Bakteriolog.*, II. 124. 3/4. 245–249. (1970)
- Stevenson, I. L.: *Canad. J. Microbiol.*, Ottawa, 5. 2. 229–235. (1959)
- Stojanovic, B. J., Alexander, M.: *Soil Sci.*, Baltimore, 86. 208–215. (1958)
- Stutzer, J.: *Mikrobiol.*, 14. 128. (1945)
- Sundman, V., Haro, K.: *Finnska Kemistamfundets Medd.* 75. 111–118.
- Szabó I.: *Microbiol. communities in a forst-rendzina ecosystem. Akadémiai Kiadó, Bp.* 4–15. (1973)
- Szabó I., Marton M., Szabolcsi I., Varga L.: *Acta Agron. Hung.* 9, 9. (1959)
- Szász I.: *Talajélet és trágyázás. Mg. Kiadó Bp.* (1956)
- Szegi J.: *Agrokémia és Talajtan*, 11. 105–111. (1962)
- Szegi J.: *Agrokémia és Talajtan*, 13. Suppl. 73–78. (1964)
- Szegi J.: *Pocsvovedenie, Moszkva*, 2. 99–104. (1967)
- Szegi J.: *Tagungsber. Dtsch. Akad. Landw. Berlin* (1968)
- Szegi J.: *Razlozsenie kletcsatki i plodorodie pocsvü, Akadémiai doktori disszertáció, Moszkva.* (1973)
- Szegi J.: *Agrártudományi Közlemények*, 33. 5–15. (1974)
- Szegi J.: *Agrártudományi Közlemények*, 34. (1975)
- Szegi J., Gulyás F.: *Ztbl. Bakter. (II)*. 118. 491. (1963)
- Szegi J., Gulyás F.: *Zbl. Bakt. Paras. Infektionskrankh., Mygi. Abt. Naturwiss. Landw. Techn. Mikrobiol.*, Jena, 118. 5. 491–499. (1964)
- Szidorov, M., Barasina, L. N.: *Szevooborotü i plodorodie pocsv Moldavii, Kisinev, Izd. Kartja Moldovenjaszke*, 97–109. (1966)
- Szigethy L.: *A gabonaszalma és a kukoricaszár felhasználása. Mg. Kiadó, B.* (1971)
- Szmirnov, P. M.: *Dokl. TSzHA, Moszkva*, 103. 131–139. (1965)
- Szolnoki, J.: *MTA. Agr. tud. Oszt. Közl.*, Bp. 16. 19–23. (1959)
- Szolnoki, J., Vágó T. É.: *Acta Agron. Acad. Sci. Hung.*, Bp. 9. 3–4. 407–414. (1959)
- Sztankov, N. Z., Ladonina, T. P.: *Pitanie rasztenij i primenenie uboderenij Trudü VIUA, Moszkva* 36. 191–194. (1960)
- Svihra, J., Kocur, J.: *Sborn. Vys-Sk. Poľ nohosp. Nitre Ser. B. Bratislava*, 6. 71–82. (1962)
- Taha, E., Abuzied, A.: *Ztg. allg. Microbiol.*, 3, 275. (1963)
- Tamm, E., Krzysch, G.: *Z. Acker-Pflbau, Berlin-Hamburg*, 124. 101–111. (1966)
- Teppor, E. Z.: *Mikrobiol. na szluzsbe szel' szkomu hozjajsztvu, Moszkva, Szel' szhozgiz* 25–27. (1959)
- Tihomirova, L. D.: *Szib. vesztn. sz-h. nauki*. 4. 35–38. (1973)

- Tisdale, S. L., Nelson, W. L.: *A talaj termékenysége és a trágyázás. Mg. Kiadó, Bp.* (1966)
- Tomescu, E.: *Anal. Inst. Cerc. Agron. Ser. B., Bucuresti, 32.* 469–484. (1964)
- Tóth, B.: *Agrártudományi Közlemények, 33.* 169–175. (1974)
- Tóth, B.: *The effect of nutritive conditions on the decomposition of corn-stalk. In: Soil Biology and Conservation of the Biosphere Akad. Kiadó. Bp. 1975.* 225–228. (1975)
- Tóth, B.: *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. Vol. 12 (1–2)* 109–112. (1977)
- Tóth, B.: *A kukoricaszár mikrobiológiai lebontása különböző műtrágyázási körülmények között. Kandidátusi értekezés, Bp.* (1978)
- Tourila, H.: *Ztbl. Bakt. (II) 75.* 178. (1928)
- Tove, S. R.; Nise, H. F.; Wilson, P. W.: *49th Meeting Soc. Amer. Bact. Abst. N^o A* 26, 59, (1949)
- Töme, E. von: *Zbl. Bakt. Abt. 2. Allg. Landw. Techn. Mikrobiol. Jena, 116.* 7. 681–688. (1963)
- Tribe, H. T.: *Canad. J. Microb., Ottawa, 6.* 309–316. (1960)
- Tribe, H. T.: *Canad. J. Microbiol., Ottawa. 6. 3.* 317–323. (1960)
- Tribe, H. T.: *Soil Sci., Baltimore, 92.* 1. 61–77. (1961)
- Tyurin, I. V.: *Organicszeszkoe vescuštve pocsvü i evo rol' v plodorodii. Izd. „Nauka”, Moszkva.* (1965)
- Unger, H.: *Z. Pfl. Ern. Düng., Weinheim, 81,* 44–52. (1960)
- Unger, H.: *Albrecht Thaer Arch., Gerlin, 8.* 1–3. 215–232. (1964)
- Unger, H.; Knabe, O.; Kaltofen, H.: *Tag. Ber. Dt. Akad. Landw. Wiss., Berlin, 98.* 157–162. (1968)
- Yamane, I.; Sato, K.: *Soil Sci. and Plant Nutr., Tokyo, 9.* 1. 28–31. (1963)
- Vaszjuk, L. F.: *Szbornik sztatej. Leningrád, 18.* 23–28. (1964)
- Vigorov, L. I.: *Dokl. AN. SzSzsR, Moszkva, 122.* 1107–1110. (1958)
- Viljamsz, R. V.: *Talajtan. Akadémiai Kiadó, Bp.* (1950)
- Vinogradskij, Sz. N.: *Mikrobiologija pocsvü Izd. AN SzSzsR, Moszkva.* (1952)
- Voinova; Rajkova, Zs.; Bakalivanov, D.: *Izv. Inszt. Pocsvozn. i. Agrot. „N. Puskarov”, Szófia, 2.* 39–59. (1962)
- Voinova; Rajkova, Zs.: *In: Tanulmányok a trágyázásról. Mg. Kiadó, Budapest, (1978)*
- Vosztrov, I. Sz.: *Izv. AN. SzSzsR. Szer. biol, Moszkva, 6.* 906–913. (1963)
- Waksman, S. A.; Skinner, C.: *J. Bacteriol., 12.* 57. (1926)
- Waksman, S. A.: *J. Bacteriol., 75.* 545–553. (1928)
- Waksman, S. A.: *The Humus Williams, Wilkins Co., Baltimore.*
- Waksman, S. A.: *Soil Microbiology. John Wiley et Sons Inc. New York.* (1952)
- Waksman, S. A.; Cordon, T. C.: *Soil Sci., 45,* 119. (1938)
- Waksman, S. A.; Diehm, R. A.: *Soil Sci., 32,* 73. (1931)
- Waksman, S. A.; Tenney, F. G.: *Soil. Sci. 24.* 275. (1927)
- Walczyzna, J.: *Roczn. Nauk. Roln. Ser. F. — Melior. Uzyt. Ziel., Warszawa, 73.* 1. für., 135–162. (1958)
- Walczyzna, J.: *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln., Warszawa, 13.* 13. 161–172. (1958)
- Walczyzna, J.: *Roczn. Nauk. Roln. Ser. F. Melior. Uzyt. Ziel., Warszawa, 75.* 2. 319–342. (1962)
- Walczyzna, J.: *Roczn. Nauk. Roln. Ser. F. Melior. Uzyt. Ziel., Warszawa, 75.* 3. 521–543. (1962)

- Williams, S. T. & Gray, T. R. G.: *Decomposition of Litter on the Soil Surface*. In: *Biology of Plant Litter Decomposition*. Acad. Press, London—New York, 2. 611—632. (1973)
- Wilson, P. V.: *Advances Enzymol.*, 32. 39—59. (1952)
- Wilson, P. V.: *Asymbiotic nitrogen fixation*. In: W. Ruhland: *Hanbuch der Pflanzenphysiologie*. Springer, Berlin. (1958)
- Winter, A. G.: *Landw. Forsch., Frankfurt/M.*, 12. Sonderheft, 97—110. (1959)
- Wojczik—Wojtkóviak, D.: *Humus et Planta V. Prague*, 1. 21—26. (1971)
- Wollum II., A. G. & Gomez, J. E.: *Ecology*, 51. 1. 155—156. (1970)
- Worobey, B. L. & Webster, G. R. B.: *J. Agric. and Food Chem.* jan—febr. 1982. 161—164. (1982)
- Zaharenko, I. G. & Bojko, P. I.: *Agrohimiija*, 2. 91—94. (1970)
- Zaharov, I. Sz.: *Szv. Mikrobiologicseszkie processzü v pocsvah Moldavii*. 1. 14. (1963)
- Zayed, M. N. & Tha, S. M. & Gamal—El—Din, H.: *Zbl. Bakteriolog.*, 11. 125. 1. 49—54. (1970)
- Zenk, M. H.: *Z. Naturforsch.*, 19. 856—857. (1964)



**Az AGRONIT 28% nitrogén, 2% magnéziumtartalmú mészammon-salétrom.
A magnéziumtartalom hatására nő a termés mennyisége, javul a minőség (fehérje- és cukortartalom).**

Forgalomba kerül 5 és 50 kg-os műanyag zsákokban.

**Gyártja: a Borsodi Vegyi Kombinát
3702 Kazinbarcika**

Forgalomba hozzák; a megyei AGROKER Vállalatok.

Felvilágosításért forduljon Agrokémiai Osztályunkhoz.



V. FEJEZET

A MIKROELEMELLÁTOTSÁG TALAJBIOLÓGIAI HATÁSAI

1. MIKROELEMEL HATÁSAI KARBONÁTOS HOMOKTALAJOK CELLULOLITIKUS AKTIVITÁSÁRA

A növényi hozamok növelésének fontos eszköze a növekvő adagú NPK műtrágyázás, amely ugyanakkor számos mikroelem felvehetőségének romlásával, koncentrációjának csökkenésével jár a művelt talajokban, amely veszélyeztetheti a trágyázás eredményességét és a talaj termékenységét is. A növények számára nélkülözhetetlen mikroelemek túlnyomórészt a talajmikroorganizmusok számára is szükségesek normális növekedésük és anyagcseréjük szempontjából. Természetesen a különböző mikroszervezetek nem egyforma mértékben igénylik az egyes mezo- és mikroelemeket. Foster (1949) rámutatott, hogy egyes mikroelemek – így a Fe, Zn, Cu – mint enzimmakrotörészek szerepelnek az anyagcsere folyamatokban, de emellett más kétvegyértékű fémionokkal (Mg, Co, Mn, Ca) enzimaktivátorokként is jelentősek. Iljin (1967), Iljin és munkatársai (1970) részletesen vizsgálták a mikroelemek jelentőségét a talajmikroszervezetek szempontjából. Naplekova (1974) a mangán, a bór, a réz és a molibdén hatását vizsgálta a cellulózbontó mikroszervezetekre. Kiemelte, hogy a gombák, a sugárgombák, és a baktériumok mikroelem igénye eltérő. Tiszta kultúrák esetében egyes cellulózbontó baktériumok, sugárgombák és gombák bizonyos rézkoncentráció mellett már nem képesek növekedni, míg mások cellulózbontó tevékenységét ugyanaz a dózis nagymértékben serkenti. Porter (1946) megállapítása szerint egyes mikroszervezetek jelentős mennyiségű mikroelemet képesek megkötni. Vojnova – Rajkova (1979) a talajok cink és molibdén ellátottságának jelentőségét vizsgálta a növényi maradványok transzformációjában résztvevő mikroszervezetek szempontjából. A mikroelemek érvényesülését a talaj mikroelem ellátottságán kívül jelentős mértékben befolyásolhatja az NPK tápanyagok alkalmazása is. Így a mikroelemeknek a talajbiológiai folyamatokra gyakorolt hatását a makro- és a mikroelem trágyák együttes alkalmazása mellett, kölcsönhatásukban kísérjük meg bemutatni.

Munkánk során – Gulyás és Kádár (1981) – laboratóriumi viszonyok között beállított talajérlelési kísérletben vizsgáltuk a növekvő adagú NPK trágyázás és a Mg, a Zn, a Cu kezelés hatását a cellulóz mineralizációjára karbonátos homoktalajban. A vizsgálato-

kat optimális hőmérsékleti és nedvességi viszonyok mellett végeztük a talajmintákba helyezett szűrőpapír tesztek segítségével. A tesztek Whatman N^o 1-es szűrőpapírból készültek. Azonos felületű 6x6 cm-es szűrőpapír lapokat helyeztünk műszálszövet tasakba, úgy, hogy ezek mindegyike 2 g abszolút száraz cellulózt tartalmazott.

A vizsgált talajokat a Duna-Tisza-közi homokhátság területéről, Lajosmizse körzetéből gyűjtöttük be. Az egyik talajminta az eredeti termőtalaj 0–20 cm-es rétegét képviselő gyengén humuszos karbonátos homok, míg a másik minta, amelyet területrendezés során elegyengetett homokbuckák helyéről gyűjtöttek, futóhomok jellegű meszes homok, 0,31% humusz- és 11% CaCO₃ tartalommal. A kezeletlen talajminták fizikai és kémiai analízisének főbb adatait az 57. táblázatban közöljük.

57. táblázat

A vizsgált talajok talajfizikai és talajkémiai analízisének eredményei

Talajvizsgáló paraméterek	A karbonátos homok	B meszes futóhomok
pH (KCl)	7,6	8,1
A _k (Arany-féle kötöttség)	24,0	24,0
Összes oldható só	0,0	0,0
CaCO ₃ =	1,1	11,1
Humusz %	0,45	0,30
NO ₃ + NO ₂ ppm (KCl)	2,4	2,9
AL-oldható P ₂ O ₅	37,0	22,0
AL-oldható K ₂ O ppm	22,0	44,0
Mg ppm (KCl)	53,0	58,0
Na ppm (AL)	34,5	44,0
Zn ppm (EDTA)	1,8	0,9
Cu ppm (EDTA)	0,7	0,2
Mn ppm (EDTA)	52,3	14,3
SO ₄ ²⁻ ppm (KCl)	3,2	11,3

A talajérlelés műanyag tenyészedényekben történt. Ezek mindegyikében légszáraz súlyra vonatkoztatva 700 g talajt vittünk be, a nedvesítésre szolgáló desztillált víz, illetve ásványi tápoldat hozzáadása után.

A talajminták víztartalmát a maximális vízkapacitás 70%-ának megfelelő nedvességi értékre állítottuk be. A kísérletben alkalmazott tápelemeket a nedvesítésre szolgáló vízben oldottuk fel, minden egyes tápelemet külön-külön. A tápelemek forrásai tiszta vegyszerek voltak: NH₄NO₃, KH₂PO₄, KHCO₃, MgSO₄ · 7H₂O, CuSO₄ · 5H₂O.

A kísérlet kezeléseit és az alkalmazott makro-, mezo- és mikrotápelemek mennyiségét az 58. táblázatban ismertetjük.

58. táblázat

Az alkalmazott makro, mezo és mikro tápelemek mennyisége

Kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Zn	Cu
mg/100 g talaj ppm						
1. Kontroll	0	0	0	0	0	0
2. NPK	10	15	15	0	0	0
3. NPK + Mg	10	15	15	10	0	0
4. NPK + Mg + Zn	10	15	15	10	20	0
5. NPK + Mg + Zn + Cu	10	15	15	10	20	20
6. NPK	20	30	30	0	0	0
7. NPK + Mg	20	30	30	20	0	0
8. NPK + Mg + Zn	20	30	30	20	40	0
9. NPK + Mg + Zn + Cu	20	30	30	20	40	40

A cellulózeszteket függőleges síkban helyeztük az edények középvonalában oly módon, hogy a tesztek felső éle legalább 1 cm-es talajtakarást kapjon.

A talajérlelési kísérlet minden egyes kezelését három ismétléssel állítottuk be, és edényenként 2 db cellulóz-tesztet helyeztünk le. Így a cellulóz tesztek ismétlésszáma: 6 volt. A talajérlelés 28 °C-os termosztátban 12 héten át tartott, amely során a víz-vesztéséget az edény súlymérése alapján pótoltuk. A cellulóz lebontásának mértékét, közvetett úton az izzítási veszteség ismeretében határoztuk meg. A talajérlelés után elvégzett tápanyagvizsgálatok eredményei arra mutatnak, hogy az alkalmazott NPK és Mg, Zn, Cu kezelések hatására a talajminták felvehető tápelem tartalma jelentősen növekedett. Így foszforral és nitrogénnel igen gyengén, káliummal pedig gyengén ellátott talajokban már a kisebbik NPK dózis hatására közepes vagy jó ellátottsági szintre emelkedett a talajminták felvehető foszfor, ill. kálium tartalma és jelentősen emelkedett a KCl-ben kioldható NO₃ + NO₂ frakció mennyisége is.

A mezo- és mikroelem kezeléseket tekintetében a talajvizsgálatok eredményei alapján megállapítható volt, hogy magnéziummal közepes, cinkkel és rézzel hasonló ellátottságú talajokban az Mg, Zn, Cu kezelések hatására többszörösére emelkedett a felvehető Mg, Zn, Cu tartalom. A futóhomokból kimutatható mennyiségük azonban csak mint egy fele volt annak az értéknek, amely a gyengén humuszos homokban volt található.

A talajérlelési kísérletben mért cellulózbontási adatokat táblázatosan ismertetjük. (59–62. táblázatok)

59. táblázat

*A makro- mezo- és mikro tápelemek hatása a cellulóz lebontására
homok talajokban*

Talaj	Kezelések	Tápanyag szintek		Több- letek	Tápanyag szintek		SzD _{5%}
		I. Elbontott cellulóz %	II.		I. Elbontott cellulóz %	II.	
Homok talaj	Kontroll	45,1		—	—	—	5,3
	NPK	85,1	84,7	NPK	+40,0	+39,6	
	NPK + Mg	92,3	90,9	Mg	+ 7,2	+ 6,2	
	NPK + Mg + Zn	93,1	92,7	Zn	+ 0,8	+ 1,8	
	NPK + Mg + Zn + Cu	95,7	92,5	Cu	+ 2,6	—0,2	
Futóhomok	Kontroll	12,8		—	—	—	5,3
	NPK	66,6	69,9	NPK	+53,8	+57,1	
	NPK + Mg	67,5	68,8	Mg	+ 0,9	+18,9	
	NPK + Mg + Zn	77,6	91,8	Zn	+10,1	+ 3,0	
	NPK + Mg + Zn + Cu	91,0	90,9	Cu	+13,4	—0,9	
	SzD _{5%}	5,6	5,6		5,6	5,6	

60. táblázat

*A különböző ásványi tápelemek hatása a vizsgált talajokon
a cellulóz lebontására a dózisok átlagában*

Variánsok	Meszes homok	Futóhomok	SzD _{5%}	Átlag
	Elbontott cellulóz %			
NPK	84,9	68,2	—	76,6
NPK + Mg	91,6	78,2	3,56	84,9
NPK + Mg + Zn	92,9	84,7		88,8
NPK + Mg + Zn + Cu	94,1	91,0		92,5
SzD _{5%}	3,03			2,14
Átlag	90,9	80,5	3,03	95,7

61. táblázat

*A különböző ásványi tápanyagok és eltérő dózisaik hatása
a cellulóz lebontására a talajok átlagában*

Variánsok	Tápanyag dózis		SzD _{5%}	Átlag
	1.	2.		
	Elbontott cellulóz %			
NPK	75,8	77,3		76,6
NPK + Mg	79,9	89,9	3,74	84,9
NPK + Mg + Zn	85,3	92,3		88,8
NPK + MG + Zn + Cu	93,3	91,7		92,5
SzD _{5%}	4,37			2,14
Átlag	83,6	87,8	2,18	85,7

62. táblázat

*A cellulóz mineralizációja a vizsgált talajokon eltérő tápanyagszinteken
a kezelés átlagában*

Talaj	Tápanyag szintek		SzD _{5%}	Átlag
	1.	2.		
	Elbontott cellulóz			
Homoktalaj	91,5	90,2	3,23	90,9
Fűtőhomok	75,7	85,4		80,5
SzD _{5%}	3,09			3,03
Átlag	83,6	87,8	2,18	85,7

A cellulózbontási adatok megbízhatóságát variancia analízissel értékeltük. A három tényezős kísérletben A=talaj, B=trágyázás, C=dózis tényezők F-próbája a talajok között 95%-os, a trágyaszerek és dózisok tekintetében 99,9%-os valószínűségi szinten igazolt szignifikáns különbségeket. Szignifikáns volt a tényezők közötti kölcsönhatás is, amely viszont jelzi azt, hogy a kísérletben alkalmazott tápelemeknek a cellulóz mineralizációjára gyakorolt hatása függ a dózisoktól és a talajtól.

Az 59. eredményértékelő táblázatban közöljük a makro-, mezo- és mikroelemekkel kezelt talajminták cellulózbontási adatait. Bemutatjuk az egyes tápelemeknek a cellulózbontásra gyakorolt tiszta hatását, amelyet a különbségek alapján számítottunk. A táblázatban közölt cellulózbontási eredményekből kitűnik, hogy az NPK műtrágyázás és az NPK alapon alkalmazott magnézium kezelés mindkét talajféleségben szignifikánsan fokozta a cellulózbontást. NPK-Mg trágya alapon alkalmazott cink és réz kezelés a gyengén humuszos homoktalaj mintáiban nem növelte a cellulózbontást a szignifikáns különbséget meghaladó mértékben. A futóhomokban kisebbik tápanyagszinten a cink és réz mikroelemek szignifikánsan fokozták a cellulózbontást az NPK Mg, illetve az NPK Mg Zn kezelésekhöz viszonyítva. Ugyanakkor a második tápanyag szinten a cink és réz kezelés nem befolyásolta szignifikánsan a cellulózbontást a talajféleségben. A táblázat jobboldali oszlopaiban közöljük az NPK, a Mg, a Zn és a Cu kezelésekre nyomán fellépő cellulózbontási többleteket, mint tápanyag hatásokat, amelyeket a tényezők különbségei alapján számítottunk.

A 60. táblázatban a makro- és mikroelem-trágya kombinációknak a talaj cellulózbontó aktivitására gyakorolt hatását a dózisok átlagos szintjén mutatjuk be. Ilyen értékelésmód mellett, amint a táblázat adataiból kitűnik, az NPK alapon alkalmazott Mg kezelés mindkét homoktalajon szignifikánsan fokozta a cellulózbontást.

A réz és a cink alkalmazása csupán a futóhomokban volt szignifikáns hatással a cellulózbontó aktivitásra. A talajváltozatok cellulózbontó aktivitását értékelve megállapíthatjuk, hogy a gyengén humuszos homok cellulózbontó intenzitása, minden egyes kezelés esetében a szignifikáns különbséget meghaladóan felülmúlta a futóhomokban mért értékeket.

A 61. táblázatban az alkalmazott makro-, mezo és mikroelem trágyák eltérő dózisaiknak a cellulózbontó aktivitásra gyakorolt hatását szemléltetjük a két talaj átlagában. A táblázat adatai megerősítik azt, hogy a trágyaszerek hatása az alkalmazott dózisoktól is függ.

A 62. táblázatban a talajok cellulózbontási értékeit a tápanyagdózisok függvényében szemléltetjük, a kezelésekre átlagában. A táblázat adataiból kitűnik, hogy az alkalmazott kezelésekre átlagában a futóhomokban a 2-es dózisban növelték leginkább a cellulózbontást, míg a gyengén humuszos talajban a tápelem kombinációk 1-es dózisa volt leginkább kedvező a cellulózbontás szempontjából.

Korábban végzett tenyészedény- és szabadföldi kísérleteinkben kapott eredményekkel összhangban megállapítható, hogy a talaj cellulózbontó aktivitása a talaj termékenysége jellemzéséhez szolgáltathat információkat. Tápanyagokkal jól ellátott és termékeny talaj cellulózbontó aktivitása nagyobb, míg a tápelemhiányos talajoké azonos körülmények között kisebb. A talajérlelési módszer is alkalmas lehet terméketlen foltok tápanyaghiányainak felderítésére, trágyahatások esetleges előrejelzésére, és segítséget nyújthat a talajvizsgálati adatok értelmezésénél. Ugyanis a cellulózbontó mikroszervezetek igénye a talaj tápanyagellátottságával szemben, eddigi tapasztalataink szerint sok tekintetben hasonló a magasabbrendű növényekéhez. A talajérlelési kísérletben kapott eredményeket összegezve megállapíthatjuk:

Pillangósvirágú növények gyökerének és
gyökérgümöinek magnéziumtartalma mg/100 g
szárazanyagra vonatkoztatva

Növény	Magnéziumtartalom	
	gyökér	gümő
Csillagfürt	262	374
Szója	284	437
Lóbab	272	382
Lencse	182	500
Borsó	288	190
Bab	393	532

A gyengén humuszos homoktalajon az elbomlott cellulóz mennyisége már az első NPKMg szinten megduplázódott a kontrollhoz viszonyítva és a második trágyázási szint további növekedést már nem eredményezett.

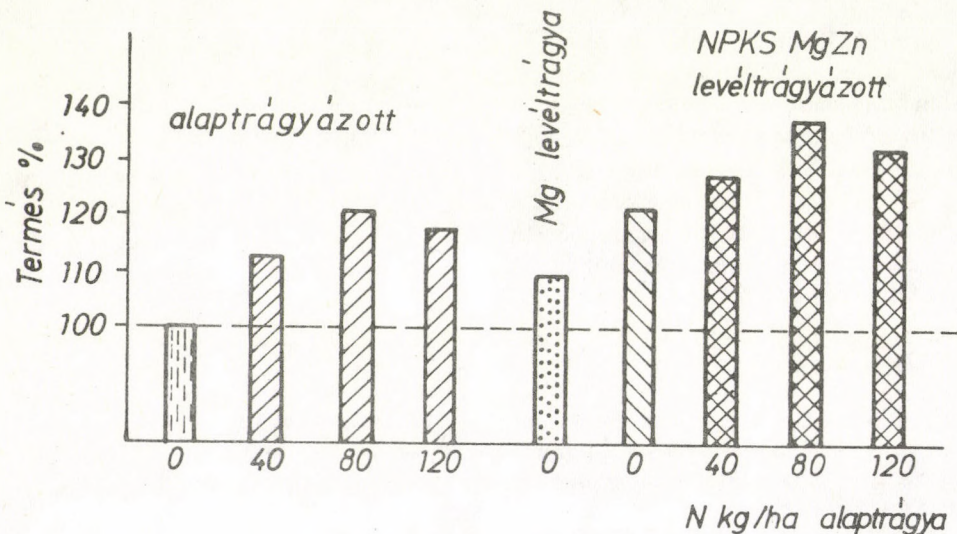
A futóhomok talaj cellulózbontó aktivitása műtrágyázás nélkül igen kicsi volt (13%), amelyet trágyázással többszörösére lehetett emelni. Itt érvényesült bizonyos mértékben a második NPKMg szinten, illetve az első NPK szinten a Zn és Cu kezelések pozitív hatása is. Az együttes makro- és mikroelem trágyák alkalmazásával, ill. az intenzívebb műtrágyázással a terméketlen futóhomok cellulózbontó aktivitása a gyengén humuszos homok szintjéhez közeledett.

IRODALOM

- Gulyás, F., Kádár, I.: *The effect of NPK fertilization as well as the Mg, Zn and Cu treatment on the mineralization of cellulose in slightly humic carbonate sandy soils*, In: *Abstracts of Papers. Soil Biology and Conservation of the Biosphere*. Gödöllő. 1981. pp. 15. (1981)
- Iljin, V., B.: *Izv. szib. otdel. AN SSSR N^o 15 Szer. Biol. i med. nauk, vüp 3. pp. 17–23. (1967)*
- Iljin, V. B., Naplekova N. N., Sztepanova, M. D.: *Szv. Szib. otdel. AN SSSR. N^o 5. Szer. biol. nauk, vüp 1. pp. 457–463. (1970)*
- Foster, W. J.: *Chemical activities of Fungi*. Academic Press. New York. (1949)
- Naplekova, N., N.: *Aerobnoe razlozsenie cellulozö mikroorganizmami v pocsvah, Zapadnoj Szibiri*. Izd. „Nauka” Szibirszkoe otd. Novoszibirszk. pp. 1–250. (1974)
- Porter, J.: *Bacterial chemistry and physiology*, New York. (1946)
- Vojnova–Rajkova, Z.: *Vlijanie mikroelementov cinka, molibdena na mikroflora, szvjazannyü sz mineralizaciej szolomü*. In: *Transaction of the Int. Symp. Humus et Planta VII. Bmo. pp. 310–315. (1979)*

2. A KARDONIT HATÁSA A PILLANGÓS VIRÁGÚ NÖVÉNYEKRE ÉS A RHIZOBIUMOKRA

A pillangós virágú növényeket mint a talaj nitrogénkészletét gyarapítókat tartják számon. A nitrogéngyarapítás a gyökérgümőkben élő Rhizobium baktériumok légköri nitrogént megkötő képességével függ össze. Ezen jó tulajdonsága ellenére, a kezdeti időben (azaz a gümők kialakulása előtt) igényli a nitrogéntrágyázást, a jobb növekedéshez. Ezzel nem minden kutató ért egyet. Chamber—Perez (1980) szójával végzett kísérletei szerint, a vetés előtt adott N-trágya csökkentette a szemtermést és csak a levéltrágyával volt kedvező eredménye. Ezt azzal magyarázza, hogy a N-trágyák NH_3 tartalma repressálja a nitrogénmegkötést. Dombóvári—Kiss—Búzás (1976) ugyancsak a szójánál azt tapasztalták, hogy 40, illetve 80 kg/ha N alaptrágya jelentősen fokozta a termést, míg a 120 kg/ha N adagtól csak a 40 és 80 kg N kezeléssel kapott mennyiség között volt a szemtermés. Hasonló termésfokozó hatást mutatott az egyedül magnéziummal, vagy későbbi, a virágzás után háromszor megismételt MgNPKSZn kombinációjú levéltrágyázás is.

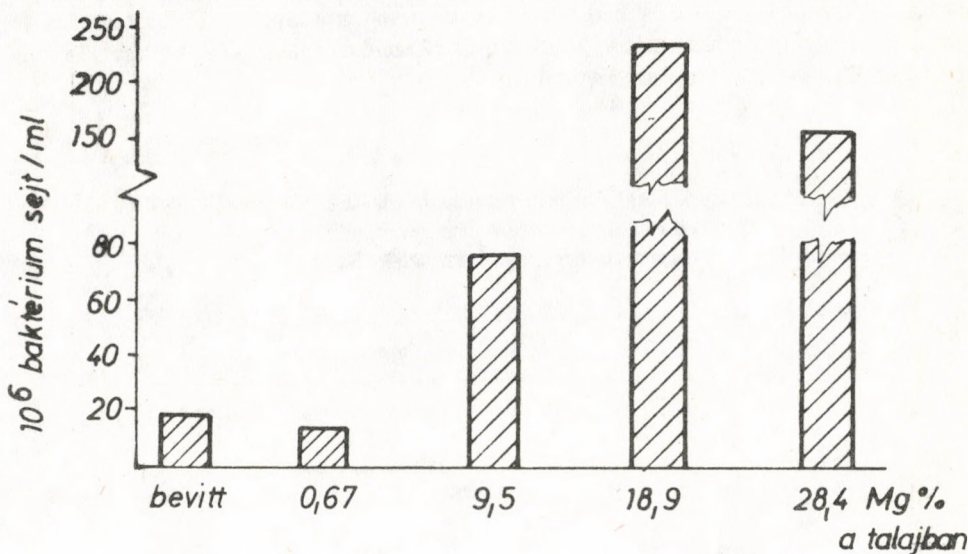


50. ábra: A szója termésének változása különböző trágyázások hatására

Ebből azt a megállapítást tesszük, hogy viszonylag kis dózisu N alaptrágyára és Mg kiegészítésre feltétlen szüksége van a szójának. Ez a N adag starter trágyának tekintendő és addig biztosítja a növények erőteljes növekedését, amíg a légköri N fixáció megindul. A magkötés stádiumában adott vegyes levéltrágyának kiemelkedően jó hatása volt. A pozitív hatás okaként azt említjük meg, hogy magkötés idejére már csökken a

Rhizobiumok aktivitása, így a nitrogénellátás is. Különösen figyelemre méltó a csak magnéziumos levéltrágyázás, amely mintegy 10%-os többletermést eredményezett.

A Rhizobiumok magnéziumigényesek. Mind fennmaradásukhoz (szaporodásukhoz), mind a N-fixációhoz magnézium szükséges. Amennyiben a talaj magnéziumtartalma csekély, akkor nemcsak nem szaporodnak, hanem számuk csökken, mint ezt az 51. ábrán láthatjuk (Norris, 1959).



51. ábra: A Rhizobium baktériumok szaporodása a talaj Mg-tartalmának függvényében

A N fixálásnál a nitrogénáz enzim működéséhez feltétlenül szükség van az ATP és Mg egyidejű jelenlétére (Kiss, 1982). Az ATP termelést (regenerálást) a gazdanövénytől kapott asszimiláták (cukor) oxidatív foszforilációja biztosítja, amelyhez szintén Mg szükséges. Coker – Schubert (1981) vizsgálatai szerint a gyökérgümők N fixálása szoros kapcsolatban van a CO_2 fixációval, amelyben viszont a PEP-karboxiláznak van elsődleges szerepe. Valószínű, hogy a CO_2 fixálás mind az energiaszubsztrátokhoz, mind az aminosav szintéziséhez szükséges szénvázat egyaránt biztosítja. Muherji (1974) megállapította, hogy a PEP-karboxilázok (I és II) aktivitása a magnéziumkoncentráció függvénye is. A PEP-karboxiláz I. reakciósebessége 10 mM Mg oldatban 0,22, míg 50 mM esetén 0,46. A magnézium segíti a junevilitás fennmaradását (Kiss, 1976), ami jelentősen növeli a növények N és keményítő tartalmát. Ezt a magnézium részben az auxinképzés serkentése révén éri el (Kiss, 1980), ami egymaga is fokozza a tápanyagoknak a magba áramlását és ezen keresztül a termést (Nooden–Kamanak–Okatan, 1979).

Evensen – Blevins (1981) azt találta, hogy a gyökérgümők gibberellint (GA) is termelnek, ami a növények magasságnövekedését serkentette a GA koncentráció függ-

vényében. Ez általában is, de különösen a lucerna kaszálóknál fontos. Nautiyal–Modi (1982) összefüggést talált a növények nitrogénáz aktivitása és a GA tartalma között. Kiss (1977) kimutatta, hogy magnéziumkezelés hatására növekszik a növények GA tartalma. Így a magnézium ezen az úton is serkentő hatású a termésre. Előbbiekből kiindulva vizsgáltuk az 5,3% magnézium és 28% nitrogéntartalmú műtrágya: a KARDONIT (dolomitos karbamid) hatását a gyökérképződésre, a zöld tömegre és a Rhizobiumokra. Azt találtuk, hogy a csak karbamiddal trágyázott magnéziumhiányos Prjanyisnyikov-féle tápoldatban és perlit kultúrában nevelt növények gyökérgazdagsága és zöld tömege jelentősen elmaradt a KARDONIT kezeléssel. (63. táblázat) A perlit, felvehető magnéziumtartalma 33 ppm volt.

63. táblázat

A Kardonit magnéziumtartalmának hatása a növények gyökerére, zöld tömegére és a gyökérgümőkre a karbamidos kezelés százalékában

A vizsgálat tárgya	Kezelés		
	karbamid	karbamid + Mg	Kardonit
Zöld tömeg	100	161	176
Gyökér tömege	100	239	222
Gümők	100	203	192

A magnéziumhiányos tápoldatú borsó gyökerein, ugyancsak perlit kultúrában (tíz ismétlésnél) kevés gyökérgümőt találtunk, míg a magnéziummal kiegészített tenyészedényben jelentős számú gyökérgümő volt található. A gyökérgümők magnéziumtartalma általában nagyobb, mint a gyökereké, ami azt támasztja alá, hogy azok magnézium-igényesek (64. táblázat). Kísérleti eredményeinket barna erdőtalajon, szabadföldben nevelt növényekkel kaptuk, a magnéziumtartalmat atomabszorpciós spektrofotométerrel mérve. A karbamid műtrágya enyhén talajsavanyító hatású, ami nem kedvez a Rhizobium baktériumoknak (Norris, 1959). A KARDONIT dolomittartalmánál fogva (39%), csökkenti az elsavanyodást, így kedvezőbb hatású.

Vizsgáltuk, hogy a dolomit magnéziumát, mint vízben nem oldható vegyületet a rövid tenészidejű növények fel tudják-e venni. Hónapos retekkel végzett vizsgálataink azt mutatták, hogy a kikelés után azonnal érvényesül a dolomit magnéziumhatása.

Pillangósvirágú növények gyökerének és gyökérgümőinek
magnéziumtartalma mg/100 g szárazanyagra vonatkoztatva

Növény	Magnéziumtartalom	
	gyökér	gümő
Csillagfűrt	262	374
Szója	284	437
Lóbab	272	382
Lencse	182	500
Borsó	288	190
Bab	393	532

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a magnéziumtartalmú nitrogéntrágyák, így a KARDONIT is, kedvezőbb hatású a pillangósok alap (starter) trágyázására, mint az egyszerű, csak nitrogént tartalmazó műtrágyák.

IRODALOM

- Chamber—Perez, M. A.: *Anales I. N. I. A. Prod. vegetal* 279—286. (1980)
 Coker, G. T. ; Schubert, K. R.: *Pl. Physiol.* 67. 691—696. (1981)
 Dombovári J. ; Kiss A. S. ; Buzás I.: *Agrokémiai Tájékoztató* 4. (3) 28—29 (1979)
 Evensen, K. B. ; Blevins, D. G.: *Plant Physiol.* 68. 195—198. (1981)
 Kiss A. S.: *Növénytermelés* 25. 219—224. (1976)
 Kiss A. S.: *Proc. 17th Hung. Ann. Meet. Biochem. Kecskemét* 119—120 (1977)
 Kiss A. S.: *Agrokémiai Tájékoztató* 5. (3) 27—28. (1980)
 Kiss A. S.: *Agrokémiai Tájékoztató* 7. (1) 27—29. (1982)
 Nautiyal, C. S. ; Modi., V. V.: *Phytochemistry* 21. 505—507. (1982)
 Norris, D. O.: *Australian J. Agricult. Res.* 10. 651—698. (1959)
 Nooden, L. D. ; Kamanak, G. H. ; Okatan, Y.: *Science, Washington* 206. (4420) 841—843. (1979)

KARDONIT

A KARDONIT 28% nitrogén, 5% magnézium és 7% kalciumtartalmú, új típusú (karbamidos) műtrágya.

A talajt kevésbé savanyítja, magnéziumtartalma serkenti a nitrogén hasznosulását.



HIDRONIT 30

A HIDRONIT 30 30% nitrogéntartalmú (UAN oldat).

A hatóanyag megoszlása: 15% karbamid-nitrogén, 7,5% ammónium-nitrogén, 7,5% nitrát-nitrogén

Alap és levéltrágyázásra egyaránt alkalmas.

Kijuttatás: földi és légi úton egyaránt.

Az egyenletes kijuttatás (kiszórás) = 10%-os terméstöbblet -10°C -ig nincs kristálykiválás.

Mindkettőt gyártja: a Borsodi Vegyi Kombinát
3702 Kazincbarcika

Forgalomba hozzák: a megyei AGROKER Vállalatok.

Felvilágosításért forduljon Agrokémiai Osztályunkhoz.



VI. FEJEZET

A MAGASABBRENDŰ NÖVÉNYEK ÉS A NITROGÉNKÖTŐ MIKROORGANIZMUSOK KÖLCÖNVISZONYA

Prjanyisnyikov (1945) becslései szerint 1 ha talaj szántott rétegének nitrogéntartalma 6–18 tonna között ingadozik, a talaj típusától, szervesanyagtartalmától és egyéb tényezőktől függően. Felvetődik a kérdés, hogy miként került ez a viszonylag nagy mennyiségű nitrogén a talajba, mivel ismeretes, hogy a talajképzésben résztvevő kőzetek nem tartalmazzák ezt az elemet. Feltételezhetően a nitrogén felhalmozódása a földkéreg legkülső részében fokozatosan ment végbe. Fjodorov (1952) adatai szerint a föld felületének minden hektárja felett kb. 80 000 tonna nitrogén található az atmoszférában. Ez a gáz alakú nitrogén volt az elsődleges forrása a talaj nitrogén vegyületeinek. A föld kialakulásának kezdeti időszakában a molekuláris nitrogén kizárólag a zivatarok idején végbemelő elektromos kisülések eredményeképpen alakult át különböző vegyületekké. Fjodorov szerint európai viszonylatban, hektáronként és évenként, mintegy 5–10 kg nitrogén kerül a talajba elektromos kisülések következtében. Magyarországi vizsgálatok szerint (Kozák és Mészáros 1971) a csapadékkal a talajba jutó nitrogén elérheti a 15 kg-ot is. Számításba véve azonban a kimosódási és a denitrifikációs veszteségeket, nem feltételezhető, hogy a talaj nitrogéntartalmának túlnyomó többsége a légköri elektromos kisülések eredménye lenne. A talaj nitrogéntartalmának jelentős része azzal magyarázható, hogy az életnek a földön történt megjelenése után a mikroorganizmusok speciális csoportjai alkalmazkodtak a nitrogénben szegény környezeti feltételekhez és különleges fermentrendszerük segítségével alkalmassá váltak a légköri nitrogén biológiai fixációjára.

A fentiekből látható, hogy a biológiai nitrogénkötésnek rendkívül fontos elméleti és gyakorlati jelentősége van, ezért ezzel kapcsolatban jelentős számú közlemény látott napvilágot. A modern energiaszegény világban a biológiai nitrogénfixáció szerepe egyre inkább előtérbe kerül a mezőgazdasági termelésben. Kolar és Greenland (1961) becslései szerint a Földön a mezőgazdasági termékekkel évente kb. 100 millió tonna nitrogént vesznek ki a talajból, míg a műtrágyák formájában visszapótolt nitrogén mennyiségét 12 millió tonnára becsülik. A szerzők számítása szerint még a fejlett mezőgazdasággal rendelkező nyugat-európai országokban is a talajból a terméssel kivont nitrogénnek csupán 25–30%-át pótolják vissza nitrogén műtrágyákkal. Dhar (1962) indiai kutató még ennél is kevesebbre becsüli a trágyák alakjában visszapótolt nitrogént, aki szerint ez 10% alatt marad a terméssel kivont nitrogén összes mennyiségéhez viszonyítva.

Mint közismert, a légköri nitrogént megkötni képes mikroszervezeteket két nagy csoportba sorolják. Az egyik csoportba az ún. szimbiota nitrogénkötők tartoznak, amelyek jöllehet a talajban egyedül is előfordulnak, azonban a molekuláris nitrogént kizárólag a magasabbrendű növényekkel szimbiózisban képesek megkötni. Ebből a csoportból a pillangós virágú növények gyökérgumóiban élő *Rhizobium* genushoz tartozó baktériumok a legismertebbek. Bond (1959) adatai arra hívják fel a figyelmünket, hogy más rendszertani csoporthoz tartozó növények ugyancsak rendelkeznek gümőkkel és az azokban élő mikroszervezetek képesek a levegő nitrogénjét hasznosítani. Szerinte ezekhez a növényfajokhoz lehet sorolni az *Alnus*, *Causarina*, *Eleagnus*, *Myrica*, *Coriaria* stb. fajokat. A felsorolt növények gümőiben élő mikroszervezetek még kevésbé tanulmányozottak. Újabban számos baktériumot írtak le, amelyek trópusi talajokban fordulnak elő és szimbiózisban élnek a különböző növényekkel. A szimbiota nitrogénkötő baktériumok sajátos csoportját képezik az *Azospirillum* genushoz tartozó fajok, amelyek leírása Döbereiner és Day (1976) nevéhez fűződik. Az idetartozó két faj az *Azospirillum lipoferum* és az *Azospirillum brasilense* különböző pázsitfűfélékkel és más növényekkel alkotnak asszociációkat. Ezek a baktériumok behatolnak a gyökérszőrök epidermisze alá, s ily módon együttélés alakul ki a növény és a baktérium között, bár gümőképzés nem alakul ki (Boddey és Döbereiner 1982).

Az *Azospirillum* mellett más baktériumokról is megállapították, hogy asszociációkat képeznek a különböző növényekkel, s nitrogénnel gazdagítják az utóbbiakat. Így az *Azotobacter paspali* a *Paspalum notatum* növényvel képez együttélést (Döbereiner 1970), míg egy *Bacillus* faj a tavaszi búza gyökérzetén fordul elő (Larson és Neal 1978). McClung és Patriquin (1980) egy *Campylobacter* faj a rizsnövény gyökérzetén alakított ki hasonló együttélést (Watanable és Barraquio 1979).

A nitrogénkötő mikroszervezetek másik csoportjához az ún. szabadon élő nitrogénkötők tartoznak, amelyek a magasabb rendű növényektől függetlenül képesek a légköri nitrogént megkötni a talajban. Az areob körülmények között a szabadon élő nitrogénkötők között régebben kizárólag a különböző *Azotobacter* fajokat tartották nyilván, azonban ma már más baktériumok nitrogénkötő képességéről is rendelkezünk adatokkal. Így Starkey és De (1939) a *Bejerinckia*, Jensen és munkatársai (1960) a *Derixia*, Kraszilnyikov (1947) az *Azotomonas*, Fedorov és Kalinyiszakaja pedig egy *Mycobacterium* nitrogénkötő képességével kapcsolatban közöltek adatokat. Az anaerob nitrogénkötő mikroorganizmusok közül korábban csak a Winogradsky (1893) által leírt *Clostridium pasteurianum*-ot ismerték, azonban a későbbiek folyamán számos más *Clostridium* faj, valamint az anaerob *Methanobacterium omelianskii* nitrogénkötő képességéről számoltak be a kutatók.

Amint láthatjuk, a leírt nitrogénkötő mikroorganizmusok száma állandóan növekedik, azonban kétségtelen, hogy a mezőgazdasági termelés szempontjából a *Rhizobium* fajoknak van legnagyobb jelentőségük. Ezért 1888-tól kezdve – amikor Hellriegel és Wilfarth (1888) először adtak hírt a pillangósok gyökérgumóiban élő mikroszervezetek nitrogéngyűjtő tevékenységéről – rendkívül nagy mennyiségű tudományos anyag halmozódott fel az irodalomban e problémával kapcsolatban. Prjanyisnyikov (1945) valamint Lyon és Bizzel (1934) becslése szerint 1 ha lucerna évenként 100 kg, a vöröshere

és a csillagfürt 80–80 kg, az egygyári pillangósok pedig 10–20 kg nitrogénnel gazdagítják a talajt, nem számítva a termeléssel kivitt nitrogént. Hasonló adatokat közöl Erdman (1961) és Fjodorov (1952) is. Más szerzők ennél jóval kevesebbre becsülik a pillangósok által gyűjtött nitrogén mennyiségét.

Mint ismeretes, a különböző növényfajok gyökérgumóiban élő rhizobiumok szigorúan specifikusak, s más fajokhoz tartozó növényeket – néhány kivételtől eltekintve – nem képesek fertőzni. A jelenleg használatban lévő baktérium-határozó könyvek első-sorban ezen az alapon sorolták azokat különböző rendszertani csoportokba. Azonban a biokémiai és a szerológiai vizsgálatok (Jacob 1953, Rippel és Baldes 1952, Horváth 1962, Manninger 1963, Dudman 1971 és Elkan 1971) kétségbe vonják a rhizobiumok taxonjainak helyességét.

A rhizobiumoknak a gazdanövényhez való viszonyát Izrailszkij és Artemejeva (1934) szerint két alapvető tényező határozza meg. Az egyik sajátosság a virulencia, azaz a baktériumnak az a tulajdonsága, hogy képes behatolni a gazdanövény gyökérzetébe és ott gumóképzést kiváltani. A másik tulajdonság az effektivitás, amelyen azt értjük, hogy a baktériumok milyen mértékben képesek megkötni a légkör molekuláris nitrogénjét. Ujabban a versenyképesség is igen fontos kritérium lett. Versenyképességen azt értik, hogy az oltás során a mag felületére vitt törzs mennyiben versenyképes a talajban spontánul előforduló rhizobiumokkal, illetve az oltóanyagban lévő más törzsekkel szemben (Csunderova 1980).

A virulencia és az effektivitás nem feltétlenül esnek össze, mivel vannak olyan törzsek, amelyek igen intenzíven képeznek gumót, de nitrogénkötő képességük gyenge és sok esetben, mintegy parazitaként, élőködnek a növény gyökérzetén. Irodalmi adatok szerint az ilyen inaktív törzseket tartalmazó gumók morfológiailag is különböznek az effektív törzseket tartalmazó gumóktól.

A rhizobiumok virulenciájának kérdését először Nobbe és Hiltner (1896) vették fel, majd később Hiltner és Störmer (1903) határozták meg a virulencia fogalmát. Süchting (1904) feltételezése szerint a gumóbaktériumok által termelt „toxinek” a gazdanövény-nél ellenanyagtermelést válthatnak ki s ez az utóbbi immunitását okozhatja. A gazdanövény szerepe az immunitás szempontjából ma még távolról sincs tisztázva, azonban az oltóanyagtermelés gyakorlata semmi kétséget nem hagy aziránt, hogy gyakran találhatók infekcióra egyáltalán nem vagy csak alig alkalmas törzsek. A virulenciát alapvető módon befolyásolhatják a klimatikus és talajviszonyok is.

Mivel a rhizobium törzsek effektivitásának problémája szoros összefüggésben van azok gyakorlati alkalmazhatóságával, ezért számos kutató foglalkozott e kérdéssel. Thornton (1949) szerint a talajokban az effektív törzsek fordulnak elő legnagyobb számban, jóval kisebb a száma az inaktív törzseknek, s a két főcsoport között az effektivitás foka a fiziológiai és a kulturális sajátosságokkal együtt változhat. A laboratóriumi tenyésztés során (Longley és munkatársai 1937) faggal történő kezelés eredményeként (Kleczkowska, 1950), ill. a steril talajban történő eltartás hatására (Nutman, 1946, Thornton 1949) a törzsek elveszíthetik effektivitásukat. A nem effektív törzsek effektívvé nehezebben alakulnak át, azonban a fág-kezelés hatására (Kleczkowska, 1950), a gazdanövényre történő többszörös átoltás hatására (Wünschik, 1925, Allen és Baldwin

1931), valamint a röntgensugarakkal történő kezelés hatására (Jordan. 1952, Hamatova 1964, Migahid és munkatársai 1959) ilyen átalakulást is leírtak. Chen és Thornton (1940) az effektív és nem effektív rhizobium törzseket tanulmányozva megállapították, hogy az előbbiek esetében a gumók bakteroid szövete 4–6-szor nagyobb, mint az inaktív törzsekénél. Az említett szerzők szerint a baktérium sejtek aktivitása a bakteroid sejtformával kapcsolatos. Több szerző mutatott rá arra, hogy a törzsek aktivitása és a gumókban lévő piros festékanyag jelenléte között szoros összefüggés van. Minél több a hemoglobinszerű anyag a gumó szövetében, annál több a megkötött nitrogén mennyisége. Ez a festékanyag, amint megállapítást nyert (Virtanen és munkatársai 1949), Keilin és Wang 1945, Keilin és Smith 1946 és mások) a hemoproteinekhez tartozik, kémiai szerkezetét tekintve közel áll a vér hemoglobinjához. Ez a jelenség nagy érdeklődést váltott ki a kutatók között, mivel ez a vegyület a növényvilágban máshol nem fordul elő, s szintézise kizárólag akkor megy végbe, ha a szövetben a rhizobiumok is előfordulnak s külön-külön sem a baktériumok, sem pedig a növény nem képes azt előállítani.

A rhizobiumok versenyképességét tanulmányozták Rensburg és munkatársai (1969). A szóját 7 különböző *Rhizobium japonicum* törzs keverékével oltották be. Megállapították hogy a gumók túlnyomó többségét 2 törzs képezte, 2 másik törzs csak elvétve váltott ki gumóképzést, míg 3 törzs egyetlen gumót sem képezett, jóllehet tiszta tenyészetekben igen aktívnak bizonyultak gumóképzés szempontjából. Kalnins (1967) szerint kevert tenyészeteknél a versenyképes (agresszív) törzsek képezik a gumók 70%-át, a közepesen versenyképes kultúrák 50–70%-át, míg a gyengén versenyképes kultúrák által képzett gumók száma nem éri el az 50%-ot a gyökéren. A rhizobiumok versenyképességének kimutatására különböző módszereket alkalmaznak. Leginkább elterjedt a szerológiai módszer, azonban javasolják a fluorkrómos és genetikai eljárásokat is az egyes kultúrák jelzésére.

A konkurencia képesség jelentős mértékben függ a mag felületére juttatott baktériumok mennyiségi viszonyaitól. A szerzők (Kalnins és Leimane 1970, Krülova és Novikova 1976, Mavricsev és Szmirnova 1978) egyetértenek abban, hogy egyazon törzsből minél több kerül a mag felületére, annál nagyobb a gumóképzés valószínűsége a talajban spontán előforduló rhizobiumokkal szemben. A versenyképesség nem utolsósorban attól is függ, hogy az oltóanyaggal talajba vitt törzs mennyiben képes alkalmazkodni a talaj sajátos viszonyaihoz. Megállapították, hogy nagy jelentősége van a törzs pH érzékenységének, valamint a hőmérséklet és nedvességviszonyoknak, különösen extrém körülmények között.

A legújabb vizsgálatok szerint a szimbiózis létrejöttében fontos szerepet visznek egyrésztől a pillangósok gyökérzete által kiválasztott lektinek, másrésztől a rhizobiumok által termelt liposzaharidok. Bohlood és Schmidt (1974) szerint a két produktum csoport közötti reakció hasonlóan megy végbe, mint az antigének és antitestek között. Albertstein és munkatársai (1977) a növények által kiválasztott lektinekkel kapcsolatban állapította meg, hogy a különböző rhizobium törzsek eltérő affinitást tanúsítanak velük szemben.

A rhizobiumok versenyképességével kapcsolatban Lahiri (1974) megállapítja, hogy az függ egyrészt a baktérium, másrészt pedig a növény sajátosságaitól.

Mivel a rhizobium oltóanyagkészítmények különböző talajviszonyok között kerülnek felhasználásra, az oltóanyaggyárak polivalens oltóanyagot állítanak elő, amely ugyanazon faj több törzsét tartalmazza. Ilyen esetben a rhizobiumos oltóanyagban levő törzsek versenyképessége növekszik a talajban spontán előforduló baktériumokkal szemben. A kutatók felhívják a figyelmet azonban arra, hogy az oltóanyagban lévő törzsek számát nem ajánlatos nagyon megemelni, mivel ez negatívan is befolyásolhatja az oltás eredményességét. Így Bordeleau és Antoun (1977) azt találták, hogy háromnál több törzs keverékéből készített oltóanyag már kedvezőtlenül hatott az oltásra. Franco és munkatársai (1973) brazil kutatók szerint a rhizobiumos oltóanyagot lehetőleg két törzsből kell elkészíteni. Közülük az egyik a növény növekedésének korai stádiumában vált ki gümőképzést, a másik pedig később. Csunderova (1970) vizsgálatai szerint nem csupán az egyes törzsek, hanem az egyes növényfajták és változatok eltérő módon befolyásolják a szimbiózis kialakulását. Egyes fajták vagy változatok nagyobb affinitást mutatnak a szimbiózis kialakulásához mint mások. A fentiekből következik, hogy az oltás csak akkor lehet eredményes, ha mind a makro, mind pedig a mikroszimbiota genetikailag képes a szimbiózisra.

Más szerzők a rhizobiumok élettani sajátosságai és azok effektivitása között próbálnak összefüggéseket kimutatni. Rabotnova (1941), valamint Mothes és Pietz (1938) megállapították, hogy az aktív törzseket tartalmazó gumók pH-értéke 15 felett van. Rabotnova szerint az idős gumók rH-ja 23,1 míg a fiatal gumókban 17–22,7 között rH érték állapítható meg. Nita (1963a., b.) vizsgálatai arra mutatnak rá, hogy az effektív törzsek sokkal intenzívebben oxidálják el a szénforrásokat és redukálják a metilénkéket, mint a kevésbé aktívak. Hazai viszonyok között Kerpely és munkatársai (1957) figyelték meg, hogy korreláció mutatható ki az oxigén fogyasztás és a dihidráz aktivitás, valamint a törzsek aktivitása között. A nevezettek ugyancsak hasonló megállapításra jutottak a törzsek redox viszonyai, valamint az aktivitás közötti összefüggések vizsgálatánál. Misusztyn (1964) szerint a talaj savanyúságának, ill. savanyú körülmények között a talajoldatba kerülő alumínium ionoknak fontos szerepe lehet a rhizobium törzsek inaktivációjában. Fjodorov és Hlavackova (1956) szerint a növény előregedésével párhuzamosan csökken a gumókban élő baktériumok effektivitása. Míg az egyéves lucerna esetében 1 gumóra a vegetációs periódusban 1,3–1,5 mg asszimilált nitrogén jut, a második tenyészperiódusban csupán 0,3–0,5 mg nitrogén. Nutman (1946a., b) genetikai szemszögből közelítve meg a pillangós virágú növények és a rhizobiumok között fennálló bonyolult kölcsönviszonyt, megállapította, hogy az effektivitás nagy mértékben függ a gazdanövény azon géncsoportjaitól, amelyek hajlamosak a szimbiotikus nitrogénkötésre.

Széles körű kísérletek folytak az ineffektív szimbiózis okainak felderítésére. Inneffektív szimbiózison azt értjük, hogy a gümőképzés létrejön, azonban a megkötött nitrogén mennyisége igen kicsiny. Okai lehetnek genetikai effektusok, élettani sajátosságok mindkét szimbiotánál, olyan anyagok szintézise a növény által, amelyek gátolják a szimbiózist. Mavricsev és munkatársai (1980) hat különböző vöröshere fajtával, valamint 8 különböző *Rhizobium trifolii* törzsszel állítottak be kísérleteket. A 63 különböző kombinációban lefolytatott kísérlet eredményei azt mutatták, hogy az egyes rhizobiumtörzsek eltérő effektivitást tanúsítottak a különböző herefajtákkal szemben.

A rhizobium kutatásban az elmúlt évtized jelentős kutatási eredményeket hozott. Számos kérdést sikerült tisztázni a rhizobiumok fiziológiai és biokémiai sajátosságaival kapcsolatban. Sikerült kimutatni számos környezeti tényezőnek a hatását az oltás eredményességére. Ezek közül igen fontos szerepe van a talajban lévő növényi tápanyagoknak, elsősorban a nitrogénnek. A kutatók és a gyakorlati szakemberek körében már régóta ismert a talaj felvehető nitrogéntartalmának kedvezőtlen hatása a szimbiózis kialakulására, valamint a nitrogénkötés effektivitására. A talajba vitt nitrogén műtrágyák csökkentik a légköri nitrogén biológiai fixációját az alkalmazott dózissal arányosan. Számos szerző (Doroszinszkij 1970, Loginova 1979) kisadagú (20–30 kg/ha, nitrogénműtrágyázást javasol a növények kezdeti fejlődésének serkentésére, míg mások (Aliszova és munkatársai 1978, Karjagin és Tolsztenko 1970, Semahanova és Oljenyikov 1972) szükségtelennek tartják a nitrogénműtrágyák alkalmazását a pillangós növényeknél.

A nitrogénvegyületek gátló hatása a szimbiózis kialakulására a pillangós-rhizobium rendszerben több okkal magyarázható. Bisseling és munkatársai (1978) szerint a nitrogén műtrágya alkalmazása csökkenti a leghemoglobin mennyiségét a gümőben, míg Rigaud és Puppo (1977) szerint a nitrogénvegyületek alkalmazásának eredményeképpen a leghemoglobin inaktív oxidált formába megy át. Duke és Ham (1976) szerint az ásványi nitrogénvegyületek alkalmazása csökkentette a glutamátdehidrogenáz enzim aktivitását. A közvetlen hatáson kívül a nitrogénvegyületek közvetett hatást is kiválthatnak. Dazzo és Brill (1978) megfigyelései szerint az ásványi nitrogén jelenléte csökkenti a lektidek funkcióját, amelyek felelősek a gümőbaktériumok adszorpciójáért a gyökerek felületén. Vannak olyan megfigyelések is (Jankovleva 1975), amelyek szerint az ásványi nitrogén felvétele versengést vált ki a szénhidrát értékesítésben a növény és a baktériumok között. Az ásványi nitrogén serkenti az asszimiláták beépülését a növényi szövetekbe és csökkenti a gümőkbe jutó szénhidrátok mennyiségét. Ugyanakkor szerves-trágyák alkalmazása csökkenti az ásványi nitrogén-trágyáknak a nitrogénkötésre kifejtett kedvezőtlen hatását (Griswell et al. 1976). Papanicolaou és munkatársai (1977) szerint az ásványi nitrogén-trágyák a nitrogénkötésre akkor hatnak legkevésbé, ha azokat nem a növény fejlődésének kezdeti szakaszában, hanem virágzás előtt két héttel alkalmazzuk.

A szimbiózis kialakulásában a növény és a rhizobiumok között jelentős szerepük van a különböző környezeti tényezőknek. Ezek között fontos szerep illeti meg a talaj és az éghajlati körülményeket. Misusztyin és Bernard (1938) szerint a Szovjetunióban a savanyú talajokon a rhizobiumos oltóanyag jóval effektívebb, mint a neutrális viszonyok között, mivel az előbbi esetben a talajba kerülő baktériumok igen gyorsan elvesztik aktivitásukat. Hasonló következtetésekhez jutottak Spencer (1950), valamint Jenkins és munkatársai is (1954).

Az egyes talajtípusok, mint közismert, különböző geológiai, klimatikus és biológiai tényezők hatására jöttek létre, ezért nemcsak fizikai és kémiai összetételükben különböznek egymástól, de döntő befolyást gyakorolnak a bennük előforduló mikroszervezetekre is. A rhizobiumokkal folytatott kutatómunkának is a baktérium és a talaj kölcsönviszonyán kell alapulni. E két tényezőt nem szabad elszakítani egymástól. Ezért hatástalanok sok esetben azok a kísérletek, amikor a hazai viszonyoktól eltérő talajból kitevnyésztett, külföldről behozott törzsekkel, vagy éppen külföldi oltóanyaggal próbálják a növények oltását megoldani.

Az antropogén faktorok közül jelentős lehet a peszticidek hatása. Számos kísérleti adat ismeretes azzal kapcsolatban, hogy a peszticidek hatására megváltozik a gümők mennyisége, mérete, és elhelyezkedése a pillangós növények gyökérzetén. A pillangós-rhizobium szimbiózis rendszer érzékenysége a különböző peszticidekhez a növekedés kezdeti stádiumában a legnagyobb. Amakiri és Clifford (1978), Tu (1977), Paramenszkaja, (1980) vizsgálatai szerint a peszticidek toxikus hatása a szimbiotikus nitrogénkötésre jelentős mértékben függ azok lokalizálódásától és transzformációjától a pillangósok gyökérgümőiben. A peszticidek jelentős része – mutat rá a szerző – közvetlen hatást fejt ki a gümők nitrogénreduktáz rendszerére. A rhizobiumos oltás akkor eredményes, ha mind a baktérium, mind pedig a pillangós növény rendelkezik a szimbiózis kialakulásának feltételeivel. A szimbiotikus nitrogén fixáció egy igen bonyolult folyamat, amelyen belül egy egész sor kölcsönhatás érvényesül a növény és a szimbiota partner baktérium között. Ide tartozik a növényi szövetek infekciója, a nitrogénkötésre képes baktérium-alakok létrejötte, a leghemoglobin szintézise stb. A fentiekből következik, hogy csak akkor tudunk elérni eredményeket, ha mindkét partnernél vizsgáljuk a szimbiózis optimális kialakulásának feltételeit.

A rhizobium-pillangós szimbiózis kialakulásánál nagy jelentőségük van a genetikai kutatásoknak. Ezek egyik fő célkitűzése annak tisztázása, hogy a növény és a baktérium génkészletének melyik génei felelősek a nitrogénkötő komplexum különböző szakaszaiért és milyen módon fejtik ki szabályozó tevékenységüket ezek a gének.

A rhizobiumok genetikai vizsgálatainál a korábbi években a mutagenézis tanulmányozása volt előtérben. Számos szerzőnek sikerült kimutatni összefüggéseket a mutáció típusa és az effektív szimbiózis létrejötte között. Így pl. a *Rhizobium meliloti* auxoauto-trof mutánsai, amelyek nem képesek növekedni purin és pirimidin bázisok nélkül, nem effektívek. Ugyanakkor azok a mutánsok, amelyek növekedésükhöz glicin-aminosavat igényelnek effektív nitrogénkötőknek bizonyultak. Egyes vizsgálatok szerint (Fjodorov és Zareckaja 1978, Fjodorov és Butvina 1978) a tiaminnal szemben auxoautotrof mutánsok effektíven nitrogénkötőknek bizonyultak mint a kiindulási kultúra. Más szerzőknek (Malek és Kowalsky 1977) nem sikerült a különböző auxoantrof kultúrák között olyan mutánsokat kimutatni, amelyek fokozott nitrogénkötő aktivitással rendelkeztek. Nem világos még, hogy milyen molekuláris mechanizmusok felelősek a mutáció típusa és a nitrogénkötés effektivitása között. Az előző évtized közepéig azt tartották, hogy a rhizobium csak a pillangós növényvel szimbiózisban képes megkötni a légköri nitrogént. Ebből arra következtettek, hogy azok a gének, amelyek felelősek a nitrogénáz aktivitásáért (nif-gének) vagy azok közül egyesek a növény genomjában lokalizálódnak. Azonban 1975-ben számos olyan kutatási eredmény látott napvilágot (Keister 1975, Kurz és Lauer 1975, McComb és munkatársai 1975, Pagan és munkatársai 1975), amelyek azt bizonyították, hogy a rhizobium növény nélkül is képes nitrogént kötni. Ez egyértelmű bizonyítéka volt annak, hogy a nif-gének a baktérium genomjában lokalizálódnak.

A rhizobiumok nif-génjei valószínűleg hasonlóak vagy azonosak a szabadon élő nitrogénkötők génjeivel. A nitrogénkötő patogén *Klebsiella* baktériumból eddig 15 olyan gént sikerült elkülöníteni, amelyek a nitrogénáz rendszerhez tartoznak, vagy biztosítják annak funkcionálását (McNeil és munkatársai 1978). Ezek a gének helyettesíthetők szabadon élő nitrogénkötőknél a *Rhizobium* génuszhoz tartozó baktériumok megfelelő génjei-

vel a DNS transzformációjának segítségével. Így pl. az *Azotobacter vinelandii* nif-mutáns törzsének nitrogénáz aktivitását sikerült indukálni lassan növekvő rhizobiumokból kinyert NDS segítségével.

Nagy reményeket fűznek a szakemberek a rhizobiumok fajok közötti hibridek létrehozásához, génátvitel segítségével. Ilyen módon esetleg előállíthatók olyan baktériumok, amelyek alkalmasak a különböző pillangós növényfajok magvainak oltására.

Az effektív rhizobium-pillangós szimbiózis gazdasági haszna elsősorban az intenzív nitrogénfixációban nyilvánul meg, amely kedvezően befolyásolja a növény nitrogén táplálkozását. A legújabb vizsgálatok (Szmirnova és munkatársai, 1979) eredményei szerint a szimbiózisnak a pillangós növényre kifejtett kedvező hatása nem merül ki a nitrogéntáplálék biztosításában. Számos kísérleti adat ismeretes azzal kapcsolatban, hogy a gyökérgümőben élő rhizobiumok auxin és citokinin típusú vegyületeket szintetizálnak, amelyek mint növényfiziológiai regulátorok kedvezően befolyásolják a pillangós növény anyagcsere folyamatait. Más szerzők (Buziasvili 1969, 1970) vizsgálatai szerint az effektív rhizobium törzsek nagy mennyiségben állítanak elő különböző „B” csoportba tartozó vitaminokat, így riboflavint, tiamint, piridoxint, nikotinsavat és kobalamint. Ezek a vitaminok a gümő szövetein keresztül a növénybe jutnak és kedvezően befolyásolják a különböző fiziológiai folyamatokat.

Több szerző közölt kísérleti adatokat azzal kapcsolatban, hogy a rhizobiumos oltás kedvezően befolyásolja a pillangós növény immunológiai sajátosságait. A vizsgálatok szerint az olyan növény, amelynek a gyökérzetén effektív rhizobium szimbiózis jött létre, jóval ellenállóbb a különböző betegségekkel szemben, mint az olyan pillangós, amelyik nitrogénszükségletét a talajásványi nitrogén vegyületeiből szerzi be. A rhizobiumoknak ezt a kedvező hatását a szerzők jelentős része (Erdman és munkatársai 1957, Schwinghammer és Reinhardt 1963, Margo 1973) antibiotikus anyagok szintézisével magyarázza. Szamcevic és Szamszonova (1974) vizsgálatai szerint a rhizobiumok anyagcseretermékei között fungicid anyagok is vannak, amelyek visszaszorítják a különböző patogén *Fusarium* fajok, valamint a *Verticillium dahliae* növekedését. Hasonló megfigyelésekről számoltak be Antoun és szerzőtársai (1978) is.

Az utóbbi szerzők feltételezik, hogy a fitopatogén gombák a táplálékért folyó küzdelemben maradnak alul a gümőkben élő rhizobiumokkal szemben, ezért kiszorulnak a rhizoszférából.

A rhizobiumos oltóanyag a mezőgazdasági termelésben egyre inkább tért hódít a világ különböző országaiban. Hotyanovics és munkatársainak (1980) adatai szerint az Amerikai Egyesült Államokban és Ausztráliában a pillangós vetésterület 60%-án alkalmaznak rhizobiumos oltást. Egy hektárra szükséges oltóanyag másfél dollárba kerül, ugyanakkor a termésfokozás 50 dollár plusz bevételt eredményez. Angliában és Belgiumban gyakorlatilag az összes pillangós vetésterületen alkalmazzák a rhizobiumos oltást. Ugyancsak széles körben elterjedt a pillangósok rhizobiumos oltása Svédországban, Dániában, Hollandiában, Franciaországban, valamint az ázsiai, afrikai és latin-amerikai földrészek sok országában. Becslések szerint Svédországban a rhizobiumos oltás kb. 3–4 millió korona értékű többletermést eredményez, ugyanakkor a ké-

szítmények előállításának költsége ennek az összegnek 1–2%-át teszi ki. Szovjet adatok szerint (Csunderova és Kuprijanova 1976), az oltás hatására bekövetkező terméshozadék a legtöbb pillangós esetben 30–50 rubel értéket tesz ki hektáronként, azonban a szójánál a többlettermes értéke elérheti a 150–200 rubelt is.

A fentiekből is látható, hogy a rhizobiumos oltás igen gazdaságos, kis ráfordítást igénylő agrotechnikai eljárás, ezért egyre inkább tér hódít a Föld sok országában. Hotyanovics és munkatársai (1980) adatai szerint a világon jelenleg mintegy 60 rhizobium tartalmú oltóanyag készítményt állítanak elő. A rhizobiumos oltóanyag preparátumot három alapvető csoportra lehet elkülöníteni. Az egyik csoportot a rhizobiumok tiszta tenyészetek alkotják, amelyeket szilárd vagy folyékony tápközegeken állítanak elő, s közvetlenül alkalmazzák a magvak oltására. Ilyen készítményt alkalmazott Nobbe és Hiltner (1893) is. Évszázadunk első felében a világ sok országában az agaros készítmények domináltak. Előnye az agaros készítményeknek, hogy az oltóanyag könnyen és gyorsan előállítható, mivel az elfektetett Roux palackban lévő agar felületén a rhizobiumok gyorsan elszaporodnak. Azonban az ilyen készítmény hosszabb ideig nem tartható el aktivitásának jelentős csökkenése nélkül. Hátránya még, hogy vivőanyag hiányában nincs biztosítva megfelelő tömegű sejt tapadása a magfelülethez.

A fentiekből kiindulva a legtöbb országban ma már vivőanyagot is tartalmazó készítményeket hoz forgalomba a kereskedelem. Vivőanyagként szolgálhat finomra őrölt, majd sterilizált neutrális kémhatású tőzgepor, kaolinit vagy más agyagásvány, barnaszénpor, humuszos talaj stb. A rhizobiumok elszaporítása folyékony táptalajokon fermentorban történik, majd ezt követően steril körülmények között összekeverik a tenyészetet az előzőleg sterilizált adszorbenssel. A felsorolt adszorbensek közül általában a tőzgepor terjedt el, amely leginkább alkalmas oltóanyag készítésére. A tőzeget előzőleg kiszárítják, majd 75–200 mikron szemcse nagyságra megőrlik. Egyes szerzők véleménye szerint a tőzeg sterilizése el is maradhat, bár a többség ezt a műveletet a technológia szerves részének tartja. A Szovjetunióban a leningrádi Mezőgazdasági Mikrobiológiai Kutató Intézetben kidolgozott technológia szerint a 30–35% nedvességtartalmú tőzeget 1–5 ha-ra elegendő dózisokban polietilén zacskókba szétmérlik, a zacskókat leforrasztják, majd gamma besugárással sterilizálják. A hővel történő sterilizés ugyanis rontja a tőzeg minőségét és toxikus anyagok felhalmozódásához vezet. A zacskókba injekciós tűvel viszik be a rhizobiumokat olyan mennyiségben, hogy 1 g készítmény 1–2 milliárd sejtet tartalmazzon. Az oltás hatására a tőzeg nedvességtartalma 50–60%-ra emelkedik. A gyorsan szaporodó rhizobiumfajoknál a tőzeget 6% melasszal gazdagítják, míg a lassan szaporodó fajoknál csak 3% melaszt adnak a tőzeghez. Az ilyen készítményeknél az oltást követően a baktériumok intenzív szaporodásnak indulnak s a titerszám rövid időn belül eléri az 5–6 milliárd sejtet 1 g tőzegről számítva (Hotyanovics és munkatársai 1980). A tőzeget oltóanyag megfelelő körülmények között tárolva hónapokon át eltartható a titerszám lényeges csökkenése nélkül.

Az oltóanyagok harmadik csoportját a rhizobiumok kiszárított sejtjeiből előállított oltóanyag alkotja. Elkészítésének kezdeti stádiuma megegyezik az előzőekkel, azaz a baktériumokat fermentorban elszaporítják, majd a biomasszákat elválasztják a fermentálótól és kiszárítják. Az így nyert száraz biomasszákat különböző vivőanyagokkal (kemé-

nyító, kaolin stb.) összekeverik, csomagolják, s ilyen formában kerül a kereskedelembé. A külföldi és a hazai vizsgálatok egyértelműen tanúsítják, hogy az így készített oltóanyag csak elkészítése után közvetlenül ad jó eredményeket, azonban nem tartható el s már 1–2 hét múltán is ugrásszerűen esik a titerszám.

Igen fontos jelentősége van az oltóanyagkészítésnél a tápoldat összetételének. Az ipari fermentorokban szintetikus táptalajokat nem alkalmaznak, mivel a különböző extraktumok optimális növekedési feltételeket biztosítanak és gazdaságosak is. A Szovjetunióban szaharózt, glukózt és melaszt használnak fel energiaforrásként, Indiában melaszt és malátakivonatot, Lengyelországban a 40% glukóztartalmú burgonya szirupot alkalmazták, Japánban pedig az édesburgonya (batáta) feldolgozás melléktermékeit szabadalmaztatták. Magyarországon a rhizobiumos oltásnak nagy hagyományai vannak. Az első ilyen jellegű kísérletek Kerpely Kálmán (1896) nevéhez fűződtek, akik Hiltner nitraginjával állított be szabadföldi kísérleteket világviszonylatban is elsők között. Két évvel később Somsich (1898) folytatott szabadföldi kísérleteket ugyancsak Hiltner-től kapott nitragin készítménnyel. Ezt követően Herke Sándor (1913) állított be rhizobium és azotobacter készítményekkel szabadföldi kísérleteket és megállapította, hogy azok fokozták a növények terméshozamait. Lelkes propagálója volt a pillangósok rhizobiumos oltásának Kreybig (1928) is, aki 1925-ben Cserhátsurányban talajbiológiai laboratóriumot hozott létre, s ott többek között a rhizobiumos oltás kérdéseit vizsgálta. A negyvenes évektől kezdve egészen az elmúlt évtized kezdetéig Kerpely Antal volt a rhizobium kutatások egyik legjelentősebb magyarországi képviselője. Megjelent publikációiban, amelyek részben egyedül (Kerpely 1941, 1964, 1982) részben pedig munkatársaival (Kerpely, Manninger, Zámory 1957, Kerpely, Zámory, Manninger 1963) tette közzé, kimutatta, hogy az oltás hazai körülmények között mintegy 10–20% termésnövekedést eredményez a pillangósoknál. Az ország különböző éghajlati és talajviszonyai között beállított nagyszámú szabadföldi kísérleteinek több mint 70%-a zárult pozitív eredménnyel.

A rhizobium készítmények gyakorlati alkalmazásával kapcsolatban jelentős eredményeket értek el hazai körülmények között Bakondi–Zámory és munkatársai, (1977), Manninger (1963), Soós (1977) Soós és Kónya (1977), Kecskés (1977) és mások.

Nem tekintve azt a hatalmas kísérleti anyagot, amely a rhizobium kutatással kapcsolatban felhalmozódott a nemzetközi irodalomban, az előttünk álló tennivalók e vonatkozásában jelentősek. Befejezésül idézünk Kreybig (1928) „A talaj élete trágyázása és javítása biológiai szempontból” c. könyvéből, mivel az abban foglaltak sohasem voltak aktuálisabbak mint napjainkban, nem csupán a rhizobium kutatásra vonatkozóan, hanem szélesebb értelemben is.

„Feltétlenül fennáll, hogy az oltás kérdésében még nagyon sok tennivaló van hátra, de a kutatásra anyagot csakis megfelelő vizsgálatokkal egybekötött gyakorlati kísérletekből és megfigyelésekből nyerhetünk. Ezeknek a kísérleteknek egy helyen való eszközölése semmi esetre sem vezethet célhoz, mert csak akkor nyerhetünk betekintést, ha azokat a legkülönbözőbb talajnemen és viszonyok között folytatjuk. Ha tehát valaki egy vagy több helyen nyert negatív eredmények alapján megfelelő tudományos bakteriológiai és biológiai vizsgálatok nélkül a kérdést mintegy sutba dobja és azok alapján általános ítéletet enged meg magának, úgy ez nem nevezhető szakszerűségnek. Eredményeket és haladást csak akkor biztosíthatunk, ha hosszú éveken esetleg évtizedeken

keresztül, megfelelő szakképzettséggel irányított kísérletek alapján végzünk kutatásokat, amint az a pillangósoknál eddig is nagy hasznokat biztosító felfedezésekhez vezetett”

IRODALOM

- Albertstein, P. et. al.: *J. Supramol.* 6. (4) 599. (1977)
- Aliszova, S. M., et. al.: *Trudü VNIISZHM Leningrád* 47, 31. (1978)
- Allen, O. N., Baldwin, I. L.: *Wisconsin Agric. Exp. Sta. Bull.* 106, 56. (1931)
- Amakiri, M. A., Clifford, T. I.: *Pesticid Sci.* 9, (1) 51. (1978)
- Antoun, H. et. al.: *Can. J. Plant Sci.* 58, 75. (1978)
- Bakondi-Zámory, É. et. al.: In: *Soil Biology and conservation of the biosphere. Budapest* p. 95. (1977)
- Bhuvanewari, T. V., et. al.: *Plant Physiol* 60, 486. (1977)
- Bisseling, T., et. al.: *Biochem. et Biophys. acta* 539, 1. (1978)
- Boddey, R., Döbereiner, J.: *Associations of Azospirillum and other diazotrophs with tropical Gramivieal. In: Symmpiosa papers I. 12th Int. Congr. Soil Sci. New-Delhi* p. 28. (1982)
- Bohloul, B. B., Smith, E. L.: *Science.* 185, (4147), 269. (1974)
- Bond, J.: In: *Symp. Soc. Exp. Biol.* 13, 59. (1959)
- Bordeleau, E. M., Antou, H.: *Can. Plant Sci.* 57, 1071 (1977)
- Buziasvili, D. M.: *Bull. VNIISZHM, Leningrád,* 14, (2) 27. (1969)
- Buziasvili, D. M.: *Bull. VNIISZHM, Leningrád,* 14, (3) 99. (1970)
- Chem, H., Thornton, N.: *Proc. Roy. Soc. London,* 12, 208. (1940)
- Csunderova, A. I.: *O vzaimootnosenyijah klubenykovih bakterij sz rasztyenijem-hozjai-nom perszpektivah povüsenija efektyvnosztyi szimbioza. In: Tr. Vseszojuzn. Naucsno-izsl. Inszt. Sz/h. Mikrobiol:* 50, 5. (1980)
- Dazzo, F. B., Brill, W.: *Plant Physiol.* 62, 18. (1978)
- Dhar, N. R.: *J. Indian Soc. Soil Sci.* 10, 75. (1962)
- Döbereiner, J.: *Ztbl. Bakt. II.* 124, 224. (1970)
- Döbereiner, J., Day, J. M.: In: *Proc. 1th Symp. on nitrogen fixation. Washington State Univ. Press. Washington.* p. 518. (1976)
- Doroszińskij, L. M.: *Klubenykovüe baktérii i nitragin, Kolosz, Moszkva.* (1970)
- Dudman, N. F.: *Appl. Microbiol.* 21, 973. (1971)
- Dukes, S., Ham, G.: *Plant Cell Physiol.* 17, 1037. (1976)
- Elkan, G. H.: *Plant and Soil Spec. Vol.* 85. (1971)
- Erdman, L. W.: *World March* 10. (1961)
- Erdman, L., et. al.: *Agron. J.* 49, 267. (1957)
- Fjodorov, M. V.: *Biologicseszka fixacija azota atmosferü Szeljhozgiz, Moszkva.* (1952)
- Fjodorov, M. V., Hlávackova, E.: *Izv. TSZHA,* (1) 61. (1956)
- Fjodorov, S. N., Butvina, O. J.: In: *Mikrobiologicseszkie precesszü v pocsvah i uroszaj-noszty sz/h. kultur. p.* 357. Vilnus. (1978)
- Fjodorov, S. N., Zareckaja, A. N.: *Mikrobiol.* 47, 728. (1978)
- Franco, A. A., et al.: *Pesciza agropecuer brasil. Ser. Zootehn.* 8, (2). 13. (1973)
- Griswell, J. G. et. al.: *Corp Sci.* 16, 400 (1976)

- Hamatova, E.: *Ved, Prace Vyzk. Ust. Rostl. Vyr. CSAZV. 8, 155. (1964)*
- Hellriegel, H., Wilfarth, H.: *Z. Ver. Rübenzucker Ind. Dtsch. Reich. 38, 234. (1888)*
- Herke, S.: *Kísérletügyi Közlemények, 16, 312. (1913)*
- Hiltner, R., Strömer, K.: *Arb. K. Gesundheitsamt. Biol. Abt. (3) 151. (1903)*
- Horváth, J.: *Mikrobiologia, Mezőgazd. Kiadó, Budapest. (1962)*
- Hotyjanovics, A. V. et al.: *Proizvodstvo torfjannüh preparatov klubenykovüh bakterij. In: Trudü VNIISZHM. Leningrád. p. 30. (1980)*
- Izrailszkij, V. P., Aztyemejeva, Z.: *Tr. VIUA. 2, (5). (1937)*
- Jacob, A.: *Der Boden. Akad. Verl. Berlin (1953)*
- Jakovleva, Z. M.: *Bakteriodü klubenykovüh bakterij. Sz. O. AN SSSR, Novoszibirsz. (1975)*
- Jenkins, H., et al.: *Austr. J. Agric. Res. 5, 77. (1954)*
- Jensen, B et al.: *Arch. Mikrobiol. 36, 182. (1966)*
- Jordan, D. C.: *Canad. J. Bot. 30, 125. (1952)*
- Kalmins, A. D.: *In: Rol mikroorganizmov vpitanyii rasztyenij i povüsenyie efektyivnoszty udobrenyij. Zinatne, Riga (1965)*
- Kalnius, A. A., Leimane, I. I.: *In: Miuroorganizmü i rasztyenija (4) Zinatne, Riga. (1970)*
- Karjagin, J. G., Tolsztenko, L. A.: *Trudü Kaz. NIIZR. 9–10, 257. (Alma-Ata) (1970)*
- Kecskés, M.: *Xenogén anyagok mikroorganizmusok és magasabbrendű növények közötti kölcsönhatások talajbiológiai értékelése. Doktori értekezés, Budapest. (1976)*
- Keilin, D., Wnag, I. L.: *Nature 155, 227. (1945)*
- Keilin, D., Smith, J. D.: *Nature 159, 692, (1946)*
- Keister, D.: *J. Bact. 123, 1265. (1975)*
- Kerpely, A.: *Kisalföldi gazda, 13. (1941)*
- Kerpely, A.: *Mosonmagyaróvári Mezőgazd. Kísérleti Intézet Évkönyve 49. (1942)*
- Kerpely, A.: *In: Mezőgazdák talajismereti és trágyázási útmutatója. 2. kiad. Mezőgazd. Kiadó, Budapest. (1964)*
- Kerpely, A., et al.: *OMI Évkönyve 1954–1955. (3) p. 148. (1957)*
- Kerpely, A., et al.: *Nature, 198, 1219. (1963)*
- Kerpely, K.: *Köztelek 6, 1839 (1896)*
- Klęczkowska, J.: *J. Gen. Microbiol. 4, 298. (1950)*
- Kozák, M., Mészáros, E.: *Agrokémia és Talajtan 20, 329–352. (1971)*
- Kolar, G., Greenland, P.: *Austr. J. Sci. 23, 290. (1961)*
- Kreybig, L.: *A talaj élete, javítása és trágyázása biológiai szempontból. Egyetemi Nyomda, Budapest (1928)*
- Kraszilnyikov, N. A.: *Novüj vid geteroautotrofnüh azotfixatorov. In: Rep. Naucsno-isszled rabot. AN SSSR, Moszkva. (1947)*
- Krúlova L. N., Novikova, A. T.: *Mikrobiol. 45, 704. (1976)*
- Kurz, W., Saure, T.: *Nature, 256, 407. (1975)*
- Lahiri K. K.: *Proc. Indian Nat. Sci. Acad. B 40, (6) 713. (1974)*
- Larson, R. I. Neal, J. L.: *In: Environmental role of nitrogenfixing blue-green algae and asymbiotic bacteria. Bull. Ecol. Stockholm p. 311. (1978)*
- Loginova, T. K.: *Szelszkoe hozjajsztvo za rubezsom 3, 17. (1979)*
- Longey, B. I., et al.: *J. Bact. 33, 29. (1937)*
- Lyon T. L., Bizell, J. A.: *J. Amer. Soc. Agron. 26, 651. (1934)*
- Malek, W., Kowalsky, M.: *Acta Microbiol. Pol. 26, 345. (1977)*

- Manninger E.: *Tanulmányok a rhizobiumok biológiájának köréből. Kand. értekezés Budapest. (1963)*
- Margo, A. A.: In: *Mikrobnöve metabolitü i ih iszpolzovanyije szelszkom mozjajsztve, Kolosz, Moszkva, p. 30. (1973)*
- Mavricsev, P. I., Szmirnova, T. V.: *Bjull.-V. NIISZHM Leningrád 18, (2) 15. (1978)*
- Mavricsev, P. I., et al.: *Bull. VNIISZHM. Leningrád. (1980)*
- McClung, C. R. Patriquin D. G.: *Can. J. Microbiol. 26, 881 (1980)*
- McComb, J., et al.: *Nature, 256, 409. (1975)*
- McNeil, T., et al.: *J. Bact. 136, 253. (1978)*
- Migahid A. M., et. al.: *Plant and Soil 11, 139. (1959)*
- Misusztyin, E. N.: *Biologicszeszkij azot v szelszkom hozjajsztve i iszpolzavanyije bakterial-nüh udobrenyij: In: Bakterialnöve udobrenyija, Kolosz, Moszkva. (1964)*
- Misusztyin, E. N., Bernard, V. V.: *Himizacija szelszkoö zemlegyelija 1(11) 110. (1938)*
- Mothes, K., Pietz, J.: *Zbl. Bakt. II. 99, (1938)*
- Nita, L.: *Agrokémia és Talajtan 12, 647. (1963)*
- Nita, L.: *Agrokémia és Talajtan, 12, 655. (1963)*
- Noble, F., Hiltner, L.: *Landw. Vers. Sta. 42, 259. (1893)*
- Nutman, P. S.: *Nature 157, 463. (1946)*
- Nutman, P. S.: *J. Bact. 51, 411. (1946)*
- Pagan, J. D., et al.: *Nature 256, 406. (1975)*
- Papanicolaor, E. P. et al.: *Agrochimica, 21, 398. (1977)*
- Paramenszkaja, L. N.: *Vlijanyije peszticidov na szimbioticseszkie vzaimootnosenyija Rhizobium sz bohreümi rasztenyijami In: Trudü VNIISZHM Leningrád 50, 97. (1980)*
- Prjanyisnyikov, D. I.: *Azot v zsznyij rasztenyij i v zemlegyelij Szeljhözgiz, Moszkva. (1945)*
- Rabotnova, I. L.: *Mikrobiol. 10, 526. (1941)*
- Rensburg, Vn, H., Strijdom, B. W.: *Phytophylactica 1, (4) 201. (1969)*
- Rigaud, J., Puppo, A.: *Biochem.-et Biophys. Acta 497, 702. (1977)*
- Rippel. — Baldes, A.: *Der Grundniss der Mikrobiologie. Springer, Berlin. (1952)*
- Schwinghammer, E. R., Reinhardt, D. Y.: *Austr. J. Biol. Sci. 16, 593. (1963)*
- Semahanova, N. M., Olajnyikov, P. P.: *Mikrobiol. 41, 256. (1972)*
- Somsich, B.: *Kísérletügy Közlemények, 1, 290. (1898)*
- Soós, T.: In: *Soil biology and conservation of the biosphere. Budapest p. 181. (1977)*
- Soós, T., Kónya, K. In: *Soil biology an conservation of the biosphere, Budapest p. 213. (1977)*
- Spencer de D.: *Austr. J. Agric. Res. 1, 374. (1950)*
- Süchting, H.: *Zbl. Bakt. II. 11, 377. (1904)*
- Szamcevic, S. A., Szamszonova, A. S.: *Izv. AN Bel. SSR szer. biol. (1), 48. (1974)*
- Szmirnova, T. V., et al.: *Trudü VNIISZHM. Leningrád (1979)*
- Thornton, H. G.: *Agric. Progr. 24, 102. (1949)*
- Tu, C. M.: *Bull. Environ, Contram. and Toxicol. 18, 190. (1977)*
- Virtonen, A. I., et al.: *Souim. Kemistilehti 223, 23. (1949)*
- Watanable, I., Barraguis, W. L.: *Nature, 277, 565. (1979)*
- Winogradsky S.: *C. R. Acad. Sci: Trance. 116, 1385. (1893)*
- Wünschik, H.: *Zbl. Bakt. II. 64, 395. (1925)*

DRÉNC S Ő

A Borsodi Vegyi Kombinát évente 6000 hektár terület vízmentesítéséhez gyárt PVC dréncsövet 50, 65, 80, 100, 125 és 200 mm átmérővel.

Vizenyős, pangóvízes területek javításának, vízrendezésének legbiztosabb módszere a drénezés.



Gyártja: a Borsodi Vegyi Kombinát Szekszárdi Gyáregysége.
Forgalomba hozzák: METALLOGLOBUS és VIGESZ.

Felvilágosításért forduljon Agrokémiai Osztályunkhoz.



VII. FEJEZET

RONCSOLT TALAJFELSZÍN REKULTIVÁCIÓJÁNAK TALAJBIOLÓGIAI KÉRDÉSEI

A különböző természeti tényezők, valamint az emberi behatások következtében a földfelszín talaj- és növénytakarója állandóan csökken. Ennek a rendkívül káros folyamatnak a korlátozása mind gazdaságpolitikai, mind pedig társadalmi érdek, amelyben fontos szerep jut egyrészt az ipari és a mezőgazdasági termelés tervezésével és irányításával foglalkozó szakembereknek, másrészt pedig a tudományos kutatómunkának is.

A rekultivációt, amelyen a természet és az ember által károsított földfelszín helyreállítását értik, ökológiai aspektusból megközelítve úgy kell tekinteni, mint a bioszféra elemi funkcionális egységét képező ökoszisztéma regenerálását (Glazovszkaja 1972). Az ökoszisztémakutatás interdiszciplináris feladat, amelyben a legkülönbözőbb tudományterületek (minerológia, hidrológia, klimatológia, botanika, zoológia, mikrobiológia, talajtan, erdészet, agronómia stb.) képviselői vesznek részt. Ökológiai értelemben a rekultiváció fogalma félreértésre adhat alkalmat, ezért véleményünk szerint célszerűbb tágabb és szűkebb értelemben vett rekultivációról beszélni. Az előbbi fogalomba beleértendő a természeti tényezők (víz és szélerozió) által kiválasztott talajkárosodások helyreállítása. Így Barner (1978) a karsztfelületek, a homokdünék és a leromlott, kedvezőtlen tulajdonságú talajok meliorációját is a rekultivációhoz sorolja. Szűkebb értelemben rekultiváción értjük az ipari tevékenység következtében roncsolódott földfelszín regenerálását. A természeti tényezők által okozott kártételek általában hosszabb történelmi periódus alatt jönnek létre, míg az ipari tevékenység környezetkárosító hatása, elsősorban napjainknak, a tudományos technikai forradalomnak a problémája. Elég hivatkozni Hazanov (1975) adataira, amelyek szerint jelenleg mintegy 1600 milliárd m^3 hányóföld halmozódott fel Földünk felületén és évente mintegy 40 milliárd m^3 -rel növekszik. Ha ehhez összehasonlításul az elfolyó vizek által megmozgatott földmennyiséget, azaz az eróziós kártételeket viszonyítjuk, amelyet évente 13–20 milliárd m^3 -re becsülnek, akkor bátran levonhatjuk azt a következtetést, hogy az ipari tevékenység földfelszín formáló hatása egy sorba állítható az alapvető geológiai folyamatokkal: a mállással, denudációval és az akkumulációval.

A tudományos technikai forradalom robbanásszerűen megnövelte a bányászati ipar műszaki színvonalát. Az elmúlt évtizedekben rohamos mértékben terjedt el a külfejtéses bányászat, mivel lehetővé vált a — sokszor 200–300 m vastagságot is elérő — fedőkőzet

réteg gazdaságos letermelése a bányakincs felszínéről. A külfejtéses bányászati technológia környezetromboló hatása összehasonlíthatatlanul nagyobb, mint a mélyműveléses bányászaté, mivel a bányakincs felületéről letermelt óriási tömegű fedőkőzetet a bányagödör körüli területen helyezik el, sokszor 40–60 m magas földhegyeket képezve.

A bányászati ipar nagyfokú környezetkárosítása azzal magyarázható, hogy évszázadokon keresztül az ember gyakorlatilag semmit sem tett a bányából kikerülő hányók újrahazshosítása érdekében. A végnélküli hányóhegyek létrejötte súlyos természeti károsodásoknak lett a forrása, ami fokozódó társadalmi ellenállást váltott ki. Ez vezetett az egyes országok törvényhozó testületeinek beavatkozásához és a bányatörvények megalkotásához. Az érvényben lévő bányatörvények országonként különböznek egymástól, a helyi viszonyok figyelembevételével, közös vonásuk azonban, hogy konkrét utasításokat tartalmaznak a hányóföldek növényi vegetációval való befedését illetően.

Magyarországon az ipari tevékenység által tönkretett talajfelszín, amely rekultiválásra vár, mintegy 100 000 ha-t tesz ki (Szegei és munkatársai 1980).

Glazovszkaja (1972) szerint a technogén területek rekultivációjának gyorsasága és eredményessége az alábbi három tényezőtől függ elsősorban:

a) A kémiai átalakulások gyorsaságától az adott természeti körülmények között, amelyet a beáramló energia nagysága határoz meg.

b) Azoknak a kémiai átalakulásoknak a jellegétől, amelyek kapcsolatban vannak a dekompozíció, a hidrolízis, az oxidáció, a redukció és a szerves anyag bomlás folyamataival.

c) A technogenezis produktumainak eltávolítási, semlegesítési lehetőségeitől.

Mind a biológiai rekultiváció, mind pedig az annak szerves részét képező talajgenézis a technogén területek felszínén gyakorlatilag a nulláról indul, amennyiben a területfelszín nem kap humuszos feltalaj takarást. Ez az utóbbi módszer azonban rendkívül költségigényes, s a mai energiaszegény világban csak ott alkalmazzák, ahol más módszerrel nem tudnak célt érni. A technogén területek talajképződési folyamatai eltérnek a hosszú történelmi fejlődésen átment természetes talajképződési folyamatoktól, s azoknál jóval gyorsabbak.

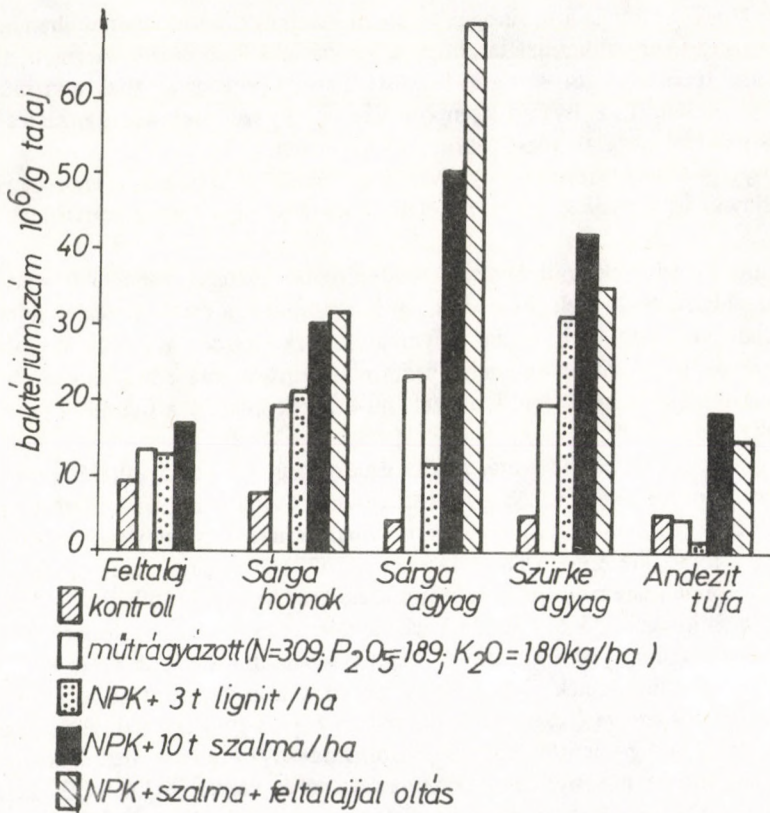
Az élő természetben az összes regenerációs folyamatok jóval intenzívebben mennek végbe, mint a stabil, klimax állapotban lévő rendszerek történései. Ebből következik, hogy a technogén talajképződés jóval gyorsabb a természetes talajképződési folyamatoknál. A közöttük lévő különbséget két alapvető tényező határozza meg (Szegei 1979);

a) a technogén területeket körülvevő biológiai környezet hatása;

b) az intenzív emberi behatás.

A roncsolt területeket körülvevő természetes környezet hatása az előbbiekre igen számottevő. Ezzel magyarázható, hogy a környező területek növény- és állatvilága viszonylag gyorsan benépesíti a kezdetben sterilnek tekintett felszínt. Sajátos példáját adják a fentieknek azok a megfigyelések (Farb 1971), amelyek szerint egy vulkáni ki-

törés eredményeképpen létrejött lávasziget felszínét, amelyet minden oldalról tenger határolt, keletkezésétől számított 50 év elteltével őserdő borított, s a zoológus által számbavett mezo- és mikrofauna mintegy 1200 fajból tevődött össze. A kutatások egyértelműen bizonyítják, hogy a technogén területek mikrobiális közösségeinek létrejöttében a környező bolygatatlan területek meghatározó szerepet visznek (Taranov és munkatársai 1974, 1979, Szabó és Gordienko 1974, Nagyné 1978). Nagyné vizsgálatait bizonyítják, hogy a különböző geológiai szintekből származó hányóföldekben egyéves rekultiváció után a mikróbaszám a kísérlet egyes kezeléseiben nem csupán elérte, de túl is haladta a bolygatatlan feltalaj mikróbaszám értékeit (52. ábra). Hasonló megfigyeléseket végzett Kaszab (1976) botanikai, valamint Jászainé és munkatársai (1976) entomológiai vonatkozásban. Taranov (1979) és szibériai technogén területek fitocönózisainak regenerációját, szukcesszióját és biomasza produkcióját vizsgálta, s összevetette a nyert adatokat a talajgenézis adataival.



52. ábra: A baktérium mennyisége a különböző visontal hányóföldtípusokban, egyéves rekultiváció után

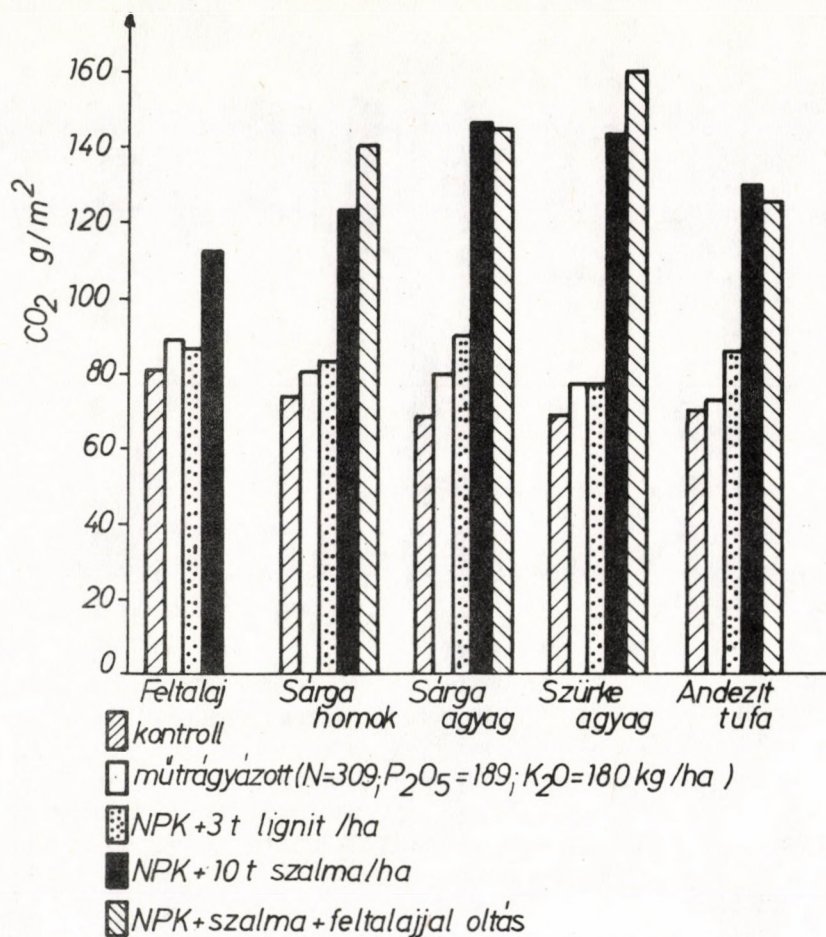
A vizsgálatok adataiból egyértelműen következik, hogy a regeneráció alatt álló technogén területek élővilága mind mennyiségi, mind minőségi összetételét tekintve eltér a környező bolygatatlan területek élővilágától. A kezdeti időben viszonylag kevés faj magas egyedszáma a jellemző majd a későbbiekben a faji spektrum szélesedik, amely egyes esetekben együtt jár az egyedszám csökkenésével. Valószínű, hogy ezeket a folyamatokat a konkurenciaviszonyok határolják be. A biológiai folyamatok intenzitása, amely az anyag- és energiaáramlást meghatározza, az adott ökológiai feltételektől (csapadék és hőmérsékleti viszonyok, talavíz viszonyok, rH és pH viszonyok, a vízoldható sók viszonyai stb.) függ. Mivel ilyen szempontból a technogén területek különböznek a környező bolygatatlan területektől, az élővilág összetételében ezek az eltérések tükröződnek. Feltételezhetően idővel a rekultivációs ökoszisztémák fokozatosan stabilizálódnak, az anyag és energiaáramlás fokozatosan kiegyenlítődik. A biológiai rekultiváció alapvető feladata stabil állapot elérése a technogén területek fejlődésében (Trofimov és munkatársai 1979).

Az antropogén befolyás a technogén területek talajképződési folyamataiban nem kevésbé fontos tényező. Az ember azáltal, hogy a bányakincs fedőrétegét letermeli, áthelyezi, jelentős lazító tevékenységet végez. A lazított hányóban megváltoznak a vízmozgás feltételei, amely elősegíti az ásványi komponensek áthelyeződését, a kilúgozás és a felhalmozás zónáinak kialakulását, végső fokon a talajgenézist.

A növényi gyökérzet részére is kedvezőbbé válnak a feltételek a lazított rétegben. Jelentősen javulnak a talajképződés feltételei a növényi tápanyagok bevitelének eredményeképpen.

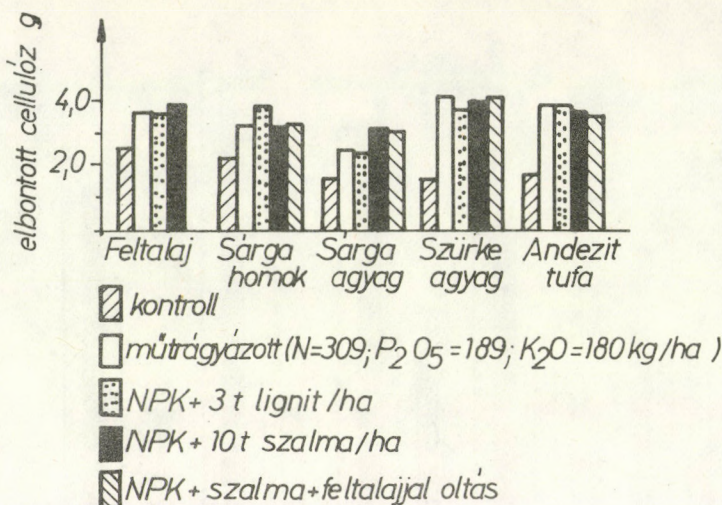
A technogén területek műtrágyázási rendszerének kidolgozásánál a növények optimális tápanyagigényének kielégítése csak egyik szempont, a másik a talajevolúció folyamatainak meggyorsítása, a biológiai folyamatok serkentésén keresztül. A talajgenézis egyik legfontosabb tényezője az energiabeáramlás szintje, azaz a talajba kerülő növényi anyagok mennyiségi és minőségi viszonyai, mivel ezek képezik a humusz-szintézis alapvető forrását.

A talajtani szakemberek előtt már régóta ismert, hogy az évelő fűfélék rendelkeznek ebből a szempontból legkedvezőbb sajátosságokkal (Viljamsz 1950). Bojtos gyökértükkel átszövik a talajt és nagytömegű szerves maradványt hagynak vissza. A fűfélék által képzett gyökértömeg Jeterovszkaja és Ugarova (1979) vizsgálatai szerint egyes esetekben eléri a 15 tonna szárazanyagot 1 hektárra számítva. Az évelő fűféléknek ezt a kedvező sajátosságát már hosszú idő óta alkalmazzák a talajtermékenység regenerálására, mivel jelentős humuszgazdagodást eredményez. Saját vizsgálataink (Oláh és Szegi 1979) szerint hasonló hatású a gabonafélék (búza, rozs) monokultúrás természetése is a rekultiváció során. Ezek ugyanis az évelő fűfélékhez hasonlóan bojtos gyökérzettel rendelkeznek, betakarításuk során pedig jelentős tömegű tarlómaradványt hagynak vissza, amely ugyancsak a talajba kerül. A növényi anyagok elbontása során végtermékként CO_2 keletkezik, amelynek a szerepe igen nagy a kémiai mállás folyamatainál. Nagyné (1978) vizsgálatai szerint a CO_2 termelés műtrágyázásos körülmények között 100–150 g-ot is elérhet 1 m^2 -en 14 napos mérési idő alatt (53. ábra). A CO_2 , mint ismeretes, a talajnedvességben feloldódik, s elősegíti a mállást, valamint a kationcserélődést, amelynek a különböző elemek migrációjánál van alapvető szerepe.



53. ábra: A visontai hányók talajának CO₂-produkciója 14 napos időszak alatt

A talajképződés folyamatai a rekultiváció első szakaszában közönséges taljanalitikai módszerekkel nehezen követhetők nyomon – mutatnak rá Trofimov és munkatársai (1979). A talajprofil differenciálódása ebben az időben még igen kezdetleges és mozaikos jellegű. Ebben a stádiumban elsősorban a talajbiológiai és a biokémiai vizsgálatok eredményei (mikróbaszám, CO₂-termelés, enzimaktivitás, cellulózbontás) adnak értékes tájékoztatást a talajgenézisről. Különösen célravezető megoldásnak tartjuk a talajba függőlegesen lehelyezett lenvászonszék módszert, amely a profil különböző mélységeinek talajbiológiai folyamatait mutatja. Az 54. ábrában bemutatjuk a különböző visontai hányóföldtípusok cellulózbontó aktivitását.



54. ábra: A visontai hányóföldtípusok cellulózbontó aktivitása az 1976–77. években

A genézis második és harmadik fázisában már megtalálhatók a talajképződés, jellegzetes mutatói, különösképpen a humuszfelhalmozódás. A képződő humusz mennyiségi és minőségi összetétele, a humuszhorizont vastagsága a talajprofilban a talajgenézis szintjének egyik fontos mutatója. A humifikációs folyamatok megismerése a technogén területeken a talajgenézissel és talajevolúcióval kapcsolatos ismereteinket jelentős mértékben fejlesztheti tovább, ezért e kérdéssel számos kutató foglalkozott. Trofimov és Fatkulin (1977) a szibériai technogén területek humuszanyagának kémiai tulajdonságait vizsgálva, azt találta, hogy azt jellemzi a tágabb C:N arány, a fulvósavfrakció viszonylag nagy aránya, valamint a humusz makromolekula alacsony kondenzáltsági foka. A talajfejlődés előrehaladtával a szabad huminsavak mennyisége csökken, s növekszik a Ca^{++} -al reakcióba lépett humát mennyisége. Komisszarov és munkatársai (1979), akik a Kuznyeck-medence technogén területein végbemenő humifikációt vizsgálták, ugyancsak megállapították, hogy a technogén humusz molekulá felépítése jóval egyszerűbb, mint a természetes bolygatatlan területek humuszáé. Megállapították továbbá, hogy a technogén humusz molekulában nagyobb a periférikus oldalláncok száma, ugyanakkor kisebb a kaboxilgyökök mennyisége mint az előbbiben.

A humusz szint vastagságát lényeges mértékben befolyásolják a hányóföldök fizikai és kémiai sajátosságai, valamint az éghajlati körülmények. Szovjet adatok szerint (Taranov 1977, Taranov és munkatársai 1979, Nakarjanov és Trofimov 1979) a szibériai technogén területeken a talajprofil humusz szintjének mélysége 3–6 cm-t ért el 10–20 éves időtáram alatt. Ugyanakkor Jonás (1973) Csehszlovákiában a 0–30 cm-es rétegben 1961–1968 között évi 0,033%-os humuszgyarapodást mutatott ki.

Olyan körülmények között, amikor a hányóföldek jelentős mennyiségű agyagásványt tartalmaznak, a humifikáció és a humuszfelhalmozódás jóval intenzívebb, mint a laza homokból álló hányóföldek esetében. Az utóbbi körülmények között ugyanis a humifikációs produktumok rendszeresen kimosódnak, így a humuszos szint igen lassan jön létre. A fentiek alapján teljesen megalapozott Bekarevicsnek és munkatársainak (1973) azon megállapítása, hogy a technogén területek talajképződési folyamatainak prognosztizálásához elengedhetetlenül szükséges az agyagásványok megismerése.

A toxikus vegyületek előfordulása a hányóföldekben gátolja a rekultivációt, mivel megnehezíti a növényi élet létrejöttét. Közülük legjelentősebb a pirit, amely a világ sok országában (USA, Szovjetunió, Csehszlovákia, NDK, NSZK) található a technogén területek felszínén. A szulfidtartalmú ásványok oxidációja, amely biotikus és abiotikus tényezők hatására megy végbe, fokozatosan elsavanyítja a hányófelszínt, ugyanannyira, hogy annak pH-ja extrém esetekben pH 2 alá süllyedhet. A savanyú kémhatás önmagában is kedvezőtlenül befolyásolja az élő szervezetek megtelepedését a hányófelszínen.

Kedvezőtlen tulajdonságát méginkább fokozza, – mutatnak rá Izsevszkaja és munkatársai (1973) –, hogy elősegíti a növényekre mérgező Fe^{2+} és Al^{3+} ionok nagy tömegű oldatba jutását, amely az oxidáción át nem esett hányóhoz viszonyítva többszázszoros értéket is elérhet (65. táblázat). A savanyú hányók meliorációja meszezéssel történik. A savanyúság tompítására szükséges mész kedvezőtlen körülmények között meghaladhatja a 120 tonna/ha CaO-t, 40 cm réteget véve alapul. Ennek a szállítása és a hányóba való bedolgozása rendkívül költséges.

65. táblázat

*A szulfidtartalmú hányók kémiai sajátosságainak vizsgálata az oxidáció eredményeképpen (mg/100 g hányóföld)
(Izsevszkaja és munkatársai után)*

Megnevezés	Sötétszürke anyag			Sötétszürke vályog		
	friss hányóföld	2 hónapos oxidáció után	1 éves oxidáció után	friss hányóföld	2 hónapos oxidáció után	1 éves oxidáció után
pH _{KCl}	4,8	4,2	2,7	5,5	2,2	1,5
Al ₃	0,8	0,4	22,8	0,5	67,9	244,4
Fe ⁺²	6,7	5,2	68,6	0,0	137,5	110,9
Fe ⁺³	0,0	3,9	6,2	0,0	127,5	486,4
Szulfát kén						
SO ₄ % a talaj súlyszázalékában	0,1	0,1	1,1	0,1	0,9	1,4

A toxikus hányók meliorációjának másik módja, amelyet számos országban alkalmaznak, a hányófelszín lefedése 1–2 m vastagságban toxikus anyagot nem tartalmazó földréteggel.

A technogén területek talajtani nomenklatúráját illetően a szakemberek véleménye eltér egymástól, amely ezen területek sokféleségének a következménye. A rekultiváció gyorsasága függ az éghajlati körülményektől, a hányóföldek kémiai és fizikai sajátosságaitól, valamint az alkalmazott módszertől. A zárt növénytakaróval nem rendelkező hányóföldekre jellemző a kis biológiai produkció, az energiabeáramlás és az anyagkörforgalom lassú volta. Ilyen hányóföldek természetesen nem nevezhetők talajoknak. Meghatározott rekultivációs ráhatások eredményeképpen kialakult a növénytakaró, amelynek állománya lényeges mértékben függ a biogén elemek feldúsításától. A növényi tömegprodukció felgyorsítja az anyagforgalmat és ezen keresztül a talajképződési folyamatokat. Egyes szerzők (Jónás 1974) a rekultivációs területek felszínét *antropogén* talajnak, míg mások a *fejletlen* (Schwabe 1973), *primitív* (Krupszij és munkatársai 1973), vagy *elsődleges* (Mahonina (1974) *ipari* (Bender és Gilewska 1981) talajok elnevezést javasolják. Taranov (1977) felhívja a figyelmet arra, hogy az utóbbi elnevezéseket a talajtani nomenklatúrában a hideg és arid zónák kezdetleges talajainak megjelölésére alkalmazzák, s ezek a nevek ott egy viszonylag állandó primitív állapot megjelölésére szolgálnak, ezért nem alkalmazhatók a különböző éghajlati zónákban található hányóföldekre, a talajképzési folyamatok eltérő intenzitása miatt. Taranov a technogén területek fiatal talajai elnevezést javasolja.

Szocialista társadalmunkban a környezetvédelem, s annak szerves része: a rekultivációs tevékenység, kiemelt jelentőséggel bír. A Magyar Szocialista Munkáspárt XII. Kongresszusának dokumentumai nyomatékosan hangsúlyozzák, hogy az ipar és a mezőgazdaság termelékenységét olymódon kell fokozni, hogy az minimális környezetkárosítással járjon, s kedvezőtlen környezeti hatásokat mielőbb semlegesíteni kell. A modern rekultivációs módszerek tudományos alapokra épülnek, amelyek kidolgozásánál egyrészt a hányóföldek fizikai, kémiai és biológiai sajátosságaira kell tekintettel lenni, másrészt pedig a tájegység sajátosságaira. Arra kell törekedni, hogy a rekultivált terület minél jobban azonosuljon a tájegységgel, s annak szerves részét képezze.

IRODALOM

- Barner, J.: *Rekultivierung zerströrter Landschaften* Enke, Stuttgart, (1978)
- Bekarevics, N. E., et al.: *In: Trudü X. Mezdunarodnogo Kongressza Pocsvovedov.* (4) Nauka, Moszkva p. 383. (1973)
- Bender, J., Gilewska, M.: *In: Soil biology and conservation of the biosphere. Abstract of papero. Gödöllő 1981. aug. 26–28. p. 4.* (1981)
- Farb, P.: *Populjamaja ökológija*, Moszkva (1971)
- Glozovszkaja, M. A.: *Vesztnyik MGV. Moszkva, szer. 5. (Geografija) (6) 23.* (1972)
- Hazanov, M. I.: *Isszkusztvennüe grantü ih obrazovanyija i szvojsztva. Nauka, Moszkva.* (1975)
- Izsevszkaja, T. I., et al.: *In: Trudü—X. Mezdunarodnogo Kongressza Pocsvovedov, Nauka, Moszkva (4) p. 427*

- Jászai J-né, et al.: Növénykórtani és rovar-tani vizsgálatok a rekultivációs területeken. In: Rekultivációs Ankét Gyöngyös—Visonta 1976. Mátraaljai Szénbányák Vállalat Kiadványa, Gyöngyös. (1976)
- Jetyerevszkaja, L. V.; Ugarova, V. A.: In: Pocsvoobrazovanyija v tyehnogennüh landsaftah. Nauka Novoszibirszk. 140 p. (1979)
- Jónás, F.: In: Tagungsber. Inter. Tagung über Rekultivierung, Praha p. 100. (1967)
- Jónás, F.: In: Trudü X. Mezsdunarodnogo Kongressza Pocsvoedov. Nauka, Moszkva (4) p. 390. (1973)
- Kaszab. L.: A gyomvegetáció felmérése a rekultivációs területen. In: Rekultivációs An-két, Gyöngyös—Visonta 1976. Mátraaljai Szénbányák Kiadványa Gyöngyös. (1976)
- Komisszarov I. K., et al.: In: Pocsvoobrazovanyija tyehnogennüh landsaftov, Nauka. No-voszibirszk 212. p. (1979)
- Krupszkij, K. N., et al.: In: Razrabotka szposzobov rekultivacii landsafta, narusenno-go promüslennoj gyejatyelnosztyju. Szófia. p. 383. (1973)
- Mahonina, G. I.: In: Problemü rekultivacii zemel v SSSR Nauka, Novoszibirszk. (1974)
- Nagyné-Vörös. I.: Talajbiológiai vizsgálatok rekultiváció alatt álló hányóföldeken. Egye-temi doktori értekezés. ELTE TTK. (1978)
- Nakarjakov, A. V., Trofimov, Sz.Sz.: In: Pocsvoobrazovanyija v tyehnogennüh landsaftah. Nauka, Novoszibirszk. p. 106. (1979)
- Oláh J., Szegi J.: Kombinált rekultiváció a gyöngyösvisontai külfejtéses hányókon. Mát-raaljai Szénbányák Vállalat Kiadványa, Gyöngyös 1979. (1979)
- Schwabe, H.: In: Razrabotka szposzobov rekultivacii landsafta, marusenno-go promüs-lennoj gyejatyelnosztyju. Szófia p. 230. (1973)
- Szabó B., Gordienko, N.: Agrártud. Közl. 38, 433. (1974)
- Szegi J.: A talajképződés külszíni fejtésű lignitbánya meddőhányóin. Agrártud. Közl. 38, 433. (1979)
- Szegi, J., et al.: A rekultivációs tevékenység problémái Magyarországon. Mátraaljai Szén-bányák Vállalat Kiadványa, Gyöngyös, (1980)
- Taranov, Sz. A.: In: Vossztanovlenyije tyehnogennüh landsaftov v Szibirii. Nauka. No-voszibirszk. p. 81. (1977)
- Taranov, Sz. A.: In: Pocsvoobrazovanyija v tyehnogennüh landsaftov. Nauka, Novoszi-birszk p. 19. (1979)
- Taranov, Sz. A., et al.: In: Problemü rekultivacii zemel v SSSR. Nauka, Moszkva p. 163. (1974)
- Trofimov, Sz. Sz., et al.: In: Pocsvoobrazovanyija v tyehnogennüh landsaftah, Nauka, Novoszibirszk, 3 p. (1979)
- Trofimov, Sz. Sz., Fatkulin, F. A.: In: Vossztanovlenyije tyehnogennüh landsaftov Szi-birii. Nauka, Novoszibirszk, p. 113. (1977)
- Viljamsz, V. R.: Talajtan — A földművelés alapjai. Akadémiai Kiadó, Budapest. (1950)

VITAFLÓRA

VIRÁGOS DÍSZNÖVÉNYEK
TÁP SZERE

A SZOROZAT HATFÉLE - KÜLÖNBÖZŐ N, P, K, TÁPELEMARÁ-
NYU-KÉSZÍTMÉNYBŐL ÁLL, AMELY LEHETŐVÉ TESZI, HOGY
A NÖVÉNY TÁPANYAGIGÉNYÉNEK LEGJOBBAN MEGFELELŐT
HASZNÁLJUK DÍSZNÖVÉNYEK TERMESZTÉSÉHEZ, SZOBANÖVÉ-
NYEK NEVELÉSÉHEZ.



Tápelemarány:
N : P O₂ : K O₂
2 : 0,8 : 1,5
+mikroelemek

1

VITAFLÓRA
VIRÁGOS DÍSZNÖVÉNYEK
TÁP SZERE



Tápelemarány:
N : P O₂ : K O₂
3 : 1 : 1,5
+mikroelemek

2

VITAFLÓRA
LEVÉLDÍSZNÖVÉNYEK
TÁP SZERE



Tápelemarány:
N : P₂O₅ : K₂O₂
1,5 : 1 : 1,2
+ mikroelemek

3

VITAFLÓRA

MINDEN DÍSZNÖVÉNY
TÁPISZERE



Tápelemarány:
N : P₂O₅ : K₂O₂
1,8 : 1 : 1,5
+ mikroelemek

4

VITAFLÓRA

DÍSZNÖVÉNYEK
PALANTANEVELÉSÉHEZ



Tápelemarány:
N : P₂O₅ : K₂O₂
2 : 2 : 3,5
+ mikroelemek

5

VITAFLÓRA

VIRÁGZASINDÍTÓ
TÁPSZER



Tápelemarány:
N : P₂O₅ : K O₂
1 : 1 : 1
+ mikroelemek



VITAFLORA

MUSKÁTLI TAPSZERE

GYÁRTJA: NEHÉZVEGYIPARI KUTATÓ INTÉZET, VESZPRÉM



NEVIKI

VIII. FEJEZET

A PESZTICIDEK TALAJBIOLÓGIÁJA

1. PESZTICIDEK – TALAJMIKROORGANIZMUSOK – MAGASABBRENDŰ NÖVÉNYEK KÖZÖTTI INTERAKCIÓK

A demográfiai robbanás következtében előálló élelemhiány, a társadalmi (pl. munkaerőhiány), és technikai változások megkövetelték, a tudomány fejlettségi foka pedig lehetővé tette a mezőgazdasági termelés kemizálását: a peszticidek egyre szélesebb körben történő alkalmazását.

Az elemi S, a rézszulfát és a mézpor, a réz- és egyéb fém sók, a formaldehid, az As- és a Hg-vegyületek, a Na-klorát, a dinitro-ortokrezol, a ditiokarbamát származékok, stb., a XIX. század második felében és a XX. század első felében növényvédőszerként való felhasználása után tulajdonképpen a második világháború alatt kezdődött meg a peszticidek széles körű alkalmazása: az 1939-től inszekticidként alkalmazott DDT-vel, az 1943-ban felfedezett szerves foszfortartalmú vegyületekkel, az 1940-es évek elején az MCPA, a 2,4-D és a DNBP herbicidekkel, stb.

A kemizálás révén az utóbbi három-négy évtized alatt a xenobiotikumok közül a peszticidek (fungicidek, zoocidek, herbicidek, stb.) egyre növekvő mennyiségben és egyre növekvő forma-változatban kerültek be a bioszférába: a talajba, a vízbe és a levegőbe.

Ubrizsy (1968) adatai szerint ezernél több peszticid hatóanyagot és ezek felhasználásával készült százezernél több peszticid készítményt tartottak nyilván már 15–20 évvel ezelőtt is, amelyekből kb. 25 millió tonnát gyártottak évente. Magyarországon 1976-ban pl. több mint 150-féle hatóanyagból készült 292 engedélyezett, valamint 76 kísérleti felhasználásra engedélyezett növényvédőszer preparátum volt forgalomban (Engedélyezett növényvédőszer, 1976). 1952–1953-tól kezdődően számuk és mennyiségük fokozatosan nőtt (Matyó és Kecskés 1973, 1975).

Ugy tervezték, hogy 1980-ban az 1975-ben alkalmazott 32 610 tonnánál 36%-kal több, 44 500 hatóanyag-tonna peszticid kerül felhasználásra (Mezőgazdasági és Élelmiszeügyi Minisztérium Erdőrendezési Főosztály, 1975):

Az 1970-es évek közepén a peszticidek mennyiségi felhasználását tekintve a világ-ranglista 6–7. helyét foglaltuk el. A tervzet szerint 1980-ban a formulációk száma is jelentősen, több mint kétszeresére, mintegy 800-ra szaporodott volna (Konkoly 1975).

Ez azonban szerencsére nem következett be, 1980-ban 310 engedélyezett, illetve ideiglenesen engedélyezett, valamint 130 kísérleti célra engedélyezett, összesen tehát 440-szer volt forgalomban (Engedélyezett növényvédőszer 1980).

Az engedélyezett, illetve kísérleti célra engedélyezett preparátumok száma jelenleg is alig haladja meg az 500-at.

1981. évi árfolyamon számított értékben 1970-ben 1,668 milliárd forintot, 1975-ben 4,225 milliárdot, és összehasonlításképpen: 1980 januárjától – szeptemberéig 5,454 milliárdot, 1981 ugyanezen időszaka alatt pedig 5,861 milliárd forint összegű növényvédőszert forgalmaztak Magyarországon.

A peszticidek magyarországi potenciális alkalmazására vonatkozóan, mintegy szemléltetésképpen megemlítjük, hogy hazánk teljes területe 9,3 millió hektár, ebből 6,8 millió hektárt használnak mezőgazdasági célokra – ebből: szőlő, kert és gyümölcsös 0,5 millió, a rét és legelő 1,3 millió hektár, de ezen kívül erdészeti területeken is alkalmaznak peszticideket.

Korunkban (Parr 1974) az intenzív mezőgazdasági termelés gyakorlatában – egy vegetációs periódus alatt is – preemergens herbicidet, több posztemergens herbicidet, fumigánsokat (fungicidet, nematicidet) szisztemikus fungicidet, fóliánként alkalmazott inszekticidet és defóliánst is alkalmaznak, ugyanabban a kultúrában. Egy-egy herbicid preparátum pedig napjainkban már nem egy vagy két, hanem több (ritkábban 4–5) hatóanyagot is tartalmaz.

66. táblázat

A mezőgazdaságban 1980-ig felhasználásra kerülő növényvédőszer várható alakulása, az 1975. évi tervzet szerint (hatóanyag, tonna)

Év	Rovarölő szerek	Gombaölő szerek	Gyomirtó szerek	Egyéb szerek	Összesen
1975	3690	13 820	10 820	4280	32 610
1980	5500	16 500	16 300	6200	44 500

A peszticidekből a talaj felső 15 cm-ben való egyenletes eloszlást feltételezve (!) (Fletcher 1960) számítása szerint 2 vagy 3 ppm herbicid-inszekticid mennyiséggel kell számolnunk 1 kg/ha alkalmazása esetén, mellyel a szerzők általában egyetértenek. Az egyenletes elosztást azonban szabadföldi viszonyok között technikai, abiotikus és biotikus faktorok egyaránt befolyásolhatják, így esetenként egyes zónákban 100 ppm vagy annál több peszticid jelenlétével is kell számolnunk (Kearney, Harris, Kaufman és Sheets 1965). 1000 ppm-nél nagyobb mennyiség csak baleset, illetve nem okszerű (előírás szerinti) felhasználáskor fordulhat elő (Stojanovic, Kenedy, Suhrman 1972). A fun-

gicidek azonban – mint antimikrobiális anyagok – az inszekticideknél és herbicideknél jóval nagyobb – sokszor 30–40 ppm-nyi mennyiségben található a talajban.

A peszticidek élővilágra gyakorolt hatásának vizsgálatára vonatkozóan egy fél évszázaddal ezelőtti „ős” korszakot különíthetünk el, amelyre talajmikrobiológiai vonatkozásban is szórványosan megjelenő adatok jellemzők. Ezután a második világháborúig – főként fungicideket illetően – már ma is használható információkat nyújtó második korszak következett.

A második világháború utáni időszakban Wilson és Choudri (1946) *Effect of DDT on certain microbiological process in soil* (J. Econ. Entomol. 39, 537–538) c. munkája megjelenésétől 1960-ig az új peszticidek egyre növekvő számával és alkalmazott mennyiségével arányban nem álló 200–300 közlemény jelent meg (Fletcher, 1960, Bollen 1961), amely szám az 1960-as évek közepéig 350-ra emelkedett, és amely Domsch (1972) szerint 1970-re megduplázódott. Napjainkban azonban – felmérésünk szerint „A peszticidek, a mikroorganizmusok és a magasabbrendű növények közötti kölcsönhatások” témakörében már több, mint 3000 tanulmánnyal kell számolni.

Hazai viszonylatban Fehér (1954) utal először a kérdéskomplexum tanulmányozásának a fontosságára, és különösen Ubrizsy szorgalmazza ezt már az 1960-as években. Ezirányú kísérleti munkánk megkezdéséig (1964) a témakörből Magyarországon mindössze négy közlemény látott napvilágot, jelenleg (1981) – a saját és munkatársaimmal együtt e tárgykörben készített 92 dolgozatunkkal együtt – az idevágó publikációk száma már meghaladja a százötvenet.

Jóllehet nemzetközi tudományos rendezvényeken elhangzott bevezető előadásokban, könyvrészletekben, vagy irodalmi összefoglalókban (v.ö. 2. ponttal) igyekeztek egy-egy kérdéskomplexum különböző aspektusok szerinti összefoglalására, de a fentieket szintetizáló nagyobb átfogó munkával a nemzetközi szakirodalom mindezeig adós maradt. Az eddig felsoroltak is egyértelműen alátámasztják azt, hogy a bioszféra, illetőleg biotikus és abiotikus tényezőinek változat-gazdagsága, a peszticid hatások fentemlített szempontok szerinti tanulmányozása számos olyan alapvető kérdés felvetését, viták közepontjában álló kérdések kidolgozását és mindenekelőtt a helyes szemlélet kialakítását sürgeti, amelyeket a korábbi kutatásoktól, azok relatíve kevés száma és intenzitása miatt sem remélhettünk. Nem jelent meg összefoglaló munka – többek között – a pillangós – rhizobium szimbiózisra, az algák xenobiotikum érzékenységre, a mikroszkópikus gombák és peszticidek (ökológiai és patológiai) kölcsönhatására és számos más fontos kérdésre vonatkozóan sem; az interakciók ökológiai vizsgálatát, stb. nem is említve. Hazai szemecikkekre, amelyek az 1960-as években és az 1970-es évek elején láttak napvilágot, a 2.4. pontban utalunk.

1.1. A témakörrel foglalkozó kutatók és fontosabb átfogó munkák

A mintegy háromezer, e témakörben eddig megjelent szakirodalmi publikáció több mint kétharmadának a tanulmányozása során a szóbanforgó kérdéskomplexumra vonatkozó legjelentősebb, általunk legfontosabbnak tartott kb. kilencszáz közleményből és

könyvből igyekeztünk átfogó képet alkotni, tömör vázlatát adva a II. világháború után megjelent első, e témakörbe vágó munka (Wilson és Choudri, 1945) publikálásától számított három évtized kutatási eredményeinek. Természetesen 1977-ben megjelent kiemelkedőnek tartott eredményeket tartalmazó közleményeket, valamint 1976 és 1982 között napvilágot látott néhány közelményt (mint javasolt irodalmat) is felvettünk az „Irodalomjegyzékbe”.

A hazai vonatkozó irodalom idézésében az adott időszakon belül „teljességre” törekedtünk és köztük; valamint pótlásképpen az 1964-ben Ausztráliában megkezdett és azóta a „Xenogén anyagok, mikroorganizmusok és magasabbrendű növények közötti kölcsönhatások” témakörében, folyamatosan végzett munkánk eredményeit tartalmazó, saját és munkatársakkal együtt közölt, illetve közlés alatt lévő tanulmányaink is megtalálhatók.

A részletesebb tájékozódás céljából a címben jelölt témakörben megrendezett nemzetközi szimpozionokon, kollokviumokon, kongresszusokon, stb. elhangzott előadások nyomtatásban megjelent anyagára is felhívjuk a figyelmet pl. *Herbicides and the soil* (1960); *Pesticides and their effects on soils and water* (1965); ez utóbbi újabb kiadásban: *Pesticides in soil and water* (1974); *Pesticides in the soil* (1970); *Action des pesticides et herbicides sur la microflore et la faunule du sol biodegradation tellurique de leurs molecules* (1970); *Proceedings on the symposium on soil microbiology* (1972); *The interaction of herbicides, microorganisms and plants* (1975); *Interactions of pesticides and microorganisms* (1977); *Soil biology and conservation of the biosphere* (1977).

Ezen kívül pedig egy-egy problémakörre irányuló, egy-egy eltelt periódus irodalmát feldolgozó, vagy bizonyos aspektusokat szem előtt tartó szemlejellegű közleményeket, könyvrészleteket is citáljuk, a megjelenésük sorrendjében: Jones (1956), Audus (1960/1964/1970), Fletcher (1960), O'Brien (1960/1967), Bollen (1961), Domsch (1963/1972a, b), Kreutzer (1963/1965), Martin (1964/1966), Kolomijetsz, Szokolov és Scseglov (1967), Alexander (1969), Foy és Bingham (1969), Kearney és Kaufman (1969), Kearney, Nash, Isensee (1969), Menzie (1969), Le Baron (1970), Sheets (1970), Szokolov és Sztrekozov (1970), Cripps (1971), Helling, Kearney és Alexander (1971), Maier-Bode (1971), Wright (1971), Kaufman (1974), Parr (1974), Kunz (1975).

A fentiek, valamint a 2.1–3. pontokban idézett szerzők közül, továbbá a 2.4. pontban felsorolt hazai kutatókon kívül az alábbi kutatók és munkatársaik publikációira hívjuk fel külön is a figyelmet. *Európa*: Voets, J. P. (Belgium), Bakalivanov, D., Rankov, V. (Bulgária), Mareckova (Vintikova), H. (Csehszlovákia), Jensen, H. L. (Dánia), Pochon, I., Tardieaux, P. (Franciaország), Sijpestein, K. A. (Hollandia), Mickovszki, M. D. (Jugoszlávia), Balicka, N., Golebiowska, J., Hauke-Paczewiczowa, T., Kaszubiak, H., Kosinkiewicz, B., Pantera, H., Strzelec, A., Sobieszczanski, J. (Lengyelország), Audus, L. J., Fletcher, W. W., Grossbard, E., Pugh, G. J. F., Wright, S. J. L. (Nagybritannia), Müller, G., Neumann, K. (NDK), Domsch (NSZK), Gillberg, B. O., da Silva, E. J. (Svédország), Csulakov, S. A., Kruglov, I. V., Mihajlova, M. F., Nepomilujev, V. F., Paromenszkaja, L. N., Szpiridonov, J. J., Timofejev, V. A., Tulabajev, B. (Szovjetunió). *Afrika*: Fawaad, A. A., Hamed, A. S., Hamdi, Y. A., Ibrahim, A. N., Mahmoud, S. A. Z., Makawi, A. A. M., Tewfik, M. S. (Egyiptom). *Amerika*: Alexander, M., Bertha, R., Chandra, P., Guenzi,

W. D. Gunner, H. B., Harris, C. R., Helling, C. S., Kaufmann, D. D., Kearney, P. C. Lichtenstein, E. P., Martin, J. P., Wallnöffer, P. W., Zweig, G. (USA), *Ausztrália*: Diatloff, A., Tchan, Y. T. *Ázsia*: Venketaraman, L. M. J., Singh, P. k. (India), Ishizawa, S., Mitsui, S., Matsuguchi, T., Tonomura, K. (Japán) etc.

Megemlítjük még itt az újabb kutatási irányok közül az interakciók ökológiai hatásának vizsgálatát, etc. (Kecskés 1976d, 1977b).

1.2. Peszticidek hatása a talajmikroszervezetekre és tevékenységükre

1.2.1. Baktériumok, sugárgombák, mikroszkópikus gombák

A permetező vagy magcsávázószerként, de különösen a talajfertőtlenítőszerként használt fungicidek esetenként igen depresszív hatást gyakorolnak a talajmikroflóra mennyiségi viszonyaira és minőségi összetételeire egyaránt, amint azt a következőkben az egyes mikrobcsoportok részletes tárgyalásánál is látni fogjuk. Tekintve, hogy a fungicidek elsődleges rendeltetése a fitopatogén mikroszkópikus gombák elpusztítása illetve háttérbe szorítása, ezért itt kiemelten foglalkozunk a fungicideknek a talaj mikroflórájára gyakorolt hatásával, illetve az ezekre irányuló kutatások eredményeivel.

Richardson (1954), Domsch (1959), Corden és Young (1960), valamint Chandra és Bollen (1960) fungicidek (nabam, kaptán, Mylone és Vapam) mikroszkópikus gombákrak kifejtett szelektív hatásáról számolnak be munkáikban. A nabam és Mylone csökkentette a baktériumok számát is. A kaptán főként az aktinomiceszeket és az egysejtű gombákat gátolta.

D–D hatására legkevesebb három évig egyensúlyi zavar állt elő a gomba fajok összetételében (Martin, Baines és Erwin 1957). Némely toleráns gombafaj pl. a *Trichoderma viride* száma nabammal kezelt talajban, a *Penicillium sp.* száma pedig Myloneval, Metasollal és Vapammal kezelt talajban a megszokott átlag fölé emelkedett (Corden és Young, 1965). A talajtól, az ökológiai feltételektől és a gombafajok karakterétől függően igen eltérő adatok állnak rendelkezésre a gombafajok fungicid és fumigáns tűrő képességére vonatkozóan (Domsch 1963). A fikomicészek viszonylagos szenzitivitását, az askomicészek viszonylagos toleranciáját, a Sphaeropsidales-hez tartozók fungicidekkel szembeni „rugalmasságát”, a Monilialesek változó magatartását, a szaprofita *Trichoderma viride* toleranciáját a patogén *Fusariumok* nagyfokú érzékenységét emeli ki Audus (1970). A *Botrytis cinerea* egyik törzse pl. 250 000 ppm.-nél nagyobb kaptán koncentrációhoz volt képes adaptálódni (Parry és Wodd, 1959), ugyanakkor a *Venturia inequalis* 5 000 ppm. ferbam koncentrációval szemben vált rezisztenssé, de nem adaptálódott a nabam, tiram, cineb és ciram készítményekhez (Parry és Wood, 1959b). Szükséges megemlíteni Domsch (1970) összefoglalóját, aki a fungicidek mikroszkópikus gombák talajökológiai vizsgálatában az életképes inaktív spóra és az aktív micélium helyes elkülönítésére hívja fel a figyelmet.

A fungicidek és a fumigánsok a talajmikroflóra ökológiai-patológiai kölcsönviszonyaira gyakorolt direkt és indirekt hatásaira Warcup (1957), Bollen (1961), Kreutzer (1963, 1965) és Alexander (1969) munkáiban találunk megfelelő utalásokat, itt csak példaként említjük meg, hogy amennyiben a *Trichoderma*, a *Penicillium* és az *Aspergillus* fajok a fungicidekkel szembeni nagyobb toleranciájuk következtében a „kémiailag indukált biológiai kontroll”-ban (Alexander 1969) jelentős szerepet játszhatnak, vannak peszticidek, melyek csak kevésbé toxikusak a patogénekkal szemben, de elpusztíthatják azok természetes antagonistáit, amit Kreutzer (1965) „bumeráng-hatás”-nak nevez. Ami a benomil nem patogén *Trichoderma*, *Penicillium* és *Aspergillus* és a patogén *Verticillium*, *Fusarium*, *Thesilaviopsis*, *Botrytis* és *Rhizoctonia* génusz képviselőivel szembeni extrém toxicitását illeti (Edgington, Khew és Barron, 1971; Hung és Cobb 1971), szintén komoly tanulmányokat igényel.

Inszekticidek

A klórozott szénhidrogének közül a DDT-re és a BHC-re vonatkozóan Saldriage (1954), Abou El-Fadl és Fahmy (1958 b), Martin, Harding, Connell és Anderson (1959), Jonsson és Fahraeus (1960), valamint Alexander (1961) azt találták, hogy kis dózisban vagy normál dózisban, 200 ppm-es koncentrációig nem voltak toxikusak a baktériumokra, a baktérium spórákra, az aktinomicészekre és a gombákra.

A szerves foszforsav-tartalmú inszekticidek esetében ugyanezt figyelték meg Kasting és Woodward (1951), valamint Stapp (1951), akik 50 ppm. paration, 0,1%-os Folidol, 0,15%-os E 605 alkalmazásakor a baktériumokra nézve gátlóhatást nem tapasztaltak.

A klórozott szénhidrogének baktérium, sugárgomba és gomba populációt csökkentő hatását jegyezték fel Chiaro (1953), Bollen, Morrison és Crowell (1954a, b), valamint Gray (1956). A szerves foszfor-tartalmú preparátumok mikróbapopulációt enyhén csökkenő hatásáról pedig Kasting és Woodward (1951), Bollen, Morrison és Crowell (1954a) közöltek adatokat.

Tu (1970), aki a trikloronát, a diazinon, a Dursban és a Zinophos 10 és 100 ppm-es dózisait homoktalajhoz adagolta, csak az első és a második héten tapasztalt depressziót a gombák és a baktériumok számában, amit a kezelés előtti szinthez való visszatérés gyorsan követett. Gawad, Hammad és El-Gayar (1973) hasonlóképpen a Kepone és Lindán baktériumokat, aktinomicészeket és gombákat gátló temporális hatásáról ad hírt, de szinte a mikrobaszámban egy hét után gyors gyarapodás volt megfigyelhető.

Chiaro (1953), valamint Bollen, Morrison és Crowell (1954b) a ciklodien csoport baktérium-, penész- és sugárgombaszámot fokozó hatását jegyezték fel (1000 ppm. dózsig). Stanek és Ridky (1955) a gamma-BHC alig normál dózis feletti alkalmazásakor a spóráképzők szelektív stimulálását tapasztalta. Naumann (1971) 0,5% gamma-BHC nagy dózisban löszös csernozjom talajhoz való adagolásakor a baktériumok serkentését figyelte meg. A szerves foszforsav tartalmú inszekticidek: a Pestox és Schardane mikroflórát stimuláló hatására találunk utalásokat Verona és Picci (1952), valamint Naumann (1958) munkáiban is.

Herbicidek

Számos szerző azt állapította meg, hogy sok preparátum „herbicid” dózisban adagolva nincs káros hatással a talajban élő mikroszervezetekre. Így Abou El-Fadl és Fahmy (1958a), Corke és Robinson (1960), Pochon, Tardieux és Charpentier (1960) az MCA, klór-fenoxi-ecetsav atrazin, DNOC, szimazin, monuron, diuron, IPC és CIPC herbicidek esetében. Timofejev és Monszejev (1965) pedig a szimazinra és atrazinra vonatkozóan figyelték meg ezt.

Rankov (1971) vizsgálataiban a 0,1%-os Treflan táptalajhoz való adagolása növelte a talajmikroorganizmusok „összes” számát, 0,2% feletti dózisok viszont mikrobicid hatásúnak bizonyultak.

Gruzdjev, Mozgovej és Kuzmina (1973) adatai szerint a trifluralin (Treflan) nehéz vályogtalajon a *Helianthus annuus* vetése előtt alkalmazva nem gyakorolt káros hatást a talaj mikroflórájára.

A herbicidek baktériumokat, sugárgombákat és mikroszkópikus gombákat gátló hatására vonatkozó számos vizsgálati eredmény közül elsőként a 2,4-D és derivátumok (Stapp és Freter. 1952.; Lenhard. 1959) IPC, CIPC, MCA szimazin (Newman. 1947; Voderberg. 1961; Kozlova és Dikorjeva. 1963) szimazin és atrazin (Nepomilujev és Kuziakina. 1967) preparátumokkal kapott adatokat említjük meg. A szimazin és atrazin-ismételt alkalmazásakor stimulációt figyeltek meg.

Matsuguchi és Ishazawa (1968) a PCP kis dózisban való adagolásakor az aktinomicetek és a gombák számában depressziót tapasztalt agyagos vályog talajban, Makawi, Hassan (1971) szerint a szimazin dózisok emelésével az „összes” baktérium- és gombaszám csökkent a spóráképző baktériumok és sugárgombák száma csak kevésbé változott és Nepomilujev és Kizjakina (1967) adataihoz hasonlóan a szimazin negatív hatása idővel csökkent. Palasubramanian és Siddaramappa (1974) normál és tízszeres dózisban adagolt szimazin alkalmazásakor a baktériumszámban csökkenést, a sugárgombaszámban növekedést figyelt meg. A gombákra vonatkozóan nem alakult ki egységes kép.

Kezdeti gátló hatást és késleltetett serkentést tapasztaltak még a baktériumok számában a dinoseb, klórazin, cikluron és klórbufam keverék alkalmazásakor (Nepomilujev, Bebin és Kuzjakina. 1966) és PCP esetében (Kratochvil. 1951) is. Az egyébként sokszor indifferens triazinok (Audus. 1970) almáskertekben (Kurindina. 1965), *Zea mays* kultúrákban (Kulinszka. 1967), erdei csemetekertekben (Milkovszka és Grozelak. 1966) hasonló hatást fejtettek ki (bár a késleltetett stimuláció indirekt hatás is lehetett).

Audus (1970) összegezése szerint a szubsztituált fenilkarbamidok, DNOC, profam, pikloram, dalapon, TCA, DCPA, PCP és pirazon nincsenek hatással a talaj „összes” baktérium számára. Pearce (1958) és Audus (1960) megfigyelték, hogy laboratóriumi feltételek között perfúziós technikával fenoxi-ecetsav csoporthoz tartozó herbicidek igen nagy koncentrációihoz képesek alkalmazkodni a baktériumok (pl. *Arthrobacter* sp.). Ezek tulajdonképpen szubsztrátumként hasznosítják az adott herbicideket és számuk ezzel egyidejűleg nagymértékben megnövekszik. Ez történhet sok esetben a természetben is – feltételezésük szerint – amire más szerzők adatai is utalnak, így pl. többek között a kalcium-cianamid (Bjalfe. 1957), az Endothal (Novogrudszkaja és Iszajeva. 1965), a paraquat (Tu és Bollen 1968b) esetében tapasztaltak mikróbaszám gyarapodást (stimulálást) a talajban.

A triazinokkal szemben a spóráképző baktériumok érzékenyebbnak bizonyultak, mint a spórát nem képzők (Kozlova, Beljuszova és Vandarjeva. 1964; Nepomilujev, Gresin és Kuzjakina. 1966). 3–6 kg/ha fenazon (Mezharaupe. 1967) azonban nem gátolta sem a spóra nélküli, sem a spóráképző baktériumokat és aktinomiceszeket sem. A fenoxi-ecetsavakon, DNOC-n, és kalcium-cianamidon kívül pl. a fenilkarbamid származékok (Doxtaker. 1968; Fields és Hamphill, 1968) és a prometrin (Vasziljev és Enkina. 1967) szintén nem gyakorolt hatást a sugárgomba populációkra.

A szimazin 10 kg/ha dózisban nem, de 100 kg/ha dózisban erősen gátolta az aktinomiceszeket (Pántos, Gyurkó, Takáts és Varga, 1962), ami a herbicid sugárgombák általi C- és N-forrásként való hasznosításával is magyarázható (Gyurkó, Varga, Takáts és Pántos, 1964; Pántos, Gyurkó és Takáts, 1964a, b).

A *Streptomyces* fajok paraquat-tal dúsított talajban való előfordulása (Tu és Bollen, 1968a) és a PCP kis koncentrációban stimuláló, nagyobb koncentrációban depresszív hatása (Ishazawa és Matsuguchi 1966) hasonló okkal magyarázható.

Aktinomiceszeket: erősen gátló tartós hatásokról adnak hírt Dalapon és EPTC (Rakimov és Rübina, 1963), továbbá aminotriazol és szimazin együttes alkalmazásakor (Teutenberg, 1968).

A mikroszkópikus gombák talajbani mennyiségi előfordulására vonatkozó fenti herbicidekkel végzett vizsgálatokra utaló idézeteken kívül meg kell még említeni néhány depresszív hatást is, mint a PCP (Matsuguchi és Ishizawa, 1968), atrazin és szimazin (Fink, Felthall és Calvert, 1968), Amantajev, Hjaletdinov és Kudisev, 1963), a fenilkarbamidok (Doxtaker, 1968) a pirazon (Mezharaupe. 1967) stb.

A herbicideknek gomba fajokra kifejtett hatásait illetően jóllehet eredeti célkitűzésünknek megfelelően a patogén gombákkal nem kívánunk itt foglalkozni, szükséges megjegyezni, hogy több szerző utal (Richardson, 1957, 1959; Fletcher, 1960; Ebner, 1965) több készítmény: NPA, dalapon, monuron, dinoszeb, profam, TCA, maleinhidrazid, metobromuron és linuron etc. patogén mikroba gátló hatására. Jelentős az a megfigyelés is, hogy az antagonista tulajdonságú *Trichoderma viride* – mivel kevésbé érzékeny a herbicidekre – így a patogénnel szemben képes herbicideket tartalmazó talajokban antagonista hatását kifejteni (Rodriguez–Kabana, Curl és Funderburk, 1968; Curl, Rodriguez–Kabana és Funderburk, 1968). Ugyanígy a szimazin atrazin, diuron és linuron herbicidek a *Fusarium spp.*-el szembeni „antagonista” génuszokba tartozó fajok egyedeinek szaporodását segítették elő (Kaufman, 1964a).

1.2.2. Algák

A talajban végbemenő folyamatok közül pl. a nitrifikáció; a mikroorganizmusok és magasabbrendű növények közötti asszociációk közül pl. a rhizobium-pillangós szimbiózis kiváló modell, „bioassay” a xenobiotikum hatások kimutatására. Az algák xenobiotikum-érzékenységüknél fogva az eddigi ismereteink szerint – igen alkalmasak a környezetet ért vegyi hatások értékmérésére. Fotoszintetizáló képességüknél fogva főként herbicidekkel

végzett vizsgálati eredményeket találunk a vonatkozó irodalomban. Így pl. a 2,4-D (Stina 1957) a pikloram + az MCPA és MCPB (Shenan és Fletcher 1965; Kirkwood és Fletcher 1970) az MCPA, MCPB, ioxinil és bromoxinil, a propanil és rokonvegyületei (Sharabi 1969) szubsztituált metil-karbamidok, klórfenil-dimetil-karbamid, monuron (Geoghegan 1957; Maloney 1958; Fitzgerald 1957) diuron és klórprofam (StJohn 1971; Raud, Tysset és Vacher 1959), a flumeturon (Sikka és Pramer 1968), az atrazin (Gramlich és Frans 1964; Ashton, Bisalputra és Risley 1966), quinonok, diquat, diuron- és egyéb preparátumok (Zweig, Hitt és McMahon 1968, Kiss 1966; Leopky és Tweedy 1969; Wright 1972), különböző algákra (főként a zöld algákhoz tartozó *Chlorella* törzsekre) gyakorolt hatásáról publikáltak adatokat. Az aldrin és az endrin zoocidek és anyagcse-retermékeiknek a kéalgák növekedésére kifejtett gátló hatását tanulmányozta Batteredon, Bonsh és Eyster (1971), de többféle peszticid kéalgákra – köztük N-kötőkre – gyakorolt hatására vonatkozó adatokat találunk Venkataraman és Rajyalakshmi (1972), Singh (1973) munkáiban. A N-kötő kéalgák növekedésére, N-kötésére nézve toxikus herbicidekről adnak hírt (Ordram, trifluralin, 2,4-D és Stam preparátumok), Hamdi El-Nawawy és Twfik (1970), valamint Ibrahim (1972) aki az előbbieken kívül még az Eptam 6-E preparátumot is tesztelte. A szimbionta és aszimbionta N-kötő kéalgák N-kötő kapacitására kifejtett gátló hatásokról közölnek adatokat Lundquist (1970), Da Silva, Henriksson, L. E. és Henriksson, E. (1973, 1975). Az itt felsorolt közleményekben az algák növekedésére gyakorolt peszticid hatásokon kívül a fotoszintetikus oxigén képződésre (Sikka és Pramer 1968, Zweig, Hitt és McMahon 1968) a klorofilltartalom csökkenésére (Ashton, Bisalputra és Risley 1966; Sikka és Pramer 1968, Zweig, Hitt és McMahon 1968, valamint Hamdi El-Nawawy és Tewfik 1970), a foszfát felvétel csökkenésére (Kirkwood és Fletcher 1970) az ATP-szint csökkenésére (St John 1971), fehérje csökkenésére (Sikka és Pramer 1968), stb. találunk vizsgálatokat. A gátló koncentrációk általában a kereskedelmi dózisokhoz közeli értékek, de legtöbb esetben annál jóval kevesebb peszticid adag is már igen toxikus az algákra nézve.

Tájékoztatásul az alábbiakban propanilra közlünk néhány részletes vizsgálati adatot. A propanil talajban 1 ppm-nyi mennyiségben is gátolta a *Chlorococcum aplanosporum*-ot. 2,5 ppm. 5%-os gátlást okozott; a *C. aplanosporum*, 0,5–1 ppm. okozta kezdeti gátlás után gyorsan regenerálódott, de 5 ppm-es dózis gátló hatású volt (Sharabi 1969). A *C. pyrenoidosa*-t már 0,18 ppm. propanil (Stam preparátum) Hamdi, El-Nawawy és Tewfik, 1970), a *T. tenuis*-t és *Calothrix brevissima*-t 0,1 ppm. propanil (mint Stam preparátum) gátolta. A 0,01 ppm. pedig stimulálta növekedésüket (Ibrahim, 1972). Wright (1977) több kéalga – beleértve N-kötő fajokat is – gyakorlatban alkalmazott propanil dózisok általi gátlásáról ad hírt.

A herbicidek algaérzékenységi tesztek felhasználásával történő meghatározására sok és hasznos adat áll rendelkezésünkre. Így a N-fenil-karbamid származékokra (Pillay 1967; Pillay és Tchan 1969) atrazinra (Atkins és Tchan 1967, Kruglov 1970), a diuronra (Addison és Bardsley 1968), a triallátra (Pillay és Tchan 1970) a diuronra és monuronra (Tchan és Roseby, 1975), valamint Kratky és Warren (1971), akik 42 különböző herbicidre vonatkozóan közölnek adatokat. Tchan és Chiou (1977) a *Dunaliella tertiolecta* tengeri ostoros alga és a lumineszkáló *Photobacterium phosphoreum* összehasonlító

vizsgálatát végezte akrolein, diuron, neburon, atrazin, szimazin és brómacil kimutatása céljából. A biolumineszcencia segítségével történő baktériumos akrolein meghatározás gyorsabbnak és jobbnak ígérkezik, mint az Euglena módszerrel végzett vizsgálatok (Bowmer, Lang, Higgins, Pillay és Tchan, 1974).

A peszticidek talajbani mozgására (Helling, Kaufman és Dieter 1971), a herbicidek talajbani adszorpciójára (Pillay és Tchan 1972), a herbicidek kontaminációjára (Kruglov és Kviatovszkaja 1975) vonatkozó adatok is igen nagy érdeklődésre tarthatnak számot. Az alga növekedési teszttel történő herbicid (peszticid) meghatározási módszerekre Tchan (1971), valamint Wright (1975) összefoglalóiban találunk részletes adatokat. Viszonylag kevés adat áll rendelkezésünkre peszticideknek algákra talajban kifejtett hatásaira vonatkozóan. Domsch (1959) az allil alkohol erőteljes és a Kaptan és Vapam enyhe zöldalga gátló hatását említi. Ishizawa és Matsuguchi (1966) a PCP és a gamma-BHC algák számát temporálisan gátló hatását jegyezte fel. Lipnickaja és Kruglov (1967) a triazinok talajalga összetételére, Hoge (1970) a metbenziazuron talajalgák számára gyakorolt negatív hatásairól számolnak be munkáikban.

A peszticideknek a talajalga közösségek mennyiségi és minőségi viszonyaira kifejtett hatásait különböző talajtípusokban tanulmányozták. Kiss (1967) lösz és homokos lösz talajban a Semparol, Saminol, Karmex, Diuron és Hungazin PK alga számot csökkentő hatását figyelte meg, ami 0–10, 10–20, 10–30 cm-es mélységekben folyamatosan csökkent, de még 20–30 cm mélységben is a kontrollhoz viszonyított 50% redukciót figyelt meg. A készítmények negatív hatása három hónap múlva eliminálódott.

Pantera (1970) szimazin, atrazin, prometrin, linuron és az 1817-es kombináció (szimazin + prometrin) gyengén agyagos homok talajra való egyszeri adagolásakor, atrazin, prometrin, telvar, TCA évenkénti (5 éven át) könnyű agyag talajra való alkalmazásakor klorofilltartalom mérések alapján szignifikáns különbségeket nem figyelt meg. A tanulmányozott herbicidek különösen nagy dózisban alga gátló hatásúak voltak. Kruglov, Gersz, Piercewa, Bay-Bienko és Mihajlova (1975) szódás podzolos vályog talajban az atrazin gyakorlatban alkalmazott dózisainak gátló hatását figyelték meg, de 4 hónap után a biomassa tömeg közel a kiinduláshoz hasonló volt. Az atrazin évenkénti alkalmazásakor 4 év után gátló hatást a szerzők nem észleltek. A peszticidek itt felsorolt – sokszor kereskedelmi dózisokban gátló hatásaival szemben Raghu és McRae (1967) a rizs kártevők ellen alkalmazott lindán alga-stimuláló hatásáról közöl adatokat vízzel elárasztott rizsföldeken. Ez feltehetően az algákat pusztító állatok számának jelentős csökkenésével bekövetkező indirekt hatás, mely az inszekticid alkalmazásakor az alga szinuzimok mennyiségi és minőségi változásait idézte elő. A dimefox, shradan, forát és ez utóbbi szulfonil és szulfonil analógjainak *Chlorella pyrenoidosa* általi degradációját tanulmányozta Ahmed és Casida (1958), de az algák szimazin detoxikációjára is találunk adatokat, pl. a szimazin esetében (Kruglov és Paromenszkaja 1968). A gyári és háztartási vegyi anyagokra vonatkozóan a talajok pollúciójának algák segítségével történő kimutatására is vannak kezdeményezések (Moszkvics, 1973).

1.2.3. Protozoonok

A peszticidek talajban élő protozoonokra gyakorolt hatására, a 2,4-D gátló hatásáról Repp (1953) és Iljin (1961) munkáiban találunk utalást. Hazai szerzők (Pántos, Gyurkó, Takáts és Varga, 1962; Gyurkó, Varga, Pántos és Takáts, 1964) protozoonok és más alacsonyabbrendű állatok esetében stimulálást figyeltek meg szimazin és atrazin 10–20 mg/kg mennyiségben komposzthoz és alomhoz való adagolásakor.

1.2.4. Szimbionta N-kötők (rhizobiumok)

Müller és Stapp (1926) foglalkoztak elsőként a fungicidek Rhizobium baktériumokra gyakorolt hatásának laboratóriumi vizsgálatával. Appleman (1941) a Cuprocide-ról és Spergusonról már a negyvenes évek elején megállapította, hogy ezek gátolják a borsó rhizobiumok növekedését. Burton és Erdman (1941), valamint Erdman (1944) Spergont 0,1–0,6% koncentrációban adagoltak a folyékony táptalajhoz, amelyet rhizobium szuszpenzióval oltottak be. Úgy találták, hogy ez a fungicid 90%-ban gátolta a *R. leguminosarum* növekedését; 0,2–2,0%-ban alkalmazva pedig 98%-os baktericid hatást fejtett ki. McNew (1941), McNew és Hofer (1942) azt tapasztalták, hogy a Semesan és a 2%-os Ceresan erős gátló-hatást fejtett ki a *Pisum* rhizobiumaira, ezzel ellentétben a Spergon csak kevésbé gátolta a baktériumok növekedését. Milthorpe (1945), folyékony tenyésztésben és agar blokk módszerrel vizsgálva a fungicidek *Pisum* rhizobiumaira gyakorolt hatását a következő csökkenő sorrendet állapította meg: Ceresan, Cuprox, kloranil. Ruhloff és Burton (1951) által vizsgált fungicidek közül az Arasan és az Arasan F fejtették ki a legnagyobb gátló hatást a *R. leguminosarum* törzsekre. Hofer (1958) szerint a Ceresan, Phygon és Spergon volt a gátlóhatás sorrendje a lucerna, szarvaskerep és lóhere rhizobiumaival végzett fungicid érzékenységi vizsgálatokban. Brackel (1963) megállapította, hogy az 50% tetra-metil-tiuram-diszulfid toxikus a borsó rhizobiumokkal szemben. Az egyes törzsek különböző szenzitivitást mutattak. Latch és Greenwood (1964) azt tapasztalták, hogy az általuk tanulmányozott 7 fungicid közül a Medicago rhizobiumaival szemben a legtoxikusabb a Ceresan, majd a Kaptan és a Dichlone mutatkozott. A Thiram kezelés a magra oltott rhizobium sejtekre, a kontrollhoz hasonlóan, letális hatást nem fejtett ki. Jakubisiak és Golebiowska (1963), Golebiowska (1965), valamint Golebiowska és Kaszubiak (1965) velünk egyidőben (Kecskés 1965, The theoretical and practical importance of the investigations of the effect of fungicides on rhizobia. University of Sydney, Australia, 12. June, 1965. (előadás), Kecskés és Vincent 1969a) figyelték meg, hogy a szerves higany preparátumok (Ceresan, Gungitox OR, fenil-higany-acetát) jobban gátolták a különböző Rhizobium fajokhoz tartozó törzsek fejlődését, mint a Thiuram készítmények (Thiuram, Fungitox T). Ugyancsak Jakubisiak és Golebiowska (1963) azt is észlelték, hogy a *R. lupini* törzsek sokkal érzékenyebbek az előbbi fungicidekkel szem-

ben, mint a *R. meliloti* és *trifolii* fajokhoz tartozók. Golebiowska és Kaszubiak (1965) velük azonos megállapításra jutottak a rhizobiumok Thiuram és fenil-higany-acétát-tal szembeni rezisztenciáját illetően, hogy a *R.* törzsek fungicidekkel szembeni rezisztenciája és érzékenysége a törzsekre, és nem pedig fajokra jellemző. Afifi, Moharram, Hambi és Abd-El-Malek (1969) megfigyelték, hogy 3, 0,3 és 0,03%-ban tesztelt TMTD-Rhizoctole, Phygon, Ceresan és Orthocide 75 toxikus volt a *Rhizobium* génusz 6 fajához tartozó, általában tanulmányozott 43 törzs legtöbbszörére nézve.

Diatloff (1970a, b) Ceresan, Thiram, kaptan, kloranil csökkenő toxicitási sorrendet állapított meg *Rhizobium japonicum* törzsére vonatkozóan. Kilenc másik különböző gazdanövényeken gumót képző *Rhizobium* törzset tesztelve szelektív gátlóhatást figyelt meg a kaptan, Thiram és kloranil esetében. A Thiram rhizobiocid hatása a 10. napon megszűnt. Esetenként Thiram stimulálást figyelt meg. Makawi és Abdel-Ghaffar (1970) a Ceresan, Agrosan és kaptan rhizobiocid hatásáról ad hírt. A Miltox csak nagyobb koncentrációban bizonyult toxikusnak. Fawaz, Abdel-Ghaffar és El-Gabaly (1972) fungicideknek a *Rhizobium* genus 6 fajához tartozó, valamint a *Lotus* növények gyökérgumóiból izolált törzsekre gyakorolt hatását tanulmányozva 41 törzsrre nézve a preparátumok alábbi csökkenő gátlási sorrendjét állapította meg: Ceresan Wet, Thiram és Ceredon T., Rhizoctol és Ceresan, kaptan és Dithan M 45, Spergon, Antracol, Karathane.

Bakondi-Zámory, É. és Gartner-Bánfalvi, Á. (1977) Orthocid 50 WP, Orninolate 15, Fundazol WP, Dithane M 45, Terra-Coat L-205, BAS 3302 F, Evershield MC fungicidek *Rhizobium japonicum* G-3 és G-6 törzsére gyakorolt hatását tanulmányozva, 1, 0,1 és 0,01%-os koncentrációkat teszteltek. A Quinolate V-4-X, BAS 3302, Dithane csökkenő gátlási sorrendjét állapították meg 1 és 0,1%-os dózisokban, a többi fungicid gátlóhatást nem fejtett ki.

Hamed és Salem (1977) folyékony tápoldatban tanulmányozták a Copperoxichloride, Dithane Z-78, Phygon XL és DDT hatását a *Rhizobium leguminosarum* 2 törzsére (R_v és R_L)-a rézoxiklorid igen toxikusnak mutatkozott.

Inszekticidok

Brackel (1963) vizsgálatai szerint a *Trifolium* sp., *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum* és *Medicago sativa* növényekből izolált *Rhizobium* törzsek az aldrinnel és parationnal szemben rezisztensek voltak, a *Trifolium* és *Phaseolus* növényekből izoláltak viszont igen érzékenyek voltak a lindánnal szemben, a *Pisum* rhizobiumai kevésbé, a *Medicago* gyökérgumóiból származó törzseket pedig a gamma-BHC stimulálta. Makawi és Abdel-Ghaffar (1970), valamint Shin-Shsiang Lin, Funke és Shuiz (1972) pedig azt figyelték meg, hogy a *R. leguminosarum* és a *R. trifolii* törzsek voltak a legérzékenyebbek a gyakorlatban alkalmazott inszekticid (szerves foszfor és karbamát) dózisokra. A *R. meliloti* és különösen az *R. japonicum* rezisztenseknek bizonyultak.

Diatloff (1970a, b) dimetoát, lindán, isobenzan, endrin, dieldrin csökkenő gátlási sorrendet állapított meg 4 különböző *Rhizobium* törzsrre vonatkozóan.

Salem (1971) egy effektív és egy inaktív *Rhizobium trifolii* törzset tanulmányozva megfigyelte, hogy a Lindan és Dyfonat gátolta az effektív törzs glükóz felhasználását, míg a Basudin az inkubáció második felében serkentette azt. Az effektív és inaktív törzsek között lényeges különbség volt az inszekticidekkel szembeni viselkedésük szempontjából. Salama, Mostaba és El-Zarvaly (1973a) Dipterex *Rhizobium leguminosarum* és *R. trifolii* szaporodást gátló hatásáról ad hírt. Hamed és Salem (1977) Rézoxiklorid, Dithane Z-78, Phygon XL, DDT, Dipterex, Endrin, Sevin és CIPC peszticidek *Rhizobium leguminosarum* 2 törzsére gyakorolt hatását tanulmányozva, a legnagyobb gátlóhatásúaknak az inszekticideket (köztük a Dipterex-et) találták.

Herbicidek

A *Rhizobium* génuusz fajokhoz tartozó törzsek herbicidérzékenységére vonatkozóan a fajok között is igen ellentmondó eredményekről számolnak be a szerzők.

Így Carlyle és Thorpe (1947) azt figyelték meg, hogy *R. meliloti*, *R. phaseoli* és *R. japonicum* a 2,4-D nagyobb dózisait jobban tolerálják, mint a *R. trifolii* és *R. leguminosarum* törzsek. Ezzel ellentétes adatokról számolt be Worth és McGabe (1948) és részben Jensen és Petersen (1952) is, akik szerint a *R. meliloti* és *R. leguminosarum* törzsek nagyobb 2,4-D dózisokat viseltek el, mint a *R. trifolii*-hez tartozók.

Fletcher (1956) szerint a 2,4-D, MCPA, 2,4-DB és MCPB 25-ppm-es koncentrációban nem volt hatással a *Rhizobium trifolii*-ra. A 2,4-D fiziológiai hatását az *Azotobacter vinelandii*-ra és a *R. meliloti*-ra Johnson és Colmer (1957) a magnézium hatásokkal összehasonlítva tanulmányozták, és bizonyos hasonlóságokat figyeltek meg.

Itt utalunk Fletcher és Alcorn összefoglalójára (1958), akik táblázatban közlik különböző *Rhizobium* törzsek 2,4-D érzékenységét. A gátló koncentrációk pl. *R. lupini* esetében 100 ppm (Wrobel, 1952) 200 ppm (Jensen és Petersen, 1952) 3000 ppm (Carlyle és Thorpe, 1947) értékek voltak, míg a *R. meliloti* esetében még 8000 ppm-t is mértek (Johnson és Petersen, 1952), amely Fletcher (1956) adataihoz viszonyítva igen soknak tűnik.

Skrdleta, Vintikova és Srogl (1964), Vintikova, Skrdleta és Srogl (1965) hét herbicid négy gazdanövényre specifikus 36 *Rhizobium* törzsre gyakorolt hatását vizsgálva az MCPA és a 2,4-D megkülönböztetett gátló hatását figyelték meg. Az amitrol és a klórprofám hatása kisebb volt. A Na-metil-diklór-fenoxi-acetát és a profám igen kis hatásúaknak, illetve hatástalannak bizonyultak. A törzsek érzékenysége független volt a növényfajoktól.

A *Rhizobium* fajok érzékenységére és ugyanezen preparátumok vonatkozásában fenti ellentmondó eredményekhez hasonló adatokat találunk más szerzők, így Kaszubiak (1966) és Jensen (1969) munkáiban is.

Kaszubiak (1966) azt találta, hogy a gyorsan növekvő *Rhizobium* fajokhoz tartozó törzsek sokkal nagyobb fungicid dózisokat tudtak elviselni (*R. meliloti*, *trifolii*, *leguminosarum*), mint a lassan növekvő *R. japonicum* és *R. lupini* törzsek, Kaszubiak szerint a nagyobb vitalitásuk miatt.

Jensen (1969) szerint a *R. meliloti* törzsek sokkal érzékenyebbek a herbicidekkel szemben, mint a *R. trifolii* és a *R. leguminosarum*. Makawi és Abdel-Ghaffar (1970) azt tapasztalta, hogy az általuk tanulmányozott peszticidek közül a herbicidek (2,4-D, 2,4,5-T, Gramevin, Treflan) és inszekticidek kevésbé toxikusak a rhizobiumokra, mint a fungicidek.

Bár nem célunk a rhizobium-pesticid kérdés genetikai aspektusait is áttekinteni, de néhány idekapcsolódó és gyakorlati szempontból (pillangósok magoltása) is fontos genetikai munkát itt is idézünk:

Golebiowska, Kaszubiak és Pajewska (1967) többféle transzfer segítségével próbálták Thiram rezisztens törzseket izolálni. Kaszubiak (1968a) maga is kísérletet tett három herbiciddel szembeni rezisztens mutáns izolálására. Az Afalon és Aretit mutagén hatást gyakorolt a rhizobiumokra; A Liro-Betarex és szimazin nem (Kaszubiak, 1968b). Gillberg (1971) két herbicid (Marcamin = Dinoszeb, Hedonal M=MCPA) és két fungicid Orthocid és Neo-Voronit hatását vizsgálta a *R. meliloti*, *R. leguminosarum*, *R. trifolii* 2-2 törzsére és azt találta, hogy a *R. meliloti* törzsek jobban tolerálták a fenti preparátumok nagyobb dózisait, mint a másik két fajhoz tartozó 4 törzs. Megállapítása szerint lehetséges sokkal nagyobb peszticid dózisokat toleráló mutánsokat izolálni, mint amilyen dózist a „vad” törzsek képesek elviselni. Nameo és Dube (1973) szerint a dalapon és paraquat mutagén hatásának mutatkozott a rhizobiumokra nézve.

Itt említjük meg Szende (1977) a Gramoxone-nal és Captannal végzett *R. meliloti* törzsekre vonatkozó genetikai vizsgálatait is.

A rhizobiumokra nézve igen toxikusnak bizonyult a DNOC (Jansen, 1969) Dinoszeb (Kaszubiak, 1966) és diuron egyedül és profammal és linuronnal együtt (Kaszubiak, 1966). Kevésbé toxikusak voltak a Dalapon, Szimazin és Prometryne (Jensen, 1969; Kaszubiak, 1966). Ugyanakkor (Tewfik, 1966, Tewfik és Evans, 1966) három *Rhizobium leguminosarum* törzs DNOC lebontásáról is hírt adtak. Avrov (1966a, b) szubsztituált fenolok, klórfenoxivegyületek, karbamid származékok és szimmetrikus triazinok *R. leguminosarum* törzsekre gyakorolt hatását vizsgálva megállapította, hogy a mezőgazdasági gyakorlatban használatos dózisok gátló hatást nem fejtettek ki. 2,4-DB rhizobium gátló hatásáról számolt be Jordan és Garcia (1969). Makawi és Hassan (1971) főképpen a *R. meliloti* törzseket és néhány *R. leguminosarum* és *R. japonicum* törzset talált szimazinnal szemben toleránsnak.

Manninger, Bakondi és Takats (1972) a *R. leguminosarum trifolii*, *meliloti* és *japonicum* törzsek közül a *R. leguminosarum* fajhoz tartozó törzseket találták a legérzékenyebbeknek a Gramoxonnal szemben. A gyakorlatban alkalmazott Gramoxon dózisok a tanulmányozott törzsek 40%-át gátolták.

Grossbard (1970), azt tapasztalta, hogy az általa 100 ppm-es dózisban adagolt tíz herbicid közül csak a dinoszeb gátolta a *Rhizobium trifolii* légzését. Dinoszeb és linuron mind a standard, mint a Ca-hiányos táptalajon gátolta a *R. trifolii* légzését, az asulam, az atrazin és a pirazon csak a Ca-hiányos táptalajban. Az M és B 8882 herbicid semmilyen táptalajban nem volt gátló hatású (Grossbard, 1975). Paromenszkaja (1975) vizsgálatai szerint a szimazin, az atrazin és a prometrin nem gátolta a *R. lupini* törzsek szaporodását

az atrazin és a szimazin a dehidrogenáz aktivitásra nem hatott, a prometrin stimulálta azt, és a triazin gátolta a rhizóbiumokat és a dehidrogenáz aktivitást is.

Az idevonatkozó legújabb vizsgálatokból Hamed és Salem (1977) a CIPC Rhizobium leguminosarum 2 törzsét gátló hatására vonatkozó adatait is, valamint Mareckova és Husarova (1977) szisztémikus herbicidek Rhizobium törzsek talajbani túlélésére vonatkozó munkáját említjük még meg.

1.2.5. Nem szimbionta N-kötők

Alig néhány közlemény található a fungicidek nem szimbionta N-kötőkre gyakorolt hatására vonatkozóan, így Zedan (1963) szerint a Semet az Azotobactert gátolja, a Clostridiumokat nem.

Az inszekticidek közül Wilson és Choudhri (1946) a DDT és chlordan temporális Azotobacter gátló hatásáról, Verona és Picci (1952) a HCH, Jaiswal (1967) a BHC a heptaklór és a telodrin, Mackenzie és Macrae (1972) pedig a DDT és a lindán stimuláló vagy indifferens effektusáról adnak hírt. Verona és Picci (1952) pestox és shradnea.2000 ppm-es dózisainak talajba adagolásakor az Azotobacter-szám fokozódását figyelte meg, Neumann (1959) pedig paration stimulálást tapasztalt. Hamed (1968) is csak a disziton nagy koncentrációjának alkalmazásakor észlelte az aerobok enyhe gátlását, az anaerobok viszont már a szer kis koncentrációjának hatására is gátlást szenvedtek, ami a dózis növelésével még fokozódott. Különböző talajbaktériumok (N-kötők) közül az Azotobacter chroococcum bizonyult a legérzékenyebbnek a Gramoxon-nal szemben (Szegi, Gulyás, Manninger és Bakondiné. 1974). Pochon, Tardieux és Charpentier (1960) megfigyelték, hogy az aminotriazinok enyhén serkentették az Azobactert és a Clostridium pasteurianumot. A fenoxi-cetsavak, a szubsztituált fenolok, a fenilkarbamidok (Rankov, Elenkov, Surlekov és Velev. 1966) a malein hidrazid, a klórozott alifás savak (TCA, dalapon) és az ioxinil (Hauke-Paczewiczowa és Krolova. 1968) csak igen nagy koncentrációban gátolták a N-kötőket. Mezharaupq (1967) Mickovszki (1967), Gogvadze (1968), Hamdi és Tewfik (1969) pedig azt találták, hogy a fenazon, Gesaram 2079, Lumeton 2412, Igran 1866, a szimazin, a diuron, a monuron és a trifluralin preparátumok indifferensek a nem szimbionta N-kötőkkel szemben.

Az Azotobacter különböző herbicidek által történt talajbani gátlásáról találunk adatokat: triazin származékok (Szabó. 1964) PCP, DNOC (Rankov, Elenkov, Surlekov és Velev. 1966) alipur, murbetol, dalapon, fenuron (Gizbullin és Szolovjeva, 1968; Tulabajev és Tamikajev. 1968), a szubsztituált karbamid származék a siduron és lebontási terméke a 2-metil-ciklohexilamin (Fields és Hemphill. 1968), valamint az atrazin és a trietazin, valamint a prometrin alkalmazásakor (Mihajlova (1968).

Tyagny-Ryadno (1967) Clostridiumra vonatkozóan hasonló adatokat közöl szimazin esetében csernozjom talajban. Pesakov, Rajkov és Cvetanov (1970) az atrazin Azotobactert gátló és anaerob N-kötőkre vonatkozó indifferens hatásáról számol be. Földesy, Mineo és Majnudar (1972) az Azotobacter chroococcum 2,4,5-T koncentrációtól függő gátlásáról és számbeli csökkenéséről közöl adatokat. Az Azotobacter 2,4,5-T-hez való

adaptációját, *Rhizobium leguminosarum* Azotobacter-nél nagyobb érzékenységét említik a szerzők.

1.2.6. Nitrifikálók, nitrifikáció, ammonifikálók, ammonifikáció

A herbicidekhez és a zoocidekhez képest a fungicidek és a fumigánsok a nitrifikációra kezdetben erőteljesen és sokszor hosszantartó hatást gyakorolnak, amely két-három héttől több hétig is eltarthat, a gyakorlatban alkalmazott dózisok esetében is. Gyakran „parciális sterilizálószer”-ként a nitrifikáció mindkét lépcsőjére gátlólag hathatnak. Így pl. Jaques, Robinson és Chase (1959) a Ferbam, Maneb és Zineb; Chandra és Bollen (1961) a Nabam és Mylone; Koike (1961) a D-D, Telone, EDB és Vapam; Zedan (1963) a Semet; Radwan (1965) a TMTD; Caseley és Broadbent (1968) a Lanstan, Chemargo 2653, Botram, PCNB és TCNB; Dubey és Rodriguez (1970) a Maneb és Dyrene különböző koncentrációjának nitrifikációt gátló hatásáról adnak hírt.

Újabban Wainwright is Pugh (1973) Thiram, Captam és Verasam kis koncentrációinak indifferens vagy serkentő, nagy koncentrációinak a nitrát termelésre gyakorolt negatív hatását figyelte meg. Goring (1962) vizsgálatai szerint a 2-klór-6-(triklór-metil)-piridin igen toxikus a *Nitrosomonas* törzsekre.

Dubey és Rodriguez (1970) pedig azt figyelte meg, hogy a Maneb és Dyrene a nitrit oxidálókra nézve nem, de az ammoniát oxidáló baktériumokra nézve toxikus.

Az ammonifikációt vagy N-mineralizációt végző mikroszervezetek általában kevésbé érzékenyek a fungicidekkel szemben. Esetenként kis gátló hatásról, sőt serkentésről is találunk adatokat (Warcup, 1957; Kreutzer, 1963; Martin, 1966; Caseley és Broadbent, 1968, etc.). A pH-től, a talajtulajdonságoktól függően meglehetősen sok NH_3 és NH_4^+ halmozódhat fel a fungicid hatások következtében a talajban. Ezzel kapcsolatban Martin (1966) fitotoxikus hatás több típusáról számolt be. Az ammonifikációt gátló hatások sorából a Vapam (Roø 1969) és az Orthocid (Hamed 1968) preparátumokat említjük meg.

Inszepticidek

A zoocidek közül a klórozott szénhidrogénekre vonatkozóan egyaránt találunk olyan adatokat, amelyek szerint az e típusú vegyületek, készítmények a) nincsenek hatással a nitrifikáló mikroszervezetekre és nitrifikációs folyamatokra (Jones, 1952; Gray, 1954; Fletcher és Bollen, 1954; Wilson, 1954; Show és Robinson, 1960; Barditya és Gaur, 1970), b) stimuláló hatást fejtenek ki (Bollen, Morrison és Crowell, 1954b; Jaiswal, 1967) lindán heptaklór, telodrin; (Gawad, Hammad és El-Gayer, 1973b) Kepone, Endrin) vagy éppen c) gátolják azokat (Chiaro 1953, Bollen, Morisson és Crowell, 1954b, Brown 1954, Wilson 1954, Gray 1956). Szerves foszfor-tartalmú preparátumok esetében ugyancsak a fenti hármass csoportosításban indifferens hatásokról (Shin-Chsiang

Lin, Funke és Schuiz, 1972; Temik, Furadan, Baygon), stimulálásról (Neumann, 1968, paration; Kobayashi és Katsura, 1968; Disyston; Hamed, 1968; Disyston kis koncentrációban) és gátlóhatásról (Richard, Lanzilotta és David, 1967; malation és más szerves foszfor-tartalmú inszekticidek; Gerretson és San Clemente, 1968, paration és aldrin; Tu, 1970, trikloronát, diazinon, Dursban, cinophos; Verstraeten és Vlassak, 1973, lindán) egyaránt találunk adatokat.

A Nitrosomonas törzsek százszor érzékenyebbek a lindánra nézve és ezerszer érzékenyebbek a malationnal szemben, mint a Nitrobacter génuszhoz tartozók (Garretsen és San Clemente, 1968).

Számos klórozott szénhidrogén (Wilson és Choudri, 1946, 1948; Jones, 1952) az ammonifikációt nem gátolja és az ammonifikációs fevékenységet végző mikroszervezetekre nézve nem toxikus. A lindán pl. állandó szinten tartja az ammónia mennyiségét a vízzel elárasztott rizs-talajokban (Ishizawa és Matsuguchi, 1966).

Ugyanakkor Neumann (1971) a 0,5% lindán, 0,05–0,5 százalékos toxafén ammonifikáló baktériumokat gátló hatását figyelte meg. Gawad, Hammad és El-Gayar (1973b) pedig az ammonifikációs folyamatok Kepone és aldrin inszekticid kezeléseket utáni 15. napon bekövetkező serkentéséről ad hírt Tu (1970) a nitrifikációnál már említett zoocidok NH_4^+ termelést növelő hatásáról, Hamed (1968) pedig a Disyston erőteljes gátló hatásáról közölt adatokat.

Herbicidek

A herbicidek ammoniát nitrifikáló mikroszervezetekre gyakorolt viszonylag igen széles körű vizsgálata a fentiekben említett indifferens, gátló, stimuláló hatásokról egyaránt számot ad és sokszor ellentmondó eredmények között még az azonos preparátumok Nitrobacter és Nitrosomonas fajokhoz tartozó törzsekre gyakorolt eltérő hatásáról is találunk adatokat. A nem gátló anyagok közé sorolták a 2,4-D, MCPA, TCA, IPC és CIPC herbicideket (Femandez, 1957; Pochon, Tardieaux és Charpentier, 1960; Zedan, 1963; Jung, 1972), a karbamátokat a bipiridiliumot (Tu, 1966, Debona és Audus, 1970) a pikloramot (Goring, Griffith, O'Melia, Scott és Youngston, 1967, Debona és Audus, 1970), a diklobenilt (Debona és Audus, 1970) a linuront és diuront (2,4-5 ppm koncentrációban)

Stimulatív hatásokról adnak hírt Balicka és Szobieszszanski (1969), Szipridonov és Szipridonova (1971), Smith és Weeratna (1974), a karbamid és a triazin származékokra vonatkozóan, továbbá Horowitz, Blumenfield, Hertzlinger és Hulin (1974) a diuron, bromacil, szimazin, trifluralin, prometrin, fluometuron, pirazon, difenamid és klórtal-dietil talajhoz való adagolásakor. In vitro szignifikáns hatást a szerzők nem tapasztaltak.

Ide sorolhatók még Bobüsev, Lapcsenkov (1966), Vasziljev és Enkina (1967) megfigyelései és bár ezekben az esetekben egyéb szervesanyagok kedvező hatása is hozzájárulhatott a serkentő hatásához. Nitrifikációt, nitrifikálókat gátló hatásokról is sok közleményt találunk a vonatkozó irodalomban, vegyületcsoportok szerint pl.: TCA (Lobanov és Poddubnaja, 1967), atrazin és fenuron (Tulabajev és Azimbegov, 1967); pirazon (Mezharaup, 1967), CaCN_2 (Bjälve, 1957); PCP (Matsuguchi és Ishazava, 1968); Dalapon, Alipur és Murbetol (Gizbullin és Szolovieva (1968); amitrol, 2,3,6-TBA, 2,4-DB,

diallát (Chandra, 1964); dalapon és amitrol (Van Schreven, Lindenberg és Koridon, 1970); CDEA és 2,4-D (Teater, Mortensen és Pratt, 1958).

A karbamid származékok közül a linuron (Rankov, 1968) és fenuron (Tulabajev és Azimbegov, 1967) gátló hatását említhetjük meg, a triazinok közül a szimazint (Farmer, Benoit és Chappel, 1965) az atrazint, a szimazint, a prometrint (Krükanov és Paszkovszkaja, 1967), az atrazint és szimazint (Tulabajev és Tamikajev, 1968). Fiszjunov (1969) szerint az atrazin sokkal toxikusabb, mint a szimazin. A klórtiamid, ioxinil, bromoxinil, klórlurazol és propanil (Debona és Audus, 1970), a Treflan (Hamdi és Tewfik, 1969, Rankov és Elenkov, 1970) mind a toxikusan ható herbicidek közé sorolhatók. Szükséges még itt idéznünk néhány herbicid nitrifikálókra: nitrit és nitrát-képzőkre gyakorolt szelektív hatását illetően egy-két adatot, továbbá a herbicid lebontási termékeknek toxikus hatásáról is kell még szólni.

Nayyar, Randhawa és Chopra (1970) szerint a szimazin gyakorlati dózisban alkalmazva az $\text{NH}_4^+ \text{NO}_2^-$ -télő oxidációját nem befolyásolta, de a Nitrobacter aktivitását erőteljesen csökkentette, ami nitrit-felhalmozódást eredményezett. 100 ppm-nyi koncentrációban talajhoz adagolva a Nitrobacterre nézve toxikus volt, a Nitrosomonasokra nézve nem. Caseley és Luckwill (1965) a karbamid származékokhoz tartozó monuronra hasonló megállapítást tett, itt is a Nitrosomonas volt érzékenyebb a Nitrobacter kevésbé (Debona és Audus, 1970).

A propanil lebontási termékének a 3,4-DCA-nak, a diuron és linuron és a lebontási termékeinek a DMU-nak, a DU-nak nitrifikációra, Nitrobacter és Nitrosomonas törzsekre gyakorolt hatására vonatkozó adatokat találunk Corke és Thompson (1970) munkájában is.

Az ammonifikációt, a putrifikáló mikroorganizmusokat viszonylag kevésbé gátolják a herbicidek. Indifferensnek bizonyult a NaCl_3 és a piramin (Apłtauer és Skopalikova, 1966) a fenazon (Mezharaupe, 1967), a paraquat (Tu és Bollen, 1968a), a PCP (Matsuguchi és Ishizava, 1968) és más vegyületek, mint DNOC, etc. Pesakov, Rakov és Cavetanov (1970) a 2,4-D-amin, 2,4-D-észter, Aresin és Afalon ammonifikációt stimuláló hatásáról közöl adatokat. Gátlóhatásról Kozlova és Dikarjeva (1963) a 2,4-D és 2,4-D-acetil észterére, Geller és Khartsion (1961) ammonium triklóracetátra, diklór-karbamid és CIPC-készítményekre, továbbá szimazin atrazin, Alipur, Dalapon herbicidekre találunk elvétve adatokat (Nepomilujev és Kuzjakina, 1967; Gizbullin és Szolovjeva, 1968; Pesakov, Rajkov és Csevtanov, 1970).

Szükséges megemlíteni, hogy a peszticidek mikrobiológiai folyamatokra gyakorolt hatásai karakterét illetően pl. a nitrifikáció esetében a talaj „eredeti nitrifikáló kapacitása” fogalmát vezették be (Dobey, 1969; Dubey és Rodriguez, 1970), akik megállapították azt, hogy a herbicidek csekély, közép és nagy nitrifikáló kapacitású talajokban csökkenő gátló sorrendben hatnak. Végül felhívjuk a figyelmet Therneburg és Tweedy (1973) által kidolgozott gyors módszerre, továbbá Domsch és Paul (1974), valamint Domsch (1975) matematikai modell kísérleteire, amelyek segítségével a herbicidek nitrifikációra kifejtett hatását igyekeznek tüzetesebben tanulmányozni, jobban megismerni.

1.2.7. Denitrifikálók, denitrifikáció

Viszonylag kevés munka látott eddig napvilágot a peszticid-hatásokat illetően, de a Nabam és Maneb fokozottabb gátló hatásáról, a Ferbam, Thiram, Ziram csökkenő toxicitási sorrendjéről (Audus, 1970), inszekticidek, pl. lindán kevésbé gátló (Mitsui, Watanabe és Homma 1963), Kepone, Endrin, Dyfonat és PP-211 denitrifikációt fokozó hatásáról adnak hírt (Gawaad, Hammad és El-Gayar, 1973).

DCU és TCA herbicidek időleges csökkentő hatásáról (Lobanov és Puddubnaja, 1967), a szimazin indifferens (Guillemat, Charpentier, Tardieaux és Pochon, 1960) és depresszív hatásáról (Kürindina, 1965) egyaránt találunk adatokat.

1.2.8. Cellulózbontók, cellulózbontás

Fungicidek és fumigánsok cellulózbontásra gyakorolt gátló hatását (metil-bromid, D-D normál dózisa, etilén-bromid igen nagy dózisa) említi meg Audus (1970), valamint azt, hogy a Vapam fumigáns normál dózisban alkalmazva a gombák általi cellulózbontást nem zavarja. Fungicid vizsgálatok hiányát hangsúlyozva a kérdés kutatására hívja fel a figyelmet.

Az inszekticidekre vonatkozóan már valamivel több adat lelhető fel, így pl. Verona és Picci (1952) laboratóriumi vizsgálata során megállapította, hogy 22 ppm BHC a cellulózbontókat serkenti. Naumann (1971) szerint a cellulózbontók számát száraz talajban 0,5% lindán tartalmazó Arbitex, vagy 0,05–0,5% Toxaphene csökkentette. Audus (1970) adatai szerint a legtöbb inszekticid nem hat a cellulózbontó mikroorganizmek aktivitására és számukat sem csökkenti, csak igen nagy dózisban. Így a DDT a normál adag ötszörösénél, a paration hetvenszeresénél nagyobb mennyiségben; a klordán csak hússzoros, a dieldrin kétszázszoros, a demeton negyvenszeres, a felhasználási dózisainál nagyobb mennyiségben. A herbicidek vonatkozásában Müller (1952) a PCP, Colmer (1954), Vedros és Colmer (1959) a DNBP különböző koncentrációinak mikroszkópikus gombákra gyakorolt gátló hatását figyelték meg. Lembeck és Colmer (1967) a *Sporocytophaga mixococcoides* cellulózbontását tanulmányozta *in vitro* tenyésztésben. A szerzők megállapították, hogy az atrazin, a szimazin, a daktal, a dalapon és a diuron nem volt toxikus még igen nagy koncentrációkban alkalmazva sem. Az Amiben, a dicamba, a tricamba és a 2,4-5-TBA (0,1%-ban), a Dicryl (14 ppm), a propanil (50 ppm) és a fenac (25 ppm) pedig gátlóhatásúak voltak. A DMPA még 2 ppm dózisban adagolva is már 20%-os gátlást idézett elő. Gizbullin és Szolovjeva (1968) az Alipur, a Murbetol és a Dalapon cellulózbontó baktériumok szaporodására gyakorolt negatív hatásáról ad hírt. Szegi (1970) a Gramoxon húsz mikroszkópikus gomba szaporodására és cellulózbontására kifejtett toxikus hatását figyelte meg.

A herbicidek közül Nepomilujev, Gresin és Kuzjakina (1966) a fenoxi-ecetsavak, a monuron, a PCP, a dinoseb, a klorazin, a cikluron és a klórbufám nem volt hatással a cellulózbontók előfordulására a talajban. Ugyanezeket találta Lobanov és Poddubnaja (1967) a DCV és a TCA esetében.

A triazinok is különbözőképpen hatottak cellulózbontókra, így pl. az atrazin és a szimazin kezdeti gátló hatása a cellulózbontókra és a cellulózbontásra néhány hónap alatt kiegyenlítőddött, sőt 12–30%-os stimulatív hatás volt megfigyelhető: Klucsnyikov, Petrova, Poleszko (1964), Sztepanova (1967), Nepomilujev és Kuzjakina (1967), Tulabajev és Azimbegov (1967), Tygany-Ryadno (1967), Szpiridonov és Jakovlev (1968) etc. Propazin alkalmazásakor Sztepanova (1967) ugyanezt tapasztalta. Mickovszki (1967), Gesaran 2079, Lumeton 2412, Agran 1866 talajba bevitelkor depressziót figyeltek meg a cellulózbontóknál – különösen a mikroszkópikus gombáknál. Vojnova, Vlakova és Petkova (1970) a Cotoran, a 1803, az Afalon és az Aresin cellulózbontók gátló hatását figyelte meg a talajban. A cellulózbontó aktivitásra stimulálólag hatott nagy dózisokban az atrazin (Szpiridonov és Jakovlev, 1968) és a prometrin (Vasziljev és Enkina, 1967). Szegi (1970) pedig a 2,4-D cellulózbontásra gyakorolt serkentő hatását figyelte meg. Szpiridonov és Szpiridonova (1971) adatai szerint 5–10 kg/ha dózisban alkalmazott szimazin és atrazin növelte a cellulózbontók számát.

1.3. Mikroorganizmusok hatása a peszticidekre

1.3.1. A peszticidek perzisztenciája a talajban

A peszticidek bioaktivitása, a kémiai lebontással szembeni rezisztenciájuk, a célzott aktivitási zónából való elkerülésük és egyes helyeken a gyakorlatban alkalmazott dózisok többszörösének a felhalmozódása, a hasznos élőszervezetek nem kívánt károsítása mind-mind nehéz probléma elé állítja a perzisztencia megállapításával foglalkozókat. A szokásos szabadföldi tesztekkel is nehéz felmérni valamely anyag perzisztenciáját, hiszen pl. az erózió révén bekövetkezett veszteségeket sokszor a volatilizáció számlájára írják, vagy az adott alkalmazási területen a vizsgált peszticidek aktivitásának hiányát észlelve feltételezik, hogy azok nem perzisztensek, holott adszorpció révén a talajban érintetlenül megtalálhatók. A talajrészecskékhez, a humuszanyagokhoz való kötődésük és egyelőre még nem ismert módon és időben történő felszabadulásuk, igen komoly gondot okozhat egészségügyi és más szempontokból is.

A perzisztencia kérdésének tisztázása részben módszertani probléma is. Megfelelő kontroll módszerek kidolgozása;

a peszticidek hatékonyságának és szelektivitásának a fokozása;

a perzisztencia megszüntetése, inaktíválása, vagy legalábbis módosítása a cél.

A vonatkozó összefoglaló irodalomra való hivatkozással (Audus, 1960; Sheets és Harris, 1965; Marth, 1965; Upchurch, 1966, 1972; Edwards, 1966, 1970, 1972; Lichtenstein, 1966; Goring, 1967, 1972; Caro, 1969; Kearney, Nash és Isensee, 1969; Sheets, 1970; Helling, Kearney és Alexander, 1971; Weber, 1972; Hamaker, 1972; Hiltbold, 1974) csak néhány példán keresztül illusztráljuk a perzisztencia veszélyét, illetve nagyságát. Így pl. az As-tartalmú peszticidek hatvanas években történt használata következtében még ma is talajból odakerült nagymértékű As-szennyeződés mutatható ki a szege di tanyavilág kútjaiban, vagy pl. a fenoxi-karbonsav herbicidek öntözővíz és talaj szennyezése (Keresztes és Szépfalusi, 1976) napjainkban is gondot okozott. Az As-tartalomra vonatkozóan Woolson, Axley és Kearney (1971) adatait említjük, a szerzők 58 amerikai talajban (ahol előzőleg As-tartalmú peszticideket használtak 165 ppm átlagértéket, 10 washingtoni gyümölcsös talajmintában pedig 627 ppm-et találtak, szennyeződés legfelső értéke 2500 ppm As volt).

Kearney, Nash és Isensee (1969) egyes peszticid csoportok alábbi csökkenő perzisztencia sorrendjét tették közzé: klórozott szénhidrogének (2–5 év), karbamid, triazin és pikloram (2–18 hónap); benzoésav és savamid herbicidek; fenoxi-ecetsav származékok (1–6 hónap), toluidin, nitril herbicidek; karbamát és alifás sav herbicidek; szerves foszfor tartalmú inszekticidek (2–12 hét).

A zárójelben lévő számok 75–100% lebomlásra vonatkoznak.

A peszticidek perzisztenciáját (és lebomlását) az edafikus, klimatikus tényezők és a peszticidek szerkezetéből adódó fizikai és kémiai karakter együttesen határozza meg. A készítmények horribilisen nagy számát nem tekintve Kaufman (1974) szerint 550–600 különböző peszticiddel (hatóanyaggal) kell számolnunk. Ezekből azonban mindössze 4–5 olyan van, amelynek az anyagcsere „pathway”-je ismert, ezek közül is némelyiknek csak *in vitro* és nem *in vivo* – a talajban (Kaufman, 1974). A peszticidek lebontási módjaival, fizikai és kémiai vonatkozásaival, sőt a talajban történő kémiai lebontással (Armstrong és Konrad 1974) itt nem célunk foglalkozni. Az utóbbira vonatkozóan megjegyezzük, hogy a peszticidek lebontásában újabbán az ediginél nagyobb jelentőséget tulajdonítanak a *nem biológiai folyamatoknak*, de a tudomány jelenlegi állása szerint a *peszticidek talajbani lebontásának fő útja mikrobiológiai*. Természetesen a biotikus és abiotikus tényezők együttes meghatározó szerepét kell szem előtt tartani.

1.3.2. Peszticidek mikrobiológiai lebontása, a lebontásban résztvevő mikroszervezetek

A talajmikroorganizmusokat, peszticidek lebontásában (vagy részleges lebontásában) vitt szerepük demonstrálására az 1977-ig közölt irodalmi adatokat feldolgozva az identifikált mikroorganizmusokat, a szerzőket, a jobb áttekinthetőség kedvéért táblázatban (v.ö.: Peszticidek lebontásában részt vevő talajmikroorganizmusok) foglaltuk össze. Jóllehet a táblázat az 1977-ig megjelent vonatkozó irodalmi adatokból azok háromnegyed részénél többet tartalmaz, szükséges megjegyezni, hogy igen sok itt nem közölt olyan adat is áll rendelkezésünkre, amely csak baktériumok vagy mikroszkópikus vagy egyéb mikroszervezetek általi peszticid bontására utal direkt vagy indirekt módon.

Peszticidek lebontásában résztvevő talajmikroorganizmusok

	Baktériumok	Sugérgombák	Mikroszkópius gombák	Algák	Szerzők
FUNGICIDEK					
PMA	Mikroorganizmusok Pseudomonas fajok Arthrobacter				Kimura és Miller 1964, Matsumara, Gotoh és Boush, 1971. Tonomura, Maeda, Futsi, Nakagami és Yamada 1968. Furukova Suziki, Tonomura, 1969. Tonomura és Kanzaki, 1969. Balicka, Kosinkiewicz és Stankiewicz, 1974.
RC (lindán-fenil-merkuri-acetát)					
TMTD			Fusarium roseum		Cox, Sisler és Spurr, 1951. Sisler és Cox 1954
ditiokarbamátok	mikroorganizmusok				Sijpesten, Kaslander és van der Kerk 1962. Sijpesten és van der Kerk, 1964. Sijpesten és Vonk, 1970
PCNB	mikroorganizmusok				Chacko, Lockwood és Zabik 1966. Menzie 1969.
kloroneb			Rhizoctonia solani Neurospora crassa		Hock és Sisler, 1969

Baktériumok	Sugárgombák	Mikroszkópikus gombák	Algák	Szerzők
2-klor-4-(hidroxil- -Hg,-/fenol (Semesan) metil- -Hg-diciánamid (Panogen)		Penicillium sp. Aspergillus sp.		Spanis, Münnecke és Solberr, 1962
kloranil		Aspergillus niger Neurospora crassa Mucor sp.		Zweig és Hitt, 1968
dëxon		Rhizoctonia sp.		Tolmeoff, 1962
INSZEKTICIDEK				
Szerves klórtartalmúak: DDT	Nocardia eryth- ropolis és 5 Streptomyces asp	+		Chacko, Loxkwood és Zabrik, 1966
aldrin dieldrin	Hydrogenomo- nas sp. + (anaerob)	Mucor alternans + (anaerob) Trichoderma Fusarium		Focht és Alexander, 1970 Anderson, Lichtenstein és Whittingham 1970, Hill és McCarty 1967 Tu, Miles és Harris, 1968

Baktériumok	Sugárgombák	Mikroszkópius gombák	Algák	Szerzők
dieldrin dieldrin (CO ₂ képződéssel)	Pseudothomas sp	Trichoderma Köningi		Matsumura, Boush és Tai, 1968 Boxby, Boush és Matsumura 1971
heptaklór epoxid	Bacillus, micro- monospora	Rhizopus, Fusarium, Penicillium, Trichoderma		Miles, Tu és Hennis, 1969
dieldrin (fotoizomer)		Penicillium notatum		Korte és Porter, 1970
lindan	Clostridium sporogenes Escherichia coli Clostridium sp.			Allan 1955 Sethunathan, Bautista és Yoshida, 1969
endrin	Aerobacter aerogenes Pseudothomas aeruginosa	Pseudothomas sp. + (25 egyéb mikro- organizmus)		Dazzio, 1968 Matsumura, Khan-Vilkar, Patil és Boush, 1971
izobenzán endoszulfán	+	+		Korte és Stiasin, 1964 Martena, 1972
Szerves-foszfortartalmúak:				
dimefox shradan forát	Pseudothomas fluorescens Thiobacillus thiooxidans	Torulopsis utilis		Ahmed és Casida 1958.

	Baktériumok	Sugárgombák	Mikroszkópus gombák	Algák	Szerzők
paration	<i>Pseudomonas waksmani</i> <i>Pseudomonas</i> sp.		élesztők		Rao és Sethunathan 1974. Sida- ramappa, Rajaram és Soth nathan 1974 Lichtenstein és Schulz 1964
paration, metil-, etil- paration	<i>Bacillus subtilis</i>		<i>Trichoderma vi- ride</i>		Yasuni, Sasa, Uchida 1965 Matsumura és Boush 1968
bromofosz			<i>Aspergillus niger</i> <i>Fusarium solani</i> <i>Rhizopus</i> <i>nigricans</i> <i>Alternaria tenuis</i> <i>Trichoderma</i> <i>lignorum</i> <i>Trichoderma</i> <i>viride</i>		Stenersen 1969
malation	<i>Pseudomonas</i> sp. <i>Arthrobacter</i> sp. (és más bakt.)				Matsumura és Boush 1966 Walker és Stojanovic 1974
diazinon hidrolízis termékét diklóroosz (DDVP) triklórfon fonofosz (Dyfonate)	<i>Pseudomonas</i> , <i>Arthrobacter</i> <i>Pseudomonas</i> melophthora több mikroor- ganizmus		<i>Streptomyces</i>		Gunner 1967 Boush és Matsumura 1967 Matsumura és Boush 1968 Zayed, Mostosa és Hassan 1965 Flashinski és Lichtenstein 1974

	Baktériumok	Sugérgombák	Mikroszkópikus gombák	Algák	Szerzők
Karbamátok: karbaril	<i>Pseudomonas melophthora</i>		<i>Fusarium solani</i> <i>Aspergillus terreus</i> <i>Gliocladium roseum</i> , <i>Mucor</i> <i>Penicillium</i> és <i>Rhizopus</i> fajok		Boush és Matsumura 1967 Bollag és Liu 1961 Liu és Bollag 1971 a, b
2-izo-propoxi- -fenil-N-metil karbamát (Baygon)	<i>Pseudomonas</i> sp.				Gupta, Sud, Aggarwal, P. K. és Aggarwal, I. C. 1975
HERBICIDEK					
Nitro-fenolok: dinozeb	<i>Corynebacterium simplex</i> <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Rhizobium le-</i> <i>guminosarum</i> <i>Arthrobacter simplex</i> var. DNOC <i>Arthrobacter</i> sp. <i>Escherichia coli</i> <i>Proteus vulgaris</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>B. subtilis</i>				Gundersen és Jensen 1955 Tewfik és Evens 1966 Gundersen és Jensen 1955 Fewson és Nicholas 1961 Jensen, Laurrup-Larsen 1967 Nehéz, Páldy és Selypes 1977
DNOC					

Baktériumok	Sugárgombák	Mikroszkópikus gombák	Algák	Szerzők
DNP				Madhosing 1961.
<i>Fenoxi-savak és származékaik:</i> (2,4-D-, 2,4-5T, MCPA, silvex, 2,4-DB, diklóprop, szazon 2,4-DEP, erbon, MCPB MCPEs, meoprop 2,4-DEB és 2,4,5-TEs				Fernley és Evans 1959 McRae és Alexander 1963 McRae, Alexander és Rovira 1963 Vlitos 1952 Audus 1950, 1960, etc., Bell 1956, 1957, 1960, Pearce 1958 Loos 1967, Loos, Bollag és Alexander 1967. Loos, Rober és Alexander 1967 a, b, Tidje Duxbury, Alexander, Dawson 1969, Horváth és Alexander 1970, Loos 1969
<i>Pseudomonas sp.</i> <i>Flavobacterium sp.</i> <i>Bacillus cer. var. mycoides</i> <i>Arthrobacter sp.</i> <i>Pseudomonas sp.</i> <i>Achromobacter sp.</i> <i>Flavobacterium sp</i> <i>Corynebacterium sp.</i> <i>Arthrobacter sp.</i> <i>Sporocytophaga sp.</i>		<i>Fusarium oxysporum</i>		
<i>Nocardia opaca</i> <i>Nocardia fajok</i> <i>Nocardia coeliaca</i>		<i>Aspergillus niger</i>		Webley, Duff és Farmer 1955 Webley, Duff és Farmer 1968 Helling, Bollen és Dawson 1968 Byrde, Harris és Woodcock 1956 Byrde, és Woodcock 1957 Faulkner és Woodcock, 1961, 1964, 1965, 1966, Clifford és Woodcock 1964, Bocks, Smith és Norman 1964, Bocke 1967.

	Baktériumok	Sugárgombák	Mikroszkópius gombák	Algák	Szerzők
Karbonsavak: TCA	Pseudomonas Agrobacterium Alcaligenes Micrococcus Bacillus Arthrobacter				Kaufman 1964, Kearney 1964 Karney, Kaufman és Beell, 1964 Kaufman, von Edt és Guardia 1969 a
Benzoe-savak: kloramben dikamba diklobenil 2,3,6-TBA ioxinil	mikroorganiz- musok mikroorganiz- musok Achromobacter sp. Brevibacterium sp. +				Wildung 1967, Wildung, Chesters és Armstrong 1968. Wurzer és Corbin 1968. Pate 1967. Horváth, Alexander 1970 Horváth 1971 Cullimore és Kohout 1974
Anilidek-savamidok: propanil klorozokril karsil alaklór difenamid CDAA	mikroorganiz- musok mikroorganiz- musok		Penicillium sp. Rhizopus japoni- cus Fusarium solani Fusarium oxysporum Fusarium solani Penicillium sp. Trichoderma sp. Trichoderma viride Aspergillus candi- dus		Kaufman és Blake 1973 Sharabi és Bordeleau 1969 Wellnöfer és Safe 1973 Wellnöfer, Safe és Hutzinger 1972 Bartha 1968, 1971, Chiasaka és Kearney 1970 Lanzilotta, és Pramer 1970 a, Blake és Kaufman 1973 Lanzilotta és Pramer 1970 b, Chanal, Bans és Chopra 1976 Kesner 1967, Kesner és Ries 1968

	Baktériumok	Sugárgombák	Mikroszkopikus gombák	Algák	Szerzők
<i>Fenil-karbamátok:</i> profam (IPC)	Arthrobacter sp. Achromobacter sp.				Kaufman és Kesrney 1965 Clark és Wright 1970 a, b
klórprofam	Arthrobacter, Mycobacterium ssp. Pseudomonas, Flavobacterium, Agrobacterium Achromobacter (Pseudomonas strista)		Fusarium Penicillium spp.		McClure 1974 Kaufman és Kearney 1965 Kearney 1965, Moe 1970
<i>Fenil-karbamidok:</i> monuron	Pseudomonas Xanthomonas		Penicillium, Aspergillus spp.		Mill, McGahen, Baker, Finnerty és Bingeman 1955, Hill és McGahen 1955
sziduron liniron	Sarcina Bacillus spp. Pseudomonas spp. +		+ (Aspergillus nidulans)		Beloaco és Langsdorf 1963 Schroeder 1970
monolinuron diuron monuron metobramuron			Talaromyces wartmanii Fusarium oxysporum		Tweedy, Loeppky és Rose 1970

	Baktériumok	Sugárgombák	Mikroszkópikus gombák	Algák	Szerzők
p-brómanilil -p- brómacetanilid fenolbenzuron	Bacillus sp.		Fusarium spp		Tweedy, Loeppky és Ross 1970 Fournier és Soulae 1974
s-Triazinok: atrazin			Aspergillus fumigatus A. Flavecipes. A. uetus, Rhizopus stolonifer, Fusarium oxysporum, Penicillium decumbens, P. janthinellum, P. rugulosum, P. luteum Trichoderma viride		Kaufmann és Blake 1969, 1970
szimazin	Xanthochrous pini, Coriolus versicolor, Penicillium citrinus P. notatum				Charpentier és Pochon 1962 Strzelec 1973
atrazin, szimazin			Aspergillus fumigatus		Kaufman, Kearney és Sheet 1963, 1965 Couch, Gramlich, Davis és Funderburk 1969

Baktériumok	Sugárgombák	Mikroszkópikus gombák	Algák	Szerzők
prometrin szimetrin Cl- és metoxi- triazinok prometrin		Aspergillus fumigatus Aspergillus niger A. tamaru, A. flavus A. oryzae		Kaufman és Pjimmer 1971 Murray és Rieck 1968
monolinuron linuron metobromuron metobromuron	Bacillus sphaericus Bacillus	Trichomyces wortmannii,		Weinöfer 1969 Iweedy, Loeppky és Ross 1970
linuron		Fusarium oxysporum		Engelhardt, Wallnöfer és Plapp 1971, 1972
<i>Más herbicidek hatóanyagok:</i>				
trifluralin	mikroorganizmusok			Funderburk, Schultz, Negi Rodriguez-Kabana és Cure 1967, Probat, Golab, Herberg, Holzer és Parker van der Schans és Tepl 1969
dinitrium		Paecilomyces sp.		Laanio, Kearney és Kaufman 1972, 1973Baldwin, Bray, Geogdegan 1966 Funderburk és Bozart 1967
paraquat endotal PCP	mikroorganizmusok Arthrobacter sp	Trichoderma virgatum +		Sikka 1972 Cserjési 1967

1.3.3. Egyes peszticid hatóanyagok, kombinációk lebomlása

A 600, más szerzők szerint 1000 peszticid hatóanyag és a több tízezernyi készítmény talajbani mikrobiológiai lebontásának a regisztrálása sem lehet a jelenlegi feladatunk, csak a saját munkánkban is gyakrabban tesztelt peszticidek közül néhányat kiemelve, tényszerű közléssel arra szeretnénk rávilágítani, hogy a környezeti feltételektől és egyéb tényezőktől (peszticid karaktere, minősége, vivőanyaga, alkalmazásának módja, a vizsgálati módszerek, stb.) függően milyen sokszor egymásnak ellentmondó eredmények születhetnek.

A kb. 20-féle Hg-tartalmú fungicid közül hétféle hatóanyagot tartalmazó 10 készítményt (köztük két kombinációt) tanulmányoztunk vizsgálataink során. A mellékelt táblázatból kitűnik, hogy mikroszervezetek részt vesznek a Hg-tartalmú vegyületek mobilizálásában, amelyek közül jónéhány gőz formájában tűnik el a talajból. Sajnos azonban a fém és Hg, a szervesen kétértékű higany, a fenil-Hg és az alkoxi-alkil-Hg formák mind átalakulhatnak metil-Hg-á, (Jernelöv, 1969), amely biomagnifikáció révén súlyos egészségügyi problémákat okozhatnak. Jóllehet a Hg-tartalmú fungicidek perzisztenciájáról a bioszférában kevés adat áll rendelkezésünkre (a fenil-merkuri-acetát: PMA 0–6 hónapig volt kimutatható a talajban Kimura és Miller (1964) szerint, de az USA-ban, Japánban, Svédországban, sőt hazánkban is előforduló mérgezések miatt szükséges az általunk is használt vegyületekkel kapcsolatos problémákra utalni (Smart, 1968: 109 irodalmi adatot tartalmazó kritikai elemzése). Szükséges ez azért is, mert a bioszférának ipari Hg-szennyeződése (Hausknecht és Hajduk, 1966) mellett a mezőgazdasági eredetű Hg-szermaradványok is jelentősek, pl. Anderson és Wiklander (1965) szerint kb. 1,2 g Hg/ha kerül a talajba évenként az esővízzel, ami megközelítőleg egyenlő azzal, amit magcsávázáskor használnak. Andersson (1967a, b) 200 svéd talajban 20–920 mg/g talaj Hg-t talált megállapítva azt, hogy a művelt talajok általában több Hg-t tartalmaznak, a feltalaj pedig 5–10-szer többet, mint az altalaj. Nem csak a mezőgazdaságban, de a kertgazdaságban is, ahol huzamosabb időn keresztül permetezőszerként pl. fenil-higany-acetátot használtak, ott a talaj felső 5 centiméterében (almáskert) 1,11 és 0,5 ppm közötti Hg-mennyiségeket találtak (Ross és Stewart, 1962). A Hg-szennyeződés érheti a talaj élővilágát nem csak felülről, de az altalajvízből is, mivel 36 altalajvíz vizsgálata során 20–70 mg/l víz Hg mennyiségeket mutattak ki (Wiklander, 1968, 1969).

Az általunk sokrétűen és hosszú időn keresztül tanulmányozott TMTD szerre és kombinációra vonatkozóan a fungicid lebontásának felezési idejét Kluge (1969) 6–7 hétben állapította meg, de a TMTD-ről más szerzők is megállapították, hogy „nem stabil” a talajban (Richardson, 1954, Münnecke, 1967, Münnecke és Mickail, 1967, Griffith és Mathews, 1969).

Kearney, Nash és Isensee (1969) átlagban 3 évben jelölik meg a lindán talajbani lebomlását. Guenzi, Beard és Viets (1971), akik agyagos vályogtalajban, kéthetenkénti keverés estén 70%, intakt talajban 82% hatóanyagot találtak egy év után és részben Krzymanska és Mackiewicz (1969), akik talajfelszínre juttatott készítmény 17%-át mutatták ki két év után. Ezzel ellentétben perkolációs módszerrel Yule, Chiba és Morley

(1967) az anyag lebontását észlelték hat hónap alatt, valamint Nash és Woolson (1968) agyagos vályog talajban a lindán alkalmazása után még 13–15 évvel is – viszonylag egyenletes eloszlásban – mutattak ki szermaradványt. Edwards (1966) szerint a talajban a leggyakoribb és legperzisztensebb peszticid – DDT és dieldrin után – a lindán. Lichtenstein-Furhremen, Scopos et al. (1967) a borsó gyökerében és levelében, Collett és Harrison (1968) a legelő növényzetében, Chawla és Chopra (1969), Sorghumban, Popov és Denev (1970) a borsó, cukorrépa és gabonafélékben mutatták ki jelenlétét. Végezetül szükséges megjegyezni, hogy a lindán lebontásában döntő szerepet a mikroszervezeteknek tulajdonítanak (Rahu és McRae, 1966; Yule, Chiba és Morley, 1967, etc.) és Bacillus, valamint Clostridium fajok lindán bontását is igazolták (Allan, 1955; Sethunathan, Batutista és Yoshida, 1969).

Ami a diazinon perzisztenciáját illeti, az alkalmazott diazinon fele bomlott el a talajban 2–4 hét alatt (Get- és Rosefield, 1966) és 8%-a maradt 20 hét után; 2,96 kg/ha alkalmazásakor – nem steril feltételek között – 180 napig, 0,29 kg/ha esetén 10 hétig volt kimutatható a talajban (Gunner, Zuckerman, Walker, Miller, Deubert, Longley, 1966). Getzin (1967) szerint 5 hónap múltán 10–15% maradt vissza az inszekticidből a talajban. Kearney, Nash és Isensee (1969) a diazinon perzisztenciáját 12 hétben, Alexander (1969) 9 napban jelölte meg. Stathopoulos, Zenon-Roland, Biernaux és Seutin (1971) szerint a diazinon felezési ideje 25 nap. Olyan talajban, amely még nem kapott diazinon kezelést, 60 napig volt kimutatható (Sethunathan és Pathak, 1972). Harris (1969a) adatai szerint inszekta-tesztel vizsgálva két héten belül eltűnt a talajból. A szerves foszfor-tartalmú inszekticidok közül viszonylag a diazinon bizonyult a legnagyobb mobilitásúnak (Harris, 1969b). Ritter és munkatársai (1974) úgy találták, hogy könnyen kimosódik a talajból. A felsorolt idézetek is (a fentiekben már megvitattott) különböző módszerekkel és körülmények között mért, részben ellentmondó eredményeket szolgáltatató vizsgálatokat demonstrálnak. A diazinonra vonatkozó mikrobiológiai, talajtani és kémiai vonatkozású irodalmat másutt részletesebben megtárgyaltuk (Kecskés, Hargitai, Farkas, Tóth, 1977).

A diquat Boon (1964) szerint az agyagásványokkal való kicserélődés következtében a legtöbb talajjal, ha kontaktusba kerül (Gamar és Mustafa, 1975) azonnal inaktiválódik (főleg kation kicserélődéssel, Haris és Warren, 1964, Weber, Perry és Upchurch, 1965) és nehezen deszorbeálódik (Harris, 1963) és a növények számára felvehetetlenné válik, bár nagyobb koncentrációban adagolva fitotoxikus. Adszorpcióját humusz-vegyületeken főleg humuszsavon Khan (1973, 1974), adszorpcióját, deszorpcióját agyagásványokon (Coats, Funderbuck, Lawrence és Davis, 1966, Weber, Ward és Weed, 1968) ligninen, növényi gyökereken (Radaeli és Fusi, 1968) egyaránt bizonyították. Weber és Coble (1968) szerint talajszűrlettel oltva az oldatot, agyagásvány nélkül a diquat 10 nap alatt lebomlott, a montmorillonit a mikrobiológiai bomlást gátolta, a kaolinit nem, jóllehet mindkettő adszorbeálta a hatóanyagot.

Kearney, Nash és Isensee (1969) a 2,4-D perzisztenciáját 1 hónapban jelölték meg, ugyanakkor Alexander (1969) 4–18 hónap perzisztencia intervallumot állapított meg. Ez utóbbi tűnik reálisnak, mivel az adott körülmények: a talaj – az ökoszisztémák különbsége – döntően befolyásolhatja a lebomlás sebességét. Jensen és Petersen (1952)

szerint folyékony kultúrában 100 mg/l mennyiség 2–3 hét alatt bomlott le. Mind Alexander (1969), mind Kearney, Nash és Insensee (1969) egyéb fenoxi herbicidek lebomlását sokkal lassúbbnak találták. Rogoff és Reid (1952) pl. megfigyelték, hogy a 2,4-D aminosója nehezebben bomlik le, mint a Na-só, — de a tiszta 2,4-D és a kereskedelmi Dikonirt lebontására utaló összehasonlító vizsgálati adatokat eddig nem találtunk.

A linuron vonatkozásában is eltérő adatokat közölnek. A talajadszorpciót mint lényeges (Walker, 1973; Moyer, Hause és McKone, 1972) illetve mint bomlást nem befolyásoló tényezőt tekintik (Hance, 1974; Geisebühler, Haselbach és Asbi, 1963), a talaj szervesanyag-tartalma egyes szerzők szerint a linuron bomlását fokozza (Savage, 1973), mások szerint nincs rá hatással (Hance, 1973). (Usoroh és Hance, 1974), Zöld-, istálló- és műtrágyák linuron bomlására gyakorolt kezdeti kedvező hatását állapította meg Beckmann és Pestemer (1975a); közülük a műtrágya csökkentette a linuron terméredukáló hatását (Beckmann és Pestemer (1975b)). A bomlás sebességét illetően, mivel a sebességi állandókat a szerzők általában nem adják meg, az adatok alig hasonlíthatók össze. Savage (1972) szerint 13 nap alatt elbomlik, Bartha és Pramer (1969) 40 napig nem észlelt csökkenést, Geisebühler és Guth (1970) 5 hónap alatt 80%-os, Fryer és Kirkland (1970) 8 hét alatt 50–70%-os, Samosvat (1970) 4 hónap alatt 93–95%-os, Majumdar (1969) szintén 4 hónap alatt 79–94%-os bomlást állapított meg. Kearney, Nash és Insensee (1969) 4 hónapi perzisztenciát, Stecko (1972) 1 év alatt a linuron teljes lebomlását észlelte, míg Morris és Penney (1971) szerint a linuron egy éven túl is megmaradhat a talajban.

A bomlást főleg mikrobiológiai jellegűnek tekintik. A baktériumok és a mikroszkópikus gombák egyaránt képesek lebontani a linuront (Börner, Burgmeister és Schröder, 1969; Schröder, 1970: pl. *Aspergillus nidulans*). Vizsgálták a *Bacillus sphaericus* (Engelhardt, Wallnöfer és Plapp, 1971; Wallnöfer, 1969), *Rhizoctonia solani* (Weinberger és Bollag, 1972), *Arthrobacter globiformis* (Kosinkiewicz, 1973) bontóképességét. A mikrobiológiai hatástalanítás során először demetilezés, majd metoxilezés játszódik le (Roes és Tweedy, 1973, Wallnöfer, Safe és Hüttinger, 1973), a végtermékként keletkező 3,4-diklór-anilin azonban nem gyűlik fel a talajban, hanem tovább bomlik (Börner, 1967). A linuronra vonatkozó szakirodalmat tanulmányozva megállapítható, hogy a bomlást befolyásoló fizikai (adszorpció-készség, hőmérséklet), kémiai (pH-érték, szervesanyag-tartalom) és mikrobiológiai (talajpopuláció sűrűsége, összetétele) tényezők összességéből vizsgáltak egy, vagy néhány faktort, ami természetesen ez esetben is megnehezíti a fenti tényezők egymáshoz való viszonyának mennyiségi értékelését.

A trifluralinnal kapcsolatosan üvegházi körülmények közötti perzisztenciájáról (Brady, 1965), más herbicidekhez viszonyított közepes perzisztenciájáról (Horovits, 1969), a maradványok későbbi felhalmozódás nélküli kezdeti fitotoxicitásáról (Burnside, 1974) találunk adatokat. Parka és Tope (1969) 1–4 évi alkalmazás során sem tapasztaltak felhalmozódást. Savage és Barrantine (1969) 40 hét után 3–45%-nyi maradványt mutatott ki. Menges és Tamer (1974) öntözött homokos vályogtalajban 12 hónap után nem talált szermaradványt.

A talajhoz való közepes adszorpciójára (Brady, 1965), különböző adszorbensekhez való erős kötődésére (Grover, 1974), általában adszorpció-készségére találunk utaláso-

kat (Petrosanti, Tafuri, Businelli, 1969; Horovits, Hulin és Blumenfeld, 1974), amely természetesen mért aktivitásával szoros összefüggésben van.

A diuron talajbani perzisztenciáját Kearney, Nash és Isensee (1969) 8 hónapban, Alexander (1969) 15 hétnél kevesebb időben jelöli meg. Az atrazinét Kearney, Nash és Isensee (1969) 10 hónapban, Alexander viszont ennél jóval több – 17 hónapban – adja meg. Ugyancsak az atrazinra vonatkozóan 3–5 kg/ha dózis alkalmazásakor csak csekély szermaradványt határozott meg 15–20 cm-es mélységben Baumeister és Hurle (1975). Sirons, Frank és Sawyer (1973) 12 hónap múltán dietilált, dezizopropilált formába átalakult atrazint határozott meg.

1.4. Kombinációk, interakciók

Az intenzív mezőgazdasági termelés során már a kombinációk használatakor (Kaufmann, 1970, 1974) számos interakció fordulhat elő, pl. dalapon és inszekticidek (diszulfoton, forát, karbaril) együttes alkalmazása fokozza az *Avena sativa* elleni fitotoxicitást (Nash, 1967). Az atrazin és inszekticidek (DDT, diazinon, paration, karbofuran) vonatkozásában a *Drosophyla melanogaster* mortalitása fokozódott (Lichtenstein, Liang és Anderegg, 1973), amely szinergetikus hatás a paration és DDT + atrazin esetében nagymértékben függött a környezeti tényezőktől (Liang és Lichtenstein, 1974).

Kaufman (1966) megfigyelte, hogy a dalapon mikrobiális degradációja csökkent amitrol jelenlétében, amely gátlóhatás dalapon-bontó mikroorganizmusokban gazdag talajban csökkent. Szintén Kaufman (1970) mutatta ki, hogy a talajmikrobáknak a fenil-karbamát herbicideket hidrolizáló enzim rendszerére a metil-karbamát peszticidek kompetitív módon gátlók. Priest és Stephens (1975) PCMC talajbani lebontásának klórprofám általi gátlásáról ad hírt, amely időben 7,5–20 napig fokozódott, sőt 40 napig tartott.

Bartha (1969) interakciók okozta hibrid termékekről számol be propanil és Solan esetében.

Szükséges hangsúlyozni, hogy peszticid interakciókkal távolról sem csak kombinációk alkalmazásakor, sőt igen sok esetben különböző peszticidek ugyanazon talajra, talajba vitelekor merülhetnek fel igen fontos kölcsönhatások, amit a fenti példák is bizonyítanak.

1.5. Peszticidok hatása a mikroorganizmusok és a magasabbrendű növények közötti kölcsönviszonyokra

1.5.1. Pillangós-rizobium szimbiózis

A fungicidek magkezelésre való felhasználásával egyidejűleg a rizobiumokra gyakorolt hatásuk tanulmányozása is kezdetét vette.

Üvegházi kísérletekben Müller és Stapp (1926) szerint a Uspulun, Germisan, szublimát, Fungolit, réz-szulfát és formaldehid nem gyakoroltak káros hatást a *Trifolium*, *Glycine* és *Pisum* növények rizobiumaira tenyészedény kísérletben. Kadow, Allison és Anderson (1937) Semesannal, réz-oxiddal és Vasco 4-gyel folytatott üvegházi kísérletei során folyékony rizobium oltóanyaggal oltott *Pisum* növények gumóképződését az itt megadott fungicidek csökkenő sorrendben gátolták és a szerzők megállapították, hogy az optimális nedvességviszonyok között ezek az anyagok megakadályozták a gumóképződést. Más esetben (pl. ha a baktériummal a talajt és nem a magot oltották) a hatás nem volt kedvezőtlen. Appleman (1941) az oltás utáni vetés időpontjától függően pozitív és negatív eredményeket kapott, amikor a Ceresan, a Semesan és a Cuprocide hatását tanulmányozta *Glycine* és *Pisum* növények gyökérgumó-képződésére, üvegházi feltételek között. Burton és Erdman (1941) úgy találták, hogy a Sperguson magkezelések, a különböző rizobiumos oltóanyagok alkalmazása után a *Pisum* növényegyedek gumóképződése megfelelő volt. McNew (1941), McNew és Hofer (1942) üvegházi vizsgálatai szerint *Pisum* növények esetében Cuprocide, Semesan, Ceresan és Sperguson fungicidek közül csak az utóbbi alkalmazható a rizobium oltással együtt. Baur (1949) Spergusonnal kezelt *Pisum* magvakból fejlődő (előzőleg rizobiummal különféle módon oltott) növényeknél nem tapasztalt különösebb gátlóhatást, jóllehet a kontroll növények gyökérgumó-képződése erőteljesebb volt. Allison és Torrie (1944) *Medicago* és 5 *Trifolium* fajtával végzett magcsávázást New Improved Ceresan, Sperguson és Arasan fungicidekkel, rizobium oltás nélkül, szerintük ezek az anyagok nem gátolták a rizobiumok gumóképződését. Miller (1945) azt tapasztalta, hogy a Sperguson kezelés csökkenti az *Arachis* gumóképződését. Milthorpe (1945) Ceresan, Cuprox és Sperguson csökkentő gátló sorrendet állapított meg a *Pisum* magkezelés és szuszpenzió formában oltott rizobiumok együttes alkalmazása esetén. Kernkamp (1948) szerint a Sperguson, a Semesan Fr. és a New Improved Ceresan nem csökkentette sem a *Glycine max.* gyökérgumó-képződését, sem annak termését. Vlitós és Preston (1949a) Ceresan, Ceresan M, Dow GB, Phygon és Sperguson magkezeléses és rizobiumoltásos üvegházi kísérleteiben *Medicago*, *Phaseolus*, *Vicia faba*, *Pisum*, *Trifolium* és *Vicia sativa* növények közül többnek a gyökerén képződtek gumók, mint a kontroll növények gyökerén. Hofer (1958) azt észlelte, hogy a Ceresan M teljesen, majd a Phygon és a Sperguson csökkenő sorrendben gátolták a lóhere gyökérgumóképződését, amelynek magvait humusz + tőzeg rizobiumos oltóanyaggal is oltotta. Wells (1961) adatai szerint *Vicia faba* és a limabab gyökérgumóképződésére nézve a Peronax toxikus hatású, a Ziram enyhén toxikus, a Coprantol pedig stimuláló hatású volt. Hofer és Crosier

(1962) úgy találták, hogy a Captan és a Thiram nem gátolja a Medicago gyökérgumóképződését. Wrobel (1963) kísérleteiben a Panogen és a Ceresan a Lupinus luteus gumóképződését és a növények fejlődését késleltették, a szárazanyag termését pedig csökkentették. Hatásuk enyhébb volt a Lupinus albus és L. angustifolius esetében. A Fungitox, az Or, a Thiuram és a Fungitox T nem gátolták a Lupinus fajok gumóképződését. A Panogén a Pisum egyedekre gátlóhatást fejtett ki, a Ceresan nem befolyásolta ugyanezeknek a növényeknek a gumóképződését és a nitrogén kötését, de a növények fejlődését és szárazanyaghozamát csökkentette. A Fungitox T és a Thiuram nem fejtettek ki káros hatást.

Szabadföldi viszonylatban elsőként Duggar (1935) közl. adatokat a szóbanforgó tárgy körökből. Ő Semesan, rézszulfát, bórsav, higanyklorid és kénsav csávázószerek Pisum fajták gyökérgumóképződésére gyakorolt stimuláló és depresszív hatását mutatta ki; rhizobium oltóanyagot nem használt. Ezt követő évben Buchholz (1936) pontosabban nem definiált szerves higany porcsávázószert használ Medicago magvak csávázására. Az oltás után talált gumókat mind az oltott, mind az oltatlan magon fejlődött növények gyökerén, de mivel egyéb vizsgálatokat nem végzett, adatait fenntartással kell figyelembe venni. Kadow, Allison és Anderson (1937) úgy találták, hogy a Semesan, a rézoxid és a Vasco-4 preparátumok nem befolyásolják a Pisum egyedek gyökérgumóképződését. Litynski (1937) nehéz vályog talajon végzett vizsgálatai szerint a formaldehiddel ellentétben, a Ziamik, a rézszulfát, a higany-klorid és az Upsulum gátolták a Phaseolus növények gyökérgumóképződését és termését csökkentették.

Albrecht (1944) Arachis-szal végzett Ceresan és Spergon magcsávázást és úgy találta, hogy a fungicidek a gyökérgumóképződést nem gátolták. Allison és Torrie (1944) Medicago, Melilotus és Trifolium magvakat New Improved Ceresannal, Arasannal és Spergonnal; Allington, Kent, Tervet és Köhler (1945) pedig Glycine magvakra alkalmazták ezeket a szereket és gátló hatást nem tapasztaltak. Ugyancsak Glycine max-szal végzett előkísérleteket Kernkamp (1948) New Improved Ceresant, Semesan Fr-t és Spergont alkalmazva csávázószerként és nem észlelt változást a gyökérgumók számában. Adair, McClelland és Cralley (1950) New Improved Ceresan, Arasan, Semesan Fr, valamint Spergon csávázószereket alkalmazva megállapították, hogy ezek nem fejtettek ki káros hatást a Glycine max egyedekre.

Az itt felsorolt irodalmi adatok eredményeinek az értékelése és összehasonlítása első-sorban módszertani elégtelenségük és különbözőségük miatt igen nehézkes, mivel a rhizobium oltást agar-géles módszerrel (Allington, Kent, Tervet és Köhler, 1945, Scharvelle, Young és Shema 1942), nedves módszerrel (Kernkamp 1948), száraz módszerrel végezték, kereskedelmi oltóanyagot használva (Vlitos és Preston, 1949a, Adair, McClelland és Cralley, 1950), vagy egyáltalán nem használtak rhizobium oltóanyagot (Allison és Torrie, 1944). A kísérletek leírása sokszor szűkreszabott, így úgyszólván mindig hiányzik pl. a talajtípusnak, amelyen a vizsgálatokat végezték, legalább a vázlatos leírása, de egyáltalán az erre való utalás is. A kísérletek értékelésével kapcsolatosan meg kell jegyeznünk, pl., hogy mindössze Baur (1943) ad (üvegházi és szabadföldön végzett vizsgálatok) szárazanyagtartalomra vonatkozó adatokat. Kernkamp (1949) pl. eredményeit kizárólagosan csak a gyökérgumók száma alapján regisztrálta.

Vicia sativa-val és a *R. leguminosarum*-mal végzett kísérleteink szempontjából leginkább Vltos és Preston (1949a) *Vicia sativa*, *Pisum*, *Vicia faba*, *Trifolium*, *Phaseolus* és *Medicago* növényekkel végzett magkezelés (Arasan, Ceresan M, Eow GB, Phygon, Spergon) és magoltásos („száraz” Nitragin oltóanyag) vizsgálatokat és megállapította, hogy a rizóbiumok gyökérgumóképződését a Ceresan M kivételével a tanulmányozott fungicidek nem akadályozták, jóllehet mintegy ellentmondásként megállapítja, hogy a fungicidekkel kezelt növények oldalgyökerein (késleltetett gumóképződés) képződtek csak gumók, és csak azoknak a növényeknek a főgyökerén talált gumókat, amelyek kezeletlen magvakból nőttek. Scharvelle et al. (1942) *Pisum* fajtákkal, valamint Spergonnal és New Improved Ceresannal végzett kísérletei a Spergon és egy esetben a Ceresan állománynövelő hatását demonstrálják, hozzá kell fűznünk azonban azt, hogy baktériumgél oltóanyagot használt, és amikor ezt Spergonnal együtt alkalmazta, nem tapasztalt termésmnövekedést. Baur (1943) eredményeiből, amelyet Spergonnal kezelt és rhizobiummal (nedves módszerrel) oltott *Pisum* magvak vizsgálata során nyert, a Spergon gumóképződést redukáló hatása mellett a fungicid kezelés és rhizobium oltás összeférhetőségét is kétségbe vonta, amivel azonban így általános tételként kimondva nem érthetünk egyet. Az „indirekt” oltási módszere pedig szintén kívánnivalót hagy maga után.

Bjalfve (1960) exp. medel N^o 1 (1), No 4 (2); Panogen (3) Dry seed dressing (4), Betoxin (5), exp. medel N^o 3 (6), Sublimatformalin (7), TMTD (8), exp. medel N^o 2 (9), Certosan (10), Uspulum por (11), Prosat (12), Abavit Neu 442 (13), Semenon (14), Lunasan (15), Spergon (16), és Sanogran (18) magkezelések a *Pisum* gyökérgumóképződésére a felsorolás emelkedő sorrendjében fejtettek ki növekvő gátló hatást. A Panogen exp. medel N^o 1 és N^o 4, valamint a TMTD (ez utóbbi csak 10%-ban) kivételével, a fenti szerek késleltetett mellékgyökérgumó-képződést okoztak. A szerző annak a véleménynek ad kifejezést, hogy a fungicid kezelés és rhizobium oltás együttes alkalmazása nem gazdaságos. Ha fungiciddal kezelt zabot és rhizobiummal oldott lucerna magvakat elkülönítve vetett el, akkor az Arasan kevésbé gátolta a gyökérgumó-baktériumokat, mint a Panogen és Certosan.

Újabban különösen *Glycine max*-szal végzett vizsgálatok látnak gyakrabban napvilágot: Diatloff (1970a, b), Kapusta és Rouwenhorst (1973), Nery és Döbereiner (1975 cit. Bakondi-Zámory és Gartner-Bánfalvi, 1977), Bakondi Zámory és Gartner-Bánfalvi (1977) továbbá Kiss, Papp, Bakondy-Zámory és Gartner-Bánfalvi (1977).

Inszepticidek

Applemen és Sears (1946) a DDT pillangósok gyökérgumóképződésére gyakorolt stimulatív hatásáról, Wilson és Choudhri (1948) és Abou El-Fadl és Fahmy (1958) a DDT, a HCH és a Toxaphene gyökérgumóképződést gátló hatásáról számolnak be.

A klórozott szénhidrogének pillangós-rhizobium szimbiózisra gyakorolt hatását illetően különböző dózisos gumóképződést stimuláló és főként gátló hatásáról, a gumóképződés és a biológiai produkció közötti aránytalanságokról találunk adatokat: Fults és Payne (1947), Simkover és Shenefeld (1951), Braithwaite, Jane és Swain (1958), Eno és Everett (1958), Sanchez (1964), Taha, Mahmoud, Hamed (1966), Taha, Mahmoud Salem (1967), Pareek és Gaur (1970) Selim, Mahmoud, Mokadem (1970).

A klórozott szénhidrogének a szerves foszfortartalmú inszekticidek és a karbamátok összehasonlító vizsgálatára, ill. a nem klórozott szénhidrogénekre vonatkozó megjelent munkák közül pl. Goss és Shipton (1965) cikkét említhetjük meg a magcsávázószerként használt, számos pillangós gumóképződését erősen gátló Rogor hatásáról. Továbbá Taha, Mahmoud és Hamed (1966) dolgozatát a *Vicia faba* gumóképződését serkentő Sevin hatásáról. Továbbá Diatloff (1970b) podzolos agyag talajban a *Centrosema pubescens*re vonatkozó eredményeit. Diatloff szerint a magcsávázószerként alkalmazott lindan, endrin, dieldrin, isobenzan és különösen a dimetoát gátolta a gumóképződést, illetve redukálta az oltás hatását. Salem, Szegi és Gulyás (1971) talajfertőtlenítőszerként adagolt lindán, Dyfonat és Basudin *Trifolium pratense* és *Medicago sativa* gyökérgumóképződésére gyakorolt hatását tanulmányozták oltással kombinálva, csernozjom és homoktalajon, tenyészedenyekben. A talajviszonyok nagymértékben befolyásolták az inszekticidek pillangós növényekre, gyökérgumóképződésükre kifejtett hatását.

Taha, Mahmoud és Salem (1972) az Endrin és Dipterex *Vicia faba* és *Lens esculenta* gyökérgumóképződésére, szárazanyaghozamára és nitrogénkötőképességére gyakorolt stimuláló hatásáról számolnak be.

Gawad, El-Minshawy és Zeid (1972, 1973) vizsgálatai szerint az emelkedő lindán, DDT és heptaklór dózisok csökkentették a *Vicia faba* és *Trifolium alexandrianum* gyökérgumóképződését, laboratóriumi talaj-modell kísérletben. A *Vicia faba* gyökérgumóképződését már 10 ppm Temik is gátolta, a Thimet pedig csak 50 ppm dózisban. Szabadföldi kisparcellás kísérletben a normál szántóföldi dózisban alkalmazott Thimet, lindán és Temik nem gátolta a *Trifolium* gyökérgumóképződését. A karbofuran, a timet, a dazomet és a heptaklór gyakorlatban alkalmazott dózisa nem gátolták a *Rhizobium-Arachis* gumóképződését (Kulkarni, Sardesphande és Bagyaraj 1974).

Herbicidek

Payne és Fults (1947) a 2,4-D *Phaseolus vulgaris*, Carlyle és Thorpe (1947) 2,4-D-sók különböző pillangós növény gyökérgumóképződését gátló hatásáról számolnak be. Ami a gyökérgumóképződést illeti, Mickovszki (1966) megfigyelte, hogy a hormon herbicidekkel szemben a *Medicago sativa* sokkal érzékenyebb volt, mint a *Trifolium repens*. Garcia és Jordan (1969) a *Lotus corniculatus* gumóképződésének és N-kötésének 2,4-DB gátló hatásáról ad hírt. Abou El-Fadl és Fahmy (1958a) szerint az MCPA és a 2,4-D a *Vigna sinensis* gumóképződését szignifikánsan nem csökkentette. Szabó (1964) szerint mezőszéki talajon a *Pisum arvense* gyökérgumóképződését, rhizobiumainak számát és méretét az A-1114 és az Aretit redukálta. Nepomilujev, Bebin és Kuzyakina (1966) úgy találták, hogy a klorazin, Dinamene, Butophene és Alipur – indirekt módon – a *Vicia faba* növekedését elősegítve fokozták a gumóképződést. Avrov (1966) kukorica kultúrában három éven keresztül adagolt szimazin borsó vetésre gyakorolt (negyedik év) negatív hatásáról ad hírt. *Rhizobium lupini* törzsekben hiányos podzol talajban a szimazin rekkommendált dózisa, *Lupinus* rhizobium oltás esetén a növények súlyát növelte. Rankov, Elenkov, Surlekov és Velev (1966) megfigyelték az Aresin, az Aretit, az A-1803 és a Prometrin preparátumok *Phaseolus* gumóképződését stimuláló hatását,

a *Rhizobium* populációt *Pisum* vetésekben a fenil-karbamid, az atraton és a trietazin redukálta és prometrin nem (Mihajlova, 1968). A trifluralin vetés előtt közvetlenül alkalmazva a *Vicia faba* gumóképződését gátolta (Gafar, Hamdi és Tewfik, 1969), vetés előtt 27 nappal alkalmazva stimulálta (Hamdi és Tewfik, 1969). Kust és Struckmeyer (1971) pedig a trifluralin *Glycine max.* gumóképződését, növekedését csökkentő hatását figyelte meg üvegházi kísérletekben. Ugyanakkor Lopez és munkatársai (1971) adatai szerint a trifluralin és EPTC a *Phaseolis* gumóképződését nem gátolták sőt, Dunningan és munkatársai (1972) is azt találták, hogy a trifluralin és egyéb preemergens talajherbicid mint az alaklór, az amiben, a DCPA és prometrin a gyakorlatban alkalmazott dózisban nem gyakorolt kedvezőtlen hatást a *Glycine max.* – *Rhizobium japonicum* szimbiózisra. Hauke-Pacewiczowa (1969, 1970) megfigyelte, hogy már 0,01 (0,05 és 0,1) ppm szimazin dózis jelentősen gátolta a *Medicago*, *Trifolium*, *Seradella* és *Pisum* fajok zöldtömegét, a megkötött N mennyiségét és a gumóképződést.

A szimazin növekvő dózisa a *Phaseolus* gumók számát és méretét csökkentették, de e káros hatás idővel mérséklődött (Makawi és Hassan, 1971). Sud, Kumar és Gupta (1973) a *Rhizobium leguminosarum*ot rezisztensebbnek találták a TCA és a dalapon nagyobb koncentrációval szemben, mint a *Pisum sativum*ot.

Salem (1974) szerint a DNBP, a linuron, a nitralin, a terbutol és a klortal-dimetil preparátumok nem voltak hatással a rhizobiumokra, még ha a gyakorlatban használt dózis többszörösét is alkalmazta és a készítmények a *Vicia faba* N-kötését sem redukálták.

A herbicidek pillangós-rhizobium szimbiózisra gyakorolt hatását a herbicidek és *Lupinus* fajok (*albus* + *luteus*) és a *Rhizobium lupini* szimbiózisát véve modellként laboratóriumi és szabadföldi kísérletekben tanulmányoztuk. Sokirányú vizsgálataink során a herbicideknek a *Lupinus* kultúrkonsoziáció gyomflórájára és a *Lupinus* fajok N- és fehérjetartalmára kifejtett hatását is regisztráltuk.

E kérdések biológiai alapoktatási, valamint mezőgazdasági gyakorlati fontossága ellenére a tárgykörben viszonylag csekélyszámú publikáció jelent meg, amelyek szórva-nyos és eltérő eredményei bizonyos mértékig a *Lupinus* fajok nagyfokú herbicidérzékenységével (Vossen 1959, Taylor, 1961, Ubrizsy, 1962a, b, Koloszova, 1962, Hamann, 1964, Domanska és Napiorkowska, 1966, Zablocki, 1966, Demby, 1968, Krivosej és Kirilova, 1970, Napiorkowska, 1970, Gimesi és Ubrizsy, 1971) is magyarázhatók.

Annak ellenére, hogy a herbicideknek a *Lupinus* fajok szimbiota partnerére, a *Rhizobium lupini* törzsekre gyakorolt hatását illetően is több közlemény látott napvilágot (Fletcher és Alcorn, 1958, Skrdleta, Vintikova és Sroge, 1964, Vintikova, Skrdleta és Srogl, 1965, Kaszubiak, 1966, Avrov, 1966, Mihajlova, 1968, Avrov, Belous, Zsubrina és Kaverkin, 1968, Kruglov és Paromenszkaja, 1972, Paromenszkaja, 1975) a felmerülő számos, tisztázásra váró feladat miatt a felvett kérdéskomplexum vizsgálatát produkcióbizológiai, ökológiai és környezetvédelmi szempontból egyaránt rendkívül fontosnak és aktuálisnak találtuk.

A pillanagósvirágú kultúrák vegyszeres gyomirtására nézve hazai vonatkozásban Ubrizsy (1962a, b), Gimesi (1964, 1965, 1969, 1971, 1972 és 1975), Gimesi és Ubrizsy (1964), valamint Ubrizsy és Gimesi (1969) végeztek széles körű vizsgálatokat.

Ami az agrárökoszisztémák gyomnövénytársulásainak évtizedekre visszanyúló hazai cönológiai és ökológiai vizsgálatát, valamint a Nyírségre vonatkozó ezirányú gazdag információt felölelő irodalmat illeti, az egyik legutóbbi közleményünkre (Borbély, F., Borbély, I., Elek és Kecskés, 1976) utalunk.

Munkánk megkezdésekor már találtunk adatokat a pillangósok és más kultúrnövények N-tartalmának herbicidek hatására bekövetkező növekedéséről, ill. változásáról. Így pl. Cooke (1955) pillangósok oldható és „összes” N-tartalmának monuron hatására történő növekedéséről és egyben cukor- és pektintartalmának csökkenéséről számolt be. Ezenkívül főként szimazinra vonatkozóan jelentek meg közlemények: a szimazin és hidroxiszimazin a kukorica esetében (Ries és Gast, 1965), a szimazin és atrazin a kukoricásiló N-tartalmát emelte, Fint és Fletchal (1967) szerint 5 hét után. A herbicidek és N-tápadagok közötti kölcsönhatások viszonylatában pl. Freney (1965) közölt adatokat arra, hogy 1,5 ppm szimazin üvegházi kísérletben növelte a kukorica N-felvételét akkor, ha N-t adagolt a talajhoz.

Ries, Larsen és Kentworthy (1963) az amitrol-rodamid dal kevert szimazin N-tartalom növekedést elősegítő hatását barack és almafa levelekben, Karnatz (1964) gyümölcsfák leveleiben, Conner és White (1968) pedig a *Pinus elliotii* és *P. talda* fenyőcsemetek levél-tüiben figyelték meg.

Eastin és Davis (1967) az előírt alkalmazási dózisonál kisebb adagú atrazin N-tartalmat csökkentő, és protein, valamint $\text{NO}_3\text{-N}$ -ot növelő hatásáról számoltak be. Conner és White (1970) úgy találták, hogy a felhasználási dózisban preemergensen adagolt atrazin *Pinus silvestris*, *Picea glauca* és *Abies balsamea* leveleinek N-koncentrációját nem befolyásolta.

1.5.2. Növények-mikorrizza gomba kapcsolat

Domsch (1972b) összefoglalójában a peszticidek mikorrizára való hatását tárgyalva csupán az ektotróf mikorrizza gomba partnerének ditiokarbamat, metilbromid és dazomet általi gátlását említi és hangsúlyozza, hogy a vezikuláris-arbuskuláris mikorrizára vonatkozóan egyáltalán nincsenek vizsgálatok. A szerző peszticid-mikróba kölcsönhatásokra vonatkozó áttekintésének fenti összefoglalójában a négy végkövetkeztetés egyik pontjaként a mikrobiális asszociációk (köztük a mikorrizza) kutatásának fontosságát emeli ki.

Valóban kevés adat áll rendelkezésre a peszticid-mikorrizza relációban, így Hruscseva (1964) a fungicidek *Zea mays* mikorrizára gyakorolt hatása között gyökéren belüli infekció stimulációt, csekély stimulációt vagy indifferens hatást vagy negatív hatást figyelt meg. Ezek 100%-os fertőzést eredményeztek, a negyedik csoport gyökéren belüli infekció csökkenést okozott.

Herbicidek közül az atrazin és szimazin 100 mg/kg mennyiségben a táptalajhoz adagolva nem csökkentette a mikorrizza gombák (*Boletus edulis*, *Suillus grevillei*, *Leccinium aurantiacum*) növekedését és funkcióját (Pántos, Gyurkó, Takáts és Varga, 1962; Gyurkó,

Varga, Pántos és Takáts (1964), Pántos, Gyurkó és Takáts (1964a, b), Uhlig (1966) adatai szerint a szimazin 1 g/l mennyiségben tiszta kultúrában a *Scleroderma vulgare*-t stimulálta, a *Hebeloma crustuliniforme*-t gátolta, a *Tricholoma pessundatum*- és *T. saponaceum* törzsekre nem hatott. A *S. vulgare* és *T. pessundatum* *S. vulgare* törzsek lebontották a szimazint.

Wilde és Persidsky (1956) és Persidsky és Wilde (1956) megfigyelték, hogy a klordon, a BHC, az allil-alkohol és egyéb biocidok a *Pinus radiata* mikorriza gombának a fejlődésére hatással voltak. E szerzők szerint klordon + tiozan + allil-alkohol kis koncentrációkban nem gátolták, nagyobb koncentrációkban pedig gátolták a mikorrizát. Mikorriza gombákat tartalmazó homokos erdőtalajban, mikorriza gombákat nem tartalmazó préri talajban az oltást a biocidok gátolták (Persidsky és Wilde, 1960). Hacsckylo és Palmer (1957) adatai szerint a metil-bromid gátló, az allil-alkohol és etilén-dibromid csak részben volt gátló a *Nemagon* pedig közömbös volt a fenyők mikorriza képződésére.

A Mylone kezelés nem okozott gátló hatást a *Pinus elliotii* var. *elliottii* mikorriza infekciójában (Bevege, 1956). A metil-bromid, a diklór-propán, a diklór-propen (Shell DD), valamint metilzocinát + Shell DD (Di-Trapex) dezinficienssekkel végzett *Picea abies*, *Pinus sylvestris* és *Fagus silvatica* tenyészvény és szabadföldi kísérletekben a mikorriza gombák rekolonizációja egy év után bekövetkezett, de széles elnyúló mikorriza micéliumok itt kevésbé fordultak elő, mint a kezeletlen növények esetében (Afscharpour, Retzlaff és Meyer, 1967). A Terabol és Basamid nematocid a Shell-DD és Di-Trapexhez viszonyítva késleltette a mikorriza képződést (Afscharpour és Meyer, 1967).

1.5.3. Növények rizoszféra, rizoplán mikroflórája

A magasabbrendű növények rizoplán és rizoszféra mikroflórájának kvalitatív és kvantitatív összetételét a növényi gyökerek által kiválasztott C- és N-tartalmú anyagok jelentősen befolyásolják és a talajtól eltérő összetételű közösségek kialakulását teszik lehetővé. A peszticid hatásoknak kitett növényeken és a talajon keresztül is direkt és indirekt módon kerülhetnek a peszticidekkel kapcsolatba a rizoszférában, rizoplánban előforduló mikroszervezetek. Ezen vizsgálatokra irányuló számos munkából az alábbiakban *Triticum*, *Hordeum*, *Medicago*, *Zea*, *Brassica*, *Pisum*, *Phaseolus*, *Seradella*, *Lupinus*, *Arachis*, *Gossypium*, *Sorghum*, *Crotalaria* génezokhoz tartozó fajok rizoszférájában, rizoplánjában végbemenő peszticidok okozta változásokra utaló néhány adatot idézünk.

Klincare (1961) vizsgálata szerint az 50%-os TMTD csökkentette az azotobakterek számát a *Triticum* rizoszférájában és az azotobacterin hatásosságát, mint a közismerten rendkívül toxikus Hg-tartalmú *Mercuran* és *Granozan*.

Ugyancsak Klincare (1964) számol be a TMTD karakterisztikus, baktériumfajok számát csökkentő hatásáról a *Hordeum* és *Medicago* növények rizoszférájában. Más cikkekben viszont Klincare (1972), Klincare és Misko (1972) a TMTD igen kismértékű toxicitásáról adnak hírt.

Szmirnova (1963) azt találta, hogy a 2,4-D-Na és a szimazin 2 kg hatóanyag/ha mennyiségben alkalmazva, csak csekély hatással volt a *Zea mays* rizoszféra mikroflórájára. Kozlova (1964) megfigyelései szerint a szimazin és atrazin hatására szabadföldi kísérletben 2 kg/ha dózis alkalmazásakor a *Zea mays* és *Lupinus* rizoszféra „összes” mikrobáinak száma megkétszereződött. Timofejev és Monszejev (1965) szintén az egyébként nehezen bomló atrazin *Zea mays* rizoszféra populációját növelő hatásáról tesz említést.

Strzelczyk és Weber-Czerwinska (1974) szerint a CCC vetés után 10 héttel való adagolásakor a *Brassica napa* rizoplánjában a *Trichoderma* és *Fusarium* fajokból kevesebb fordul elő mint a kezeletlen növények rizoplánjában.

Szabó (1967) vizsgálataiban a *Pisum* rizoszférájában az A-1114 a nitrifikálókat gátolta 0,3% mennyiségben, az azotobaktériumokat stimulálta, a denitrifikálókra nézve pedig indifferensnek mutatkozott.

Hallack és Cochrane (1950) megállapították, hogy a Spergon, Phygon X1, Thiram és Nabam az „összes” baktérium és sugárgomba számát növelte a *Phaseolus* rizoszférában, de a Dithane 778 – a *Phaseolus* levelekre toxikus koncentrációban alkalmazva – csökkentette egyes baktériumok számát. Halleck és Cochrane (1960) megfigyelése szerint a Zineb redukálta kloranil és diklon és a kation felületi aktivitást fokozó szer, a metiltrimetil-ammonium-bromid növelte a baktériumok számát a *Phaseolus vulgaris* rizoszférájában. Gunner, Zuckermann, Walker, Miller, Deubert és Longley (1966) steril viszonyok között diazinont permetezett *Phaseolus* növényekre, amely transzlokálódott a gyökerekre és szelektíve hatott, jelentősen megnövelve az *Arthrobacter* és *Streptomyces* fajok számát, ami a diazinon e szerkezetek S-, P- és C-forrásként való felhasználását indikálja.

Kaszubiak (1970) adatai szerint a Prometrin, a Liro-Betarex, a Tropotox és az Aretit csökkentette a baktériumok, aktinomiceszek és gombák számát a *Seradella* rizoszférájában, köztük a sztreptomycin rezisztens baktériumokat – különösen a *Flavobacterium* génuszhoz tartozókat.

Swaminatham és Sullia (1969) a malation *Arachis hypogaea*ra történt permetezésekor a baktériumok száma csökkent, az antagonista sugárgombák száma pedig emelkedett a rizoszférában, a gombaflórában változást a szerzők nem észleltek.

Mahmoud és munkatársai (1972/a) megfigyelték, hogy a *Gossypium* rizoszférájában a Disyston és Orthocid az aktinomiceszek, nitrifikáló baktériumok és „összes” mikroba számát csökkentette. Ugyanennek a növénynek a rizoszférájában az aerob N-kötőket az Orthocid gátolta, a Disyston serkentette. A CIPC „összes” mikrobát, aerob és anaerob N-kötőket csökkentő, nitrifikálókat stimuláló hatásáról számolnak be ugyanezen szerzők (1972/b). Az aktinomiceszek kevésbé bizonyultak szenzitíveknek.

Orthocid a *Gossypium* rizoszférájában az aerob nitrogén kötőket gátolta (Hamed 1968) a Disyston pedig kedvezőtlen hatást gyakorolt az „összes” mikroba és sugárgomba számára. Kvasznyikov és Csikuljajev (1965) a szimazin és atrazin normál dózisban növelte az azotobaktériumok számát a *Zea mays* rizoszférájában, csernozjom talajban.

Balasubramian és Rangaswami (1973a) azt tapasztalta, hogy a *Sorghum vulgare* és *Crotalaria juncea* rizoszférájában a 2,4-D permetezés stimulálta a gram-negatív baktériumokat és az *Aspergillus* fajokat, csökkentette a spóráképző baktériumok, nitrifikálók, ammo-

nifikálók és *Penicillium*ok számát. A Dithane M-78 hasonló hatást váltott ki, csak az *Aspergillus*okat gátolta, a *Penicillium*okat stimulálta.

Balasubramian és Rangaswami (1973b) a 2,4-D fenti növények rizoszférájában előforduló baktérium-, sugárgomba- és gombaflóra serkentéséről ad hírt. Dransfield (1957) adatai szerint a tetraklór-nitro-benzol nem volt sem direkt sem indirekt hatással a rizoszféra és a talaj mikroflórájára. Kozlova és Dikarjeva (1963) az *Azotobacter* herbicidek általi stimulálását figyelte meg több mezőgazdasági növény rizoszférájában.

A felhozott példák közül is kitűnik, hogy sokszor ellentmondó vagy éppen hiányos információk, részadatok állnak rendelkezésünkre, pedig a rizoszféra hatásnak a növények biológiai produkciója (a kártevők elleni védekezés szempontjából is) különös jelentősége van.

1.5.4. Mikroorganizmusok hatása a herbicidek fitotoxicitására

Itt említjük meg a herbicidek, a mikroorganizmusok és a növények közötti kölcsönhatásokra vonatkozó olyan munkákat, amelyek a Venzar *Bacillus* 7 (subtilis) jelenlétében csökkenő fitotoxicitásáról (Balicka, Wegrzyn és Lubczynska, 1975), a növényi légzést fokozó és fotoszintézist reprodukáló hatásokról (Czerwinski és Wegrzyn, 1975), a *Betanal* mikroorganizmusok jelenlétében növekvő fitotoxicitásáról (Balicka, 1977) adnak hírt. A mikroorganizmusok és a herbicidek együttes hatásainak pozitív és negatív lehetőségeire vonatkozó munkák igen fontos és új problémákat és gondolatokat vetnek fel (Balicka, 1975; Balicka, Lubczynska és Wegrzyn, 1975) Sobieszczanski, 1975, stb.).

Fel kell hívnunk a figyelmet egy igen fontos terület kutatására, nevezetesen a filloszféra mikroszervezetek és peszticidek közötti kölcsönhatások vizsgálatára. Meggyőződésünk, hogy a „tipikus” filloszféra mikroszervezetek, mint pl. a *Mycoplasma rubra*, *Nocardia*, *Arthrobacter*, *Myconostoc* baktérium fajokhoz és a *Cryptococcus* és *Rhodotula* élesztő fajokhoz tartozó törzsekre [Ruinen (in Quispal, 1974)] jelentős hatást gyakorolhatnak a növényekre permetezett peszticidek vagy a növényi levelekbe transzlokálódott készítmények, ill. intermedier termékeik. Az sem kizárt, hogy a filloszféra, mikroorganizmusok Balicka és munkatársai által kimutatott és a fentiekben tárgyalt fitotoxicitást csökkentő hatással is rendelkezhetnek.

Anélkül, hogy a további részletekbe bocsátkoznánk és hacsak a filloszférában mikroorganizmusok által megkötött légköri N fontosságát emeljük ki, akkor is az elhanyagolt kérdés vizsgálatának szükségességét illetően egyértelműen igennel válaszolhatunk. A vizsgálatok nehézségét is hangsúlyozni kell, hiszen a filloszférára vonatkozóan is csak kezdeti és sokszor ellentmondó eredményekről beszélhetünk és mint a talajbiológia esetében, általában itt is az interdiszciplináris jellegből adódó problémák szabhatnak határt a gyors kibontakozásnak.

2. Peszticidok — mikroorganizmusok és magasabbrendű növények közötti kölcsönhatások témakörében végzett hazai talajbiológiai kutatások

Hazai viszonylatban először Fehér (1954) „Talajbiológia”-jában találunk utalást a herbicidok talajbani lebomlására. Az 1960-as években és az 1970-es évek elején Ubrizsy (1974) szorgalmazta a kérdés-komplexum kutatását. Az itt felsorolt publikációk, valamint saját és munkatársainkkal e témakörben készített munkáink száma együttesen ma már meghaladja a százötvenet.

Saját munkáinkat itt nem tárgyaljuk, más szerzők tollából megjelent cikkeket is csak röviden taglaljuk, hiszen egyrészüket az előző pontokban, megfelelő helyen részletesen idéztük és más helyen már publikáltuk (Kecskés, 1977b). Az 1972-ig megjelent közlemények bibliográfiája is a közeljövőben lát napvilágot (Kecskés, 1977d).

A kérdés-komplexumra vonatkozóan eddig megjelent bibliográfia vagy irodalmi áttekintés, vagy szemlejellegű munkák közül a herbicidekre vonatkozóan különösen a régóta használatban levő szereket illetően, igen jó összefoglalót találunk Takáts egyetemi doktori értekezésében (1966) és szemle-cikkeiben (Takáts, 1967a, b). Ugyancsak a herbicidok és talajmikroszervezetek közötti kölcsönhatások irodalmi feldolgozását végezte Virág (1967a, 1973a, 1973b), és Manninger (1967a, b), valamint a herbicidekre nézve Timárné (1973). A peszticidekről továbbá Manninger (1972) és a hazai munkák környezetvédelmi szempontból történő áttekintéséről pedig Helmeczi (1974) publikációjában vannak utalások. Itt említjük meg Virág „herbicidok és talajalgák”-ra vonatkozó vitacikkét (1967b), valamint Szegi (1974, 1976b) e témakörben közölt szemle-cikkeit is.

A *fungicidekről* szóló munkák közé mindössze Bakondiné és Gärtner (1977), Kiss, Papp, Gärtner és Bakondiné, (1977) különböző fungicidok *Rhizobium japonicum*-ra és a *Glycine max*-szal képzett szimbiózisára vonatkozó eredményeit és Buday, Kissné, Gergely és Öcsényiné (1973) benomil sugárgombákra kifejtett hatásainak tanulmányozását, valamint Szende (1977) kaptánnal végzett, rhizobiumokra vonatkozó genetikai vizsgálatait sorolhatjuk.

A *zoocidok* körében még kevesebb, csupán két publikáció jelent meg eddig: Salem és Gulyás (1971) Lindán, Dyfonát és Basudin Azotobacter agile és *A. chroococcum* glükóz felvételére, nitrogén kötésére, intermedier anyagcseréjére, valamint Salem, Szegi és Gulyás (1971) ugyanezen inszekticidek *Trifolium pratense* és *Medicago sativa* (*Rhizobium trifolii* és *R. meliloti* törzsekkel oltott) egyedeinek gyökértömegére, szártermesére, N-tartalmára és gyökérgumóinak számára gyakorolt hatásvizsgálatokat említhetjük meg.

A *herbicidok* köréből már egyetemi doktori értekezések (Virág, 1968b; Kissné, 1965; Takáts, 1966) készültek, sőt kandidátusi és akadémiai doktori értekezésben és tézisben is találunk idevonatkozó utalásokat (Helmeczi, 1965a, b, Szegi, 1973a, b). A Gramoxon szimbiota és nem szimbiota N-kötő baktériumokra (*Azotobacter* és *Rhizobium*), (Manninger, Bakondiné és Takáts, 1972; Szegi, Gulyás, Manninger és Bakondiné, 1974), a Hungazin DT *Azotobacter* N-kötésére (Helmeczi, 1965b) gyakorolt hatásairól jelentek

meg közlemények. Különböző herbicidek genetikai hatásait illetően *Rhizobium meliloti* törzsek, fájaik és más baktériumok – Szende (1974, 1977) hasznos vizsgálati ról számolhatunk be, továbbá a herbicidek (Kissné, 1966a, b; Buday, Kissné, Gergely és Öcsényiné, 1973, Gergely, 1973) és peszticidek (Buday és Kissné, 1973; Gergely, Buday és Kissné, 1977) sugárgombákra vonatkozó vizsgálatait említjük meg itt. Az utóbbiak között több genetikai karakterű teszt is található. Takáts (1966), Pántos, Gyurkó, Takáts és Varga (1962), Gyurkó, Varga, Pántos és Takáts (1964), Pántos, Gyurkó és Takáts (1964a, b) munkáiban baktériumok, sugárgombák, mikroszkópikus gombák, mikorriza gombák, protozoonok, herbicidekkel szembeni érzékenységre, herbicidek pszeudomonasz és sugárgomba törzsek C- és N-forrásként való hasznosítására vannak kísérleti adatok. Virág (1958a, 1958b, 1959, 1964), Virág és Márton (1962) néhány herbicidnek a talaj mikro-gombáira, a talaj mikroflórájára gyakorolt hatására vonatkozóan közölt adatokat, Kiss Á. (1966, 1967) pedig a herbicideknek a talajalgák mennyiségi és minőségi összetételében okozott változásokat figyelte meg. Helmeczi (1977) a herbicideknek a talajbaktériumok különböző fiziológiai csoportjaira kifejtett hatásairól számol be, többéves szabadföldi kísérletek alapján.

A cellulózbontó mikroszkópikus gombák herbicid szenzitivitására, a herbicidek cellulózbontásra kifejtett hatásáról Szegi (1970, 1972), Szegi és Gulyás (1971), Szegi, Gulyás és Fawaz (1972, 1976) közleményeiből értesülünk, a CO₂ képződést a kukoricaszár herbicidek jelenlétében történő bomlásakor pedig Tóth (1977) tanulmányozta. Az Afalon (linuron) és Convulon (p-klór-fenoxi-sav-i-poliészter + atrazin) talajmikroorganizmusok légzésére kifejtett hatására Manninger és Száva (1972) munkájában találunk utalásokat. Szabó (1964, 1967) a herbicidek borsó gyökérgumóképződésére, rizoszféra mikroflórára kifejtett hatásáról számolt be. A DNOC különböző baktériumok általi bomlására Nehéz, Páldy és Selyes (1977), a herbicidek – Gramoxon – talajbani adszorpciójára (Szegi, Marenko és Gulyás, 1973) és a herbicidek talajbani elbomlására egyaránt végeztek hazai szerzők vizsgálatokat (Manninger, Gärtner, Bakondiné és Soós 1975, 1977). A hazai szakirodalomban a peszticidek talajtani szempontból történő tanulmányozására a Buvinol hazai gyártmányú herbicid-kombinációnak, ill. hatóanyag komponenseinek talajbani mozgására és adszorpciójára (Stefanovits és Tomkó, 1972, 1976), valamint talajbani komplex metabolizmusára (Peczник és Kampfl, 1976) is vannak kísérleti eredmények. Itt hívjuk fel a figyelmet a Buvinollal végzett értékes komplex vizsgálatokra, amely könyv formában látott napvilágot (Bánki, 1976), amely azonban talajbiológiai vizsgálati eredményeket és értékelést nem tartalmaz.

IRODALOM

- Abou, El-Fadl—Fahmy, M.: *Agric. Res. Rev. Min. Agric. Egypt.* 36. (1958a)
- Abou, El-Fadl, M.—Fahmy, M.: *Agric. Res. Rev. Min. Agric. Egypt.* 36. 339. (1958b)
- Action des pesticides et herbicides sur la microflore et la faunule, du sol biodegradation tellurique de leurs molecules (Pochon, J.—Voets, J. P. eds.) *Colloque international (1970): Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen, Gent.* 35. 465—487. (1970)
- Adair, C. R., McClelland, C. K.—Cralley, E. M.: *Ark. Agr. Exp. Sta. Bul.* 490, 32—33. (1950)
- Adams, S. R.—Li, P. (jr.): *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 35. 78—81. (1971)
- Addison, D. A.—Bardsley, C.E.: *Weed Sci.* 16, 247. (1968)
- Afifi, N. M., Moharram, A. A., Hamdi, Y. A.—Abd-El-Malek, Y.: *Microbiol.* 66, 121—128. (1969)
- Afscharpour, F.—Meyer, H.: *Nachr. dt. Pflschützdienst. Stuttgart*, 19, 181—183. (1967)
- Afscharpour, F. Retzlaff, E.—Meyer, H.: *Nachr. dt. Pflschützdienst, Stuttgart*, 19, 4—6. (1967)
- Ahmed, M. K.—Casida, J. E.: *J. Econ. Entomol.* 51. 59—63. (1958)
- Albrecht, H. R.: *Soil Sci. Soc. America*, 8, 217—220 (1944)
- Alexander, M.: *Introduction to Soil Microbiology*, Wiley — et Sons, New-York (1961)
- Alexander, M.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 29, 1—7. (1961)
- Alexander, M.: *Microbial degradation and biological effects of pesticides in soil.* 209—240. In: *Soil Biology, Review of Research. UNESCO. Paris.* (1969)
- Allan, J.: *Nature*, 175, 1131—1132. (1955)
- Allington, W. V., Kent, G. C., Tervet, I. W.—Kühler, B.: *U. S. Dept. Agr. Plant Dis. Repr. Suppl.* 159, 220—224. (1945)
- Allison, J. L.—Torrie, J. H.: *Phytopath.* 34, 799—804. (1944)
- Altman, J.; Lawlor, S.: *J. App. Bact.* 29, 260—265. (1966)
- Amantajev, E., Iljaletdinov, A.—Kudisev, T.: *Agrobiologija.* 3, 462—464. (1963)
- Andersson, A.: *Grundförbattring*, 20, 95—105. (1967a)
- Andersson, A.: *Oikos Suppl.* 9, 13—14. (1967b)
- Anderson, J. P., — Lichtenstein, E. P.—Wittingham, W. F.: *J. Econ. Entomol.*, 63, 1595—1599 (1970)
- Andersson, A.—Wiklander, L.: *Grundförbattring*, 18, 171—177. (1965)
- Apltau, J.—Skopalikova, O.: *Ust. Ved. Inf. MZLH, Rostl. Vyroba*, 38. 47—55 (1966)
- Appleman, M. D.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 6, 200—206. (1941)
- Appleman, M. D.—Sears, O. M.: *J. Amer. Soc. Agron.* 38. 545—549. (1946)
- Armstrong, D. E.—Konrad, J. G.: *Nonbiological degradation of pesticides in soil and water. Madison. Soil Sci. Soc. Amer.* (1974)
- Ashton, F. M., Bisalputra, T.—Risley, E. B.: *Amer. J. Bot.*, 53, 217. (1966)
- Aslander, A.: *J. Agric. Res.* 36. 915—934. (1928)
- Atkins, C. A.—Tchan, Y.T.: *Plant and Soil*, 27, 432—442 (1967)
- Audus, L. J.: *Nature*, 166, 356. (1950)
- Audus, L. J.: *Microbiological breakdown of herbicides in soils.* 1—18. In: *Woodford, E. K.—Sager, G. R. (eds.): Herbicides and the soil. Blackwell Sci. Publ. Oxford.* (1960)
- Audus, L. J.: *Herbicide behaviour in the soil.* 163—206. In: *The Physiology and biochemistry of herbicides. Academic Press, London.* (1964)

- Audus, L. J.: *Meded. Fac. Landbouwwet. Gent* 35, 465–492. (1970)
- Avrick, F. H., Wilson, D. L.,—Darlington, L. C.: *Weed Sci.* 19, 276. (1971)
- Avrov, O. E.: *Dokl. Vsesz. Akad. Szél szkoh. Nauk.* 3, 16–19. (1966b)
- Avrov, O. E., Belous, A. G., Zsubrina, N. S.—Zaverkin, V. I.: *Himija Szel'szk. Hoz. Moskva*, 6, 47. (1968)
- Bakondi—Zámory, É.—Bánfalvi—Gärtner, Á.: In: Szegi, J. (ed.): *Soil Biology and Conservation of Biosphere*. Akadémiai Kiadó, Budapest. (1977)
- Bakondi—Zámory, É.—Kecskés, M.: *Rhizobium Newsletter*, 18, 75–77. (1973)
- Balasubramanian, A.—Rangaswami, G.: *Madras Agric. J.* 60, 218–224. (1973a)
- Balasubramanian, A.—Rangaswami, G.: *Folia Microbiol.* 18, 492–498. (1973b)
- Baldwin, B. C., Bray, M. F.—Geogdegan, M. J.: *Biochem. J.* 101, 15. (1966)
- Balicka, N.: *Report of Project E. 21 – C. 73. PL—480*. (1975)
- Balicka, N.: *Acta Phytopath. Hung.* 12, 1–2. (1977);
- Balicka, N., Kosinkiewicz, B. — Stankiewicz, M.: *Acta Microbiol. Pol.* (1974) 6, 93–95. (1974)
- Balicka, N., Lubczynska, J. — Wegrzyn, T.: *Acta Microbiol. Pol.* 7 (24), 151–156. (1975)
- Balicka, N. — Sobieszczansky, J.: *Acta Microbiol. Pol.* 1, 7–10. (1969)
- Balicka, N., Wegrzyn, T. — Lubczynska, J.: *Roczniki Gleboznawcze*. 26, 65–72. (1975)
- Ballenegger, R. — di Gléria, J. (eds.): *Talaj- és trágyavizsgáló módszerek*. pp. 411. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Balogh, J.: *MTA Biol. Oszt. Közl.* 17, 277–288. (1974)
- Bánki, J. (ed.): *Egy peszticid kifejlesztése mint komplex tudományos feladat*. pp. 315. Medicina. Budapest (1976)
- Banling, J. A. — Linn, M. B.: *Phytopath.* 54. (1964)
- Bardiya, M. C. — Gaur, A. C.: *Zbl. Bakt. Abt. II.* 124, 552–555. (1970)
- Bartha, R.: *J. Agr. Food. Chem.* 16, 602–604. (1968)
- Bartha, R.: *Science*. 166, 1299–1300 (1969)
- Bartha, R.: *J. Agr. Food. Chem.* 19, 385–387. (1971)
- Bartha, R.: *Acta Microbiol. Hung.* 24, 1. (1977)
- Bartha, R. — Pramer, O.: *Bull. Environ. Contam. Toxic.* 4, 240–245 (1969)
- Batterton, I. C., Bonsh, G. M. — Eyster, H. C.: *Bull. Environ. Contam. Toxic.* 6, 589. (1971)
- Baumeister, P. — Hurle, K.: *Sonderheft Ztsch. Pflkrankh. Pflschut.* 153–167. (1975)
- Baur, K.: *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 8, 223–225. (1943)
- Beckmann, E. O. — Pestemer, W.) *Landwirtsch. Forsch.* 28, 24–33 (1975)
- Beckmann, E. O. — Pestemer, W.: *Landwirtsch. Forsch.* 28, 41–51. (1975b)
- Beke, L.: *Mezőgazdasági bakteriológia*. Szeged, pp. 42. (1906)
- Belasco, I. J. — Langsdorf, W. P.: *J. Agr. Food. Chem.* 17, 1004–1007. (1969)
- Bell, G. R.: *Bot. Gaz.* 118, 133–136. (1956)
- Bell, G. R.: *Can. J. Microbiol.* 3, 812–814. (1957)
- Bell, G. R.: *Can. J. Microbiol.* 6, 325–337. (1960)
- Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Buchanan, R. E. et al. eds.) Eighth edition (reprinted). William and Wilkins Co. Baltimore, pp. 1268. (1975)
- Bevege, D. I.: *Commonw. For. Rev.* 45, 236–243. (1966)
- Bixby, N. W., Boush, G. M. — Matsumura, F.: *Bull. Environ. Toxicol.* 6, 491–494. (1971)
- Bjalfve, G.: *Kgl. Landbrukshogskölans Ann.* 23, 433–356. (1957)

- Bjalfve, G.: *Landbrukshögskolans Baljvaxtlaboratorium 13. Meddelandet Mars. Uppsala.* (1960).
- Blaas, W. – Voss, G.: *Schriftenr. ver. Wasser-Boden. Lufthygiene.* 37, 21–30. (1972)
- Bobüsev, V. G. – Lapcsenkov, G. Ja.: *Himija Szel' szkoho.* 4, 30–31. (1966)
- Bocks, S. M.: *Phytochemistry.* 6, 786–789. (1967)
- Bocks, S. M., Smith, R. L. – Norman, R. O. C.: *Nature,* 201, 398. (1964)
- Bollag, J. M. – Liu, S.: *Soil Biol. Biochem.* 3, 337–345. (1971)
- Bollen, W. B.: *Anna. Rev. Microbiol.* 15, 69–92. (1961)
- Bollen, W. B., Morrison, H. E. – Crowell, H. H.: *J. Econ. Ent.* 47, 307. (1954a)
- Bollen, W. B., Morrison, H. E. – Crowell, H. H.: *J. Econ. Ent.* 47, 307 (1954b)
- Boon, W. R.: *Outlook on Agric.* 4, 163–170. (1964)
- Booth, C.: *Methods in Microbiology.* Academic Press. London. pp. 795. (1971)
- Borbély, F.: *Csillagfürt természetése és felhasználása. Vetőmag. Budapest,* pp. 29. (1971)
- Borbély, F., Borbély, I., Elek, É. – Kecskés, M.: *Mass of weeds and the frequency of weed species affected by herbicides in a lupin culturesconsociation. Acta Botanica Hung.,* 22. 269–293. (1976)
- Borbély, I., Borbély, F., Elek, É. – Kecskés, M.: *Vegyszeres gyomirtási problémák a csillagfürt természetésében. A mezőgazdaság kemizálása (ankét). NEVIKI–KAE. Veszprém – Keszthely,* 2, 47–50. (1972)
- Borbély, I., Borbély, F., Elek, É. – Kecskés, M.: *További vizsgálatok csillagfürt kultúrák vegyszeres gyomirtására. A mezőgazdaság kemizálása. (ankét). NEVIKI–KAE. Veszprém – Keszthely,* 2, 115–119. (1973)
- Borbély, I., Borbély, F., Elek, É. – Kecskés, M.: *A gyomirtószerek hatásának vizsgálata a csillagfürttel szimbiózisban élő rhizobiumok fejlődésére. Az 1973. évi MÉM Környezetvédelmi Kutatási Eredmények. Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium. Budapest.* 48–53. (1974)
- Borbély, I. – Kecskés, M.: *The influence of ureas and Striazines on rhizobia and grain yield of Lupinus luteus L. Proceedings of the Symposium on Soil Microbiology. Symposia biologica Hungarica. Akadémia Kiadó. Budapest.* 11, 437–444. (1972)
- Boush, G. M. – Matsumura, F.: *J. Econ. Entomol.* 60, 918–920 (1967)
- Bowmer, K., Lang, A. R. G., Higgins, M. L., Pillay, A. R. – Tchan, Y. T. *Weed. Res.* 14. 325–328. (1974)
- Börner, H.: *Pflkrankh. Pflpath. Pflschutz.* 74, 136–143. (1967)
- Börner, H., Burgmeister, H. – Schröder, M.: *Pflkrankh. Pflpath. Pflschutz.* 76, 385–395. (1969)
- Brackel, J.: *Ann. Inst. Pasteur,* 105, 2, 143. (1963)
- Brady, H. A.: *The retention of some commercial herbicides by a Hagerstown silt loam soil. Diss. Abstr.* 26, 1849. (1965)
- Braithwaite, B. M., Jane, A. – Swain, F. G.: *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 24, 155–157. 1958)
- Breazeale, F. W. – Comper, N. D.: *Appl. Microbiol.* 19, 379–380 (1970)
- Brown, A. L.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 18, 417. (1954)
- Buchholz, W. F.: *Phytopath.* 26. 88, (1936)
- Buday, F. – Kissné Kiss, M.: *Kísérletügyi Közlemények 66/C. Kertészet.* 105–119. (1973)

- Buday, F., Kissné Kiss, M., Gergely, Z. — Öcsényi, A.: Az Atrazin, a 2,4-D, a monolinuron és a Benomyl sugárgombákra gyakorolt hatásának vizsgálata. Az MTA Elnöke által az országos és tárcaszintű kutatások körében meghirdetett pályázaton díjat nyert munka. (*Akadémiai Közlöny*, 22, 1974. 53.) (1973)
- Burnside, O. C.: *Weed. Sci.* 22, 374–377. (1974)
- Burton, J. C. Erdman, L., W.: *Journ. Bact.* 42, 142–143. (1941)
- Byrde, R. J., Harris, W. F. — Woodcock, D.: *Biochem. J.* 64, 154–160. (1956)
- Byrde, R. J. — Woodcock, D.: *Biochem.: J.* 65, 682–686. (1957)
- Carlyle, R. E. — Thorpe, J. D.: *J. Amer. Soc. Agron.* 39, 929–936 (1947)
- Caro, J. H.: *Phytopath.* 59, 1192–1197. (1969)
- Caseley, J. C. — Luckwill, L. C.: *Rep. Agr. Hort. Res. Sta. Univ. Bristol* 78–86. (1965)
- Caseley, J. C. — Broadbent, F. E.: *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 3, 58–64. (1968)
- Casida, J. E.: *Ann. Rev. Entomol.* 8, 39–58. (1963)
- Catalogue of Cultures of Czechoslovak Collection of Microorganisms. Brno (1969)
- Chacko, C. I., Lockwood, J. L. — Zabik, M.: *Science.* 154, 893–895. (1966)
- Chanal, D. S., Bans, I. S. — Chopra, S. L.: *Pl. Soil*, 45, 689–692. (1976)
- Chandra, P. — Bollen, W. B.: *App. Microbiol.* 8, 31. (1960)
- Chandra, P. — Bollen, W. B.: *Soil Sci.* 92, 387–393. (1961)
- Chandra, P.: *Weed, Res.* 4, 54–63. (1964)
- Charpentier, M. — Pochon, J.: *Ann. Inst. Pasteur.* 102, 501. (1962)
- Chawla, R. P. — Chopra, S. L.: *J. Res. Punjab. Agric. Univ.* 6, 952–958. (1969)
- Chiaro, G. de: *Agric. Ital.* 53, 347–359. (1953)
- Chiasaka, H. — Kearney, P. C.: *J. Agr. Food Chem.* 18, 854–858 (1970)
- Clark, C. G. — Wright, S. J. L.: *Soil Biol. Biochem.* 2, 19–26. (1970a)
- Clark, C. G. — Wright, S. J. L.: *Soil Biol. Biochem.* 2, 217–226. (1970b)
- Claus, G. — Bolander, K.: *Ecological Overkill*, David McKay. New-York. pp. 700 (1974)
- Clifford, D. R. — Woodcock, D.: *Nature*, 203, 763. (1964)
- Coats, G. E., Funderburk, H. H. (jr.), Lawrence, J. M. — Davis, D. E.: *Weed, Res.* 6, 58–66. (1966)
- Collett, J. N. — Harrison, D. L.: *N. Z. II. Agric. Res.* 11, 589–600. (1968)
- Colmer, A. R.: *Proc. South Weed Conf.* 7, 237. (1954)
- Conner, B. J. — White, D. P.: *Q. Bull. Mich. St. Univ. Agric. Exp. Station*, 50, 497–503. (1968)
- Conner, B. J. — White, D. P.: In: Younberg, C. T. — Davey, C. B. (eds.): *Tree growth and forest soils. Proc. Third North Am. For. Soils Conf. North Car. St. Univ. Raleigh Cor., USA Or., St. Univ.* 193–204. (1970)
- Corbin, F. T. — Upchurch, R. P.: *Weeds* 15, 370–377. (1967)
- Cooke, A. R.: *Res. Report NCWCC.* 12, 181–182. (1955)
- Corden, M. E. — Young, R. A.: *Phytopath.* 50, 83. (1960)
- Corden, M. E. — Young, R. A.: *Soil Sci.* 99, 272–277. (1965)
- Corke, C. T. — Robinson, J. B.: *Proc. Seventh Ann. Meet. Agric. Pest. Techn. Soc. (Canada)*, 92, 2 (1960)
- Corke, C. T. — Thompson, F. R.: *Can. J. Microbiol.*, 16, 567–571. (1970)
- Couch, R. W., Gramlich, J. W., Davis, D. E. — Funderburk, H. H. (jr.) (1969): *Proc. S. Weed Conf.* 18, 623. (1969)
- Cox, C. E., Sisler, H. D. — Spurr, R. A.: *Science*, 114, 643. (1951)
- Cripps, R. E.: *The microbial breakdown of pesticides. In: Sykes, G. — Skinner, F. A. (eds.) Microbial aspects of pollution.* 255–266. Academic Press. London. (1971)

- Crofts, F. T. — Jenkins, H. V.: *Univ. of Sydney, School of Agric. Report*, 2, 13–18. (1957)
- Cullimore, D. R.: *Reside Rev.* 35, 65–80. (1971)
- Cullimore, D. R. — Kohout, M.: *Canad. J. Microbiol.* 20, 149–1452. (1974)
- Curl, E., Rodriguez-Kabana, R. — Funderburk, H. H.: *Phytopath.* 58, 323–328. (1968)
- Cserhádi, T. — Kecskés, M.: *Interactions of linuron and soil microorganisms. Acta Microbiologica*, 21, 61–62. (1977)
- Cserhádi, T. — Végh, A. — Kecskés, M.: *A linuron kötődése különböző talajokon. 351–357. A mezőgazdaság kemizálása (ankét). Keszthely 1977. NEVIKI–KAE. Veszprém* 2, 607. (1978)
- Cserhádi, T., Végh, A. — Kecskés, M.: *Különböző sterilizációs eljárások hatása a linuron adszorpciójára néhány talajtípusban. Agrokémia és Talajtan*, 26, 162–168. (1977b)
- Cserhádi, T., Végh, A. — Kecskés, M.: *Xenobiotics and soil microbiota affected by xenobiotic interactions. VII. The application of resezurine test. Bulletin of „The interaction of soil microflora and environmental pollutions”, Pulawy 8–10, September 1977.* (1977c)
- Cserjési, A. J.: *Can. J. Microbiol.* 13, 1243–1249. (1967)
- Csikuljajev, V. P.: *Weed Abst.* 16, 1065. (1965)
- Csulakov, S. A. — Zarasov, S. U.: *Roczniki Gleboznawcze*, 26, 179–183. (1975)
- Czerwinski, W. — Wegrzyn, T.: *Roczniki Gleboznawcze*, 26, 73–77. (1975)
- Da Silva, E. J., Henriksson, L. E. — Henriksson, E.: *4th Internat. Conf. Global Impacts Appl. Microbiol. Sao Paulo. Abstr. No. 14, p. 3.* (1973)
- Da Silva, E. J., Henriksson, L. E. — Henriksson, E.: *Arch. Environ. contamin. Toxicol.* 3, 193–204. (1975)
- Date, R. A. — Vincent, J. A.: *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 2, 5–7. (1962)
- Dazzio, J. A.: *Microbial degradation of endrin. Diss. Abstr.* 28B, 2893. (1968)
- Deák, T. — Kotyk, A.: *Folia Microbiol.* 13, 205–211. (1968)
- Debona, A. C. — Audus, L. J.: *Weed Res.* 10, 250–263. (1970)
- Demby, M. W.: *Ochr. Rosl. Warszawa*, 17, 3–6. (1968)
- Den Dooren de Jong, L. E.: *Bijdrage tot de Kennis van het mineralisatieproces. Diss. Delft. Tehcn. Univ.* (1926)
- Diatloff, A.: *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 10, 562–567. (1970a)
- Diatloff, A.: *J. Aust. Inst. Agric. Sci. Melbourne*, 36, 293–294. (1970b)
- Dobolyi, Cs., Pásztor, Zs. — Kecskés, M.: *Species diversity and quantity of microscopic fungi influenced by herbicide interactions in chernozem ecosystems. Acta Mikrobiologica*, 24, 59–60. (1977a)
- Dobolyi, Cs., Pásztor, Zs. — Kecskés, M.: *Xenobiotics and soil microbiota effected by xenobiotic interactions. III. 2,4-D-Na and atrazine and the species composition of fungi in a chernozem. Acta Phytopathologica Hung.* 12, 81–87. (1977b)
- Domanska, H. — Napiorkowska, E.: *Chemizacja Rolnictwa. Panstwowe Wjawnictwo Rolnicze i Lesne. Warszawa.* 57–92. (1966)
- Domsch, K. H.: *Z. Pflkrankh.* 66, 17–26. (1959)
- Domsch, K. H.: *Mitt. biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin–Dahlem*, 107, 5–53. (1963)
- Domsch, K. H.: *Effects of fungicides on microbial populations in soil. 42–46. Internat. Symp. on pesticides in the soil. Feb. 25–27. Michigan State University East Lansing.* (1970)

- Domsch, K. H.: *Symp. Biol. Hung* 11, 337–347. (1972a)
- Domsch, K. H.: *Ber. Ldw.* 50, 392–403. (1972b)
- Domsch, K. H.: *Roczniki Gleboznawcze*, 26, 201–206. (1975)
- Domsch, K. H. – Paul, W.: *Arch. Mikrobiol.* 97, 283–301. (1974)
- Doxtaker, K. G.: *Bact. Proc. A.* 21, (1968)
- Dransfield, M.: *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 10, 165. (1957)
- Dudey, H. D.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33, 893–896. (1969)
- Dubey, H. D. – Rodriguez, R. L.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34, 435–439. (1970)
- Duggar, J. F.: *Jour. Amer. Soc. Agron.* 27, 286–288. (1935)
- Duningan, E. P., Frey, J. P., Allen, L. D. – McMahon, A.: *Agron. J.* 64, 806–808. (1972)
- Eastin, E. F. – Davis, D. E.: *Weeds*. 15, 306–309. (1967)
- Ebner: cit. Audus, L. I. in: *Meded. Fac. Landbouwwet. Gent*. 35, 465–492. (1965)
- Edgington, I. V., Khew, K. L. – Barron, G. L.: *Phytopath.* 61, 42–44. (1971)
- Edwards, C. A.: *Residue Rev.* 13, 83–132. (1966)
- Edwards, C. A.: *Persistent pesticides in the environment. Chem. Rubber. Publ. Co. Cleveland.* (1970)
- Edwards, C. A.: *Insecticides*. 513–568. In: Goring, C. A. I. – Hamaker, J. W. (eds.): *Organic chemicals in the soil environment. Marcel Dekker Inc. New-York.* (1972)
- Edwards, C. A., Beck, S. A. – Lichtenstein, E. P.: *J. Econ. Ent.* 50, 622–626. (1957)
- Elek, É., Borbély, I., Borbély, F. – Kecskés, M.: *A pillangósok fehérjetartalmát növelő herbicidek vizsgálata. Agrártudományi Közlemények*, 33, 33–39. (1974a)
- Elek, É., Borbély, I., Borbély, F. – Kecskés, M.: *Herbicides increasing the protein content of lupin. Acta Agronomica Hung.*, 22, 456–459. (1974b)
- Elek, É. – Kecskés, M.: *The effect of some seed treatments using microelements and fungicides on vetch plants grown from seeds inoculated with rhizobia. Proceedings of the Symposium on Soil Microbiology, Simposia biologica Hungarica. Akadémia Kiadó, Budapest*, 11, 431–436. (1972)
- Engedélyezett növényvédőszer: *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*, pp. 239. (1976)
- Engedélyezett növényvédőszer: *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*, pp. 289. (1980)
- Engelhardt, G., Wallnöfer, P. R. – Plapp, R.: *Appl. Microbiol.* 22, 284–288. (1971)
- Engelhardt, G. P., Wallnöfer, P. R. – Plapp, R.: *Appl. Microbiol.* 23, 664–666. (1972)
- Eno, C. F. – Everett, P. H.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 22, 235–238. (1958)
- Erdman, L. W.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 8, 213–216. (1944)
- Farmer, F. H., Benoit, R. E. – Chappel, W. E.: *Proc. 19th N. E. Weed Contr. Conf.* 350–354. (1965)
- Faulkner, J. K. – Woodcock, D.: *J. Chem. Soc. (C)*, 5397–5400. (1961)
- Faulkner, J. K. – Woodcock, D.: *Nature*, 203, 865. (1964)
- Faulkner, J. K. – Woodcock, D.: *J. Chem. Soc. (C)*, 1187–1191. (1965)
- Faulkner, J. K. – Woodcock, D.: *J. Chem. Soc. (C)*, 844–887. (1966)
- Fawaz, K. M., Abdel-Ghaffar, A. S. – El-Gabaly, M. M.: *Symp. Biol. Hungarica*, 11, 417–422. (1972)
- Färhaus, G. – Kjungren, H.: In: Gray, T. R. G. – Parkinson, D. (eds.): *The ecology of soil bacteria*. 396–421. University Press. Liverpool. (1968)
- Fehér, D.: In: Ballenegger, R. (ed.): *Talajvizsgálóti módszerkönyv. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.* (1953)
- Fehér, D.: *Talajbiológia. Akadémiai Kiadó. Budapest.* pp. 1263. (1954)

- Fekete, G.: *Interspecifikus kapcsolatok, kölcsönhatások és az ökológiai niche elemzése tölgyerdei fajokon. Doktori értekezés tézisei. Budapest. pp. 14. (1975)*
- Fernandez, C. S.: *Univ. Rural Pernambucs. Comun. Techn. 4, 1–14. (1957)*
- Fernley, H. N. – Evans, W. C.: *Biochem. J., 73, 22. (1959)*
- Fewson, C. A. – Nicholas, D. J. D.: *Nature, 190, 2. (1961)*
- Fields, M. L. – Hemphill, D. D.: *Weed Sci. 16, 417–420. (1968)*
- Fink, R. J. – Fletchall, O. H.: *Weeds, 15, 272–274. (1967)*
- Fink, R. J., Fletchall, O. H. – Calvert, O. H.: *Weed Sci. 16, 104–105. (1968)*
- Fiszjunov, A. V.: *Agrohimija, 6, 122–126. (1969)*
- Fjodorov, M. V.: *Mikrobiológiai gyakorlatok, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. (1952)*
- Flashinski, S. J. – Lichtenstein, E. P.: *Canad. J. Microbiol. 20, 871–875. (1974)*
- Fletcher, W. W.: *Nature, 177, 1244. (1956)*
- Fletcher, W. W.: *The effect of herbicides on soil microorganisms. 20–62. In: Woodford, E. K. – Sagar, G. R. (eds.): Herbicides and the soil. Blackwell Sci. Publ. Oxford. (1960)*
- Fletcher, W. W. – Alcorn, I. W. S. (eds.): *In: Nutrition of the Legumes. Proc. Univ. Nittingham Fifth Easter Ich. Agric. Sci. 284–288. (1958)*
- Fletcher, W. W. – Bollen, W. B.: *Appl. Microbiol. 2, 349. (1954)*
- Fletcher, W. W., Krikwood, R. C. – Smith, D.: *Meded. Fac. Landbouwwet. Gent. 35, 853–867. (1970)*
- Focht, D. D. – Alexander, M.: *Science, 170, 91–92. (1970)*
- Fournier, F. C. – Soulas, G.: *Compt. Rend. Hebd. Seances Acad. Sci. D. 278, 1645–1648. (1974)*
- Foy, C. L. – Bingham, S. W.: *Residue Rev. 29, 105–135. (1969)*
- Földesy, R. G., Mineo, L. – Majmudar, S. K.: *Proc. Pennsylv. Acad. Sci. cit. in Soils and Fert. 46, 23–24, 37 (5), 1974. (1972)*
- Freney, J. N.: *Aust. J. Agric. Res. 16, 257–263. (1965)*
- Freyer, I. D. – Evens, S. A. (eds.): *Weed Control Handbook, I. pp. 846. Blackwell Sci. Publ. Oxford. (1968)*
- Fritzgerald, G. P.: *C. M. V. Wisconsin Acad. Sci. Arts. Letters, 46, 281. (1957)*
- Freyer, J. D. – Kirkland, K.: *Weed Res. 10, 133–158. (1970)*
- Fluts, J. L. – Payne, M. G.: *J. Botany, 34, 245–248. (1947)*
- Funderburk, H. H. – Bozarth, G. A.: *J. Agr. Food. Chem. 15, 563–567. (1967)*
- Funderburk, H. H., Schultz, D. P., Negi, N. S., Rodriguez-Kabana, R. – Cure, E. A.: *Proc. S. Weed Conf. 20, 389. (1967)*
- Furukava, F., Suzuki, T. – Tonomura, K.: *Agr. Biol. Chem., 33, 128–130. (1969)*
- Gafar, Z. A., Hamdi, Y. A. – Tewfik, M. S., cit. Hamdi A. A. – Tewfik, M. S.: *Acta Microbiol. Pol. B 1 (28), 53–57. (1969)*
- Gamar, A. – Mustafa, M. A.: *Soil Sci. 119, 290–295. (1975)*
- Garcia, M. M. – Jordan, D. C.: *Pl. Soil, 30, 317–333. (1969)*
- Garretson, A. L. – San Clemente, S. L.: *I. Econ. Entomol. 61, 285–288. (1968)*
- Gawaad, A. A. A., Hammad, M. – El-Gayar, F. H.: *Agrokém. és Talajt. 22, 161–168. (1973a)*
- Gawaad, A. A., Hammad, M. – El-Gayar, F. H.: *Agrokém. és Talajt. 22, 169–174. (1973b)*
- Gawaad, A. A., El-Minshawy, A. M. – Zeid, M.: *Zbl. Bakt. Abt. II. 127, 172–177. (1972)*

- Gawaad, A. A., El-Minshawy, A. M. – Zeid, M.: *Agrokém. és Talajt.* 22, 153–160. (1973)
- Geissbühler, H., Haselback, C. – Aebi, H.: *Weed Res.* 3, 140–153. (1963)
- Geissbühler, H. – Guth, J. A.: *Proc. 10th Br. Weed Control Conf.* 307–313. (1970)
- Geller, I. A. – Khariton, E. G.: *Mikrobiologija*, 30, 494–499. (1961)
- Gergely, Z.: *Agrártud. Egyet. Közl. Gödöllő*, 165–172. (1973)
- Gergely, Z., Buday, F. – Kiss, M.: In: Szegi, I. (ed.): *Soil Biology and Conservation of biosphere.* Akadémiai Kiadó. Budapest (1977)
- Georghagan, M. J.: *New Phytol.* 56, 71. (1957)
- Getzin, L. W. – Rosefield, I.: *J. Econ. Entomol.* 59, 512–516. (1966)
- Getzin, L. W.: *J. Econ. Entomol.* 60, 505–506. (1967)
- Gillberg, B. O.: *ARCh. Mikrobiol.*, 75, 203–208. (1971)
- Gimesi, A.: *Nachr. Stsch. Pflsch. Dienst.* 3, 65–67. (1964)
- Gimesi, A.: *Magyar Mezőgazd.* 22, 14–15. (1965)
- Gimesi, A.: *Och. Rostlin Rraha.* 5, 31–38. (1969)
- Gimesi, A.: *Weed Res.* 11, 204–206. (1971)
- Gimesi, A.: *Növénytermesztés*, 21, 63–70. (1972)
- Gimesi, A.: *Növénytermesztés*, 24, 133–138. (1975)
- Gimesi, A. – Ubruzsy, G.: *Mezőgazd. Világirod.* 5, 15–19. (1964)
- Gimesi, A. – Ubrizsy, G.: *Takarmánybázis*, 11, 9–23. (1971)
- Gizbullin, N. G. – Szolovjeva, E. P.: *Mikrobiol. Zs. Kiev.* 30, 354–357. (1968)
- Gogvadze, V. D.: *Agrohímija*, 3, 99–103. (1968)
- Golebiowska, J.: *Pamiętnik Pulawski*, 18, 367–382. (1965)
- Golebiowska, J.: *Acta Agron. Hung.* 22, 467–468. (1973)
- Golebiowska, J. – Kaszubiak, H.: *Ann. Inst. Pasteur, Suppl.* 3, 153–160. (1965)
- Golebiowska, J., Kaszubiak, H. – Pajewska, M.: *Acta Microbiol. Pol.* 16, 153–158. (1967)
- Gollerbah, M. M. – Stina, E. A.: *Pocsvennüe vodorozslü. Nauka. Leningrad.* (1969)
- Gombos, M., Huber, Gy., Pfeifer, Gy. – Kecskés, M.: *Xenobiotics and soil mircobiota affected by xenobiotic interactiohns. V. Decomposition of N-phenylphthalamine acid in soil with desifectants.* *Acta Phytopath.* 12, 92–100. (1977)
- Gombos, M., Pfeifer, Gy. – Kecskés, M.: *A Nevírol hatása különböző talajtípusok mikroflórájának mennyiségi változására. Növénytermelés.* (1977)
- Goring, C. A. I.: *Soil Sci.* 93, 211–218. (1962)
- Goring, C. A.: *Ann. Rev. Phytopathol.* 5, 285–318. (1967)
- Goring, C. A. I.: *Fumigants fungicides and nematocides.* 569–632. In: Goring, C. A. I. – Hamaker, J. W. (eds.): *Organic chemicals in the soil environment.* Marcel Dekker, Inc. New-York. (1972)
- Goring, C. A., Griffith, J. D. O., O' Melia, F. C., Scott, H. H. – Youngston, C. R.: *Down to Earth.* 22, 14–17. (1967)
- Goss, O. M. – Shipton, W. A.: *J. Agric. West. Aust.* 6, 659. (1965)
- Gramlich, J. W. – Frans, R. E.: *Weeds*, 12, 184–189. (1964)
- Gray, P. H. H.: *Appl. Microbiol.* 2, 37. (1954)
- Gray, P. H. H.: *VII^e Cong. Int. Sci. Sol. Kopp. C.15, 17.* (Soils and Fert. 19, 1956, 495.) (1956)
- Gray, P. H. H.: *Appl. Microbiol.* 2, 37. (1956)
- Griffith, R. L. – Matthews, S.: *Ann. Appl. Biol.* 64, 113–118. (1969)
- Grossbard, E.: *Proc. White clover Res. Symp. Br. Grassl. Soc.,* 1969 (6), 47–59. (1970)
- Grossbard, E.: *Roczniki Gleboznawcze*, 26, 117–130. (1975)
- Grover, R.: *Weed Sci.* 22, 405–408. (1974)

- Gruzdev, G. S., Mozgovoj, A. F. — Kuzmina, I. V.: *Izv. Timirjaz. Szel'szkoh. Akad.* 4,, 136–141. (1973)
- Guenzi, W. D. — Beard, W. E.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34, 443–447. (1970)
- Guenzi, W. D., Beard, W. E. — Viets, F. B. (jr.): *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 35, 910–913. (1971)
- Guillemat, J., Charpentier, M., Tardieux, P. — Pochon, J.: *Ann. Epiphyt.* 11, 262–296. (1960)
- Gundersen, K. C. — Jensen, H. L.: *Acta Agr. Scand.* 5, 100–114. (1955)
- Gunner, J.: *Biological degradation of agricultural pesticides.* In: *Coop. Reg. Proj. NE-53. CSRS. US. Dep. Agr. Washington, D. C.* (1967)
- Gunner, H. B., Zuckerman, B. M., Walker, R. W., Miller, C. W., Deubert, K. H. — Longey, R. E.: *Pl. Dis.* 25, 249–264. (1966)
- Gupta, K. G., Sud, R. K., Aggarwal, P. K. — Aggarwal, J. C.: *Pl. Soil*, 42, 317–325. (1975)
- Gyurkó, P., Varga L., Pántos, Gy. — Takáts, T.: *8th Internat. Congr. Soil Sci. Abstr. Soil-Biol. Bucharest.* 3, 82–84, 3, 845–855. (1964)
- Hacskeylo, E. — Palmar, J. G.: *Plant Dis. Repr.* 41, 354–358. (1957)
- Hajdú, L.: *Algológia.* In: Soó, R. (ed.): *Bibliographia synecologica scientifica Hungarica.* Akadémiai Kiadó. Budapest. (1977)
- Halleck, F. E. — Cochrane, V. W.: *Phytopathol.* 40, 715–718. (1950)
- Hamaker, J. W.: *Mathematical prediction of cumulative levels of pesticides in soil.* 122–131. In: Gould, R. F. (ed.) *Organic pesticides in the environment.* *Advan. Chem. Series 60.* Amer. Chem. Soc. Washington, D. C. (1966)
- Hamaker, J. W.: *Decomposition: quantitative aspects.* 255–340. In: Goring, C. A. I. — Hamaker, J. W. (eds.): *Organic chemicals in the soil environment.* Marcel Dekker, Inc. New-York. (1972)
- Hamann, W.: *Wiss. Z. Univ. Rostock. Mat. Natwiss. Reihe, Rostock,* 13, 393–398. (1964)
- Hamdi, Y. A., El-Nawawy, A. S. — Tefik, M. S.: *Acta Microbiol. Pol. B.* 2. 53–55. (1970)
- Hamdi, Y. A. — Tewfik, M. S.: *Acta Microbiol. Po. B.* 1. (28), 53–57. (1969)
- Hamed, A. S.: *Univ. of Ain Shams, UAR, cit. Nagwa, M., Afifi et al. Arch. Mikrobiol.,* 66, 1969, 121–128. (1965)
- Hamed, A. S.: *Effect of some pesticides on microflora and some important biological processes of soil.* Ph. D. Thesis. Fac. of Ain Shams Univ. Cairo. (1968)
- Hamed, A. S. — Salem, S. H.: In: Szegi, I. (ed.): *Soil Biology and conservation of biosphere.* Akadémiai Kiadó. Budapest. (1977)
- Hance, C. R.: *Soil Biol. Biochem.* 6, 39–42. (1974)
- Hance, R. J.: *Pestic. Sci.* 4, 817–822. (1973)
- Hargitai, L.: *Összehasonlító szervesanyag vizsgálatok különböző talajtípusokon, optikai módszerekkel.* (Agrártud. Egyet. kiadványa) Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. (1955)
- Harris, C. I.: *Diss. Abstr.* 23, 2651. (1963)
- Harris, C. R.: *Econ. Entomol.* 57, 946–950. (1964)
- Harris, C. R.: *J. Agr. Food Chem.* 17, 80–82. (1969a)
- Harris, C. R.: *J. Econ. Entomol.* 62, 1437–1441. (1969b)
- Harris, C. R.: *J. Econ. Entomol.* 62, 1437–1441. (1969b)
- Harris, C. I., — Warren, G. F.: *Welds.* 12, 120–126. (1964)
- Hauke-Paczewiczowa, T.: *Pam. Pulawski,* 37, 241–259. (1969)

- Hauke-Paczewiczowa, T.: *Meded. Fac. Landbouwwet. Gent* 35, 497–503. (1970)
- Hauke-Paczewiczowa, T.: *Pam. Pulawski*, 46, 191–200. (1971)
- Hauke-Paczewiczowa, T. – Krolova, M.: *Pam. Pulawski*, 31, 17–23. (1968)
- Hauskrecht, I. – Hajduk, J.: *Biologia Eratisl.* 21, 676–680. (1966)
- Helling, C. S., Bollen, J. M. – Dawson, J. E.: *J. Agr. Food Chem.* 16, 538–539. (1968)
- Helling, C. S., Kearney, P. C. – Alexander, M.: *Advan. Agron.* 23, 147–240. (1971)
- Helling, C. S., Kaufman, D. D. – Dieter, C. T.: *Weed Sci.* 19, 685. (1971)
- Helmecki, B.: *Az Azotobacter chroococcum felhasználási lehetőségei a mezőgazdaságban. Kandidátusi értekezés tézisei. Debrecen*, pp. 22. (1965a)
- Helmecki, B.: *Az Azotobacter chroococcum felhasználási lehetőségei a mezőgazdaságban. Kandidátusi értekezés. Debrecen*, pp. 415. (1965b)
- Helmecki, B.: *A kemizálás hatása a talaj mikroszervezeteinek tevékenységére. Környezetvédelmi oktatási irányelvek a MÉM Felsőoktatási intézményei számára. I.* 145–164. (1974)
- Helmecki, B.: *Acta Phytopathologica Hung.* 12, 1–2. (1977)
- Herbicides and the soil.* (Woodford, E., K. – Sagar, G. R. eds. 1960). Blackwell Sci. Publ. Oxford. (1960)
- Hill, D. W. – McCarty, P. L.: *J. Water Pollut. Contr. Fed.* 39, 1259–1277. (1967)
- Hill, G. D., McGahen, J. W., Baker, H. M., Finnerty, D. W. – Bingeman, C. V.: *Agron. J.* 47, 93–104. (1955)
- Hill, G. D. – McGahen, J. W.: *Proc. S. Weed Conf.* 8, 284–293. (1955)
- Hiltbold, A. E.: *Persistence of pesticides in soil.* 203–222. In: Guenzi, W. D. et al. (eds.): *Pesticides in soil and water.* Soil Sci. Soc. Amer. Inc. publ. Madison. (1974)
- Hiranpradit, H., Foy, C. L. – Shear, G. M.: *Agron. J.* 64, 274–276. (1972)
- Hock, W. K. – Sisler, H. D.: *J. Agr. Food Chem.* 47, 123–128. (1969)
- Hofer, A. W.: *Soil Sci.* 86, 282–286. (1958)
- Hofer, A. W. – Crosier, W. F.: *Agronomy Journal*, 54, 97–100. (1962)
- Hoffmann, O. – Smith, A. E.: *Science*, 109, 588. (1949)
- Horovitz, M.: *Weed Res.* 9, 314–321. (1969)
- Horovitz, M., Blumenfeld, T., Herzlinger, G. – Hulin, N.: *Weed Res.* 14, 97–109. (1974)
- Horovitz, M., Hulin, N. – Blumenfeld, T.: *Weed Res.* 14, 213–220. (1974)
- Hortobágyi, T.: *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 20, 271–280. (1974)
- Horváth, L., Kecskés, M. – Pozsár, B.: *Biodegradation of uracil type herbicides, and the relative biological stability of 6-methyluracil endproduct.* Biodegradation et humification. Rapport du 1^{er} Colloque International. Nancy 1974. Sarreguemines: Pierron (ed.) 492–495. (1975)
- Horváth, R. S.: *J. Agr. Food Chem.* 19, 291–293. (1971)
- Horváth, R. S. – Alexander, M.: *Can. J. Microbiol.* 16, 1131–1132. (1970)
- Hruscseva, E. P.: *Agrobiologija*, 1, 49–53. (1974)
- Huge, P. L.: *Meded. Fac. Landbouwwet. Gent* 35, 811–827. (1970)
- Hunt, R. S. – Cobb, F. W.: *Can. J. Bot.* 49, 2064–2065. (1971)
- Ibrahim, A. N.: *Symp. Biol. Hung.* 11, 445–448. (1972)
- Ilijn, A. M.: *Mikrobiologija*, 30, 1050–1051. (1961)
- Interactions of pesticides and microorganisms.* *Acta Phytopathologica Hungarica*, 12, 1–2. (in print) (1977)
- Ishazawa, S. – Matsuguchi, T.: *Bull. Natn. Inst. Agric. Sci. (Japan)*, B. 16, 1–90. (1966)
- Jaiswal, S. P.: *J. Res. Punjab Agric. Univ.* 4, 223–226. (1967)
- Jakucs, P.: *MTA Biol. Oszt. Közl.* 16, 11–26.

- Jakubisiak, B. — Golebiowska, J.: *Acta Microbiologica Pol.* 3, 196–202. (1963)
- Jaques, R. R., Robinson, J. B. — Chase, F. E.: *Can. J. Soil Sci.* 39, 235–243. (1959)
- Jensen, H. L.: *Proc. Linn. Soc. N. S. W.* 66, 98–108. (1942)
- Jensen, H. L.: *Tidskr. Planteave.* 73, 309–317. (1969)
- Jensen, H. L. — Laurtrup-Larsen, G.: *Acta Agr. Scand.* 2, 215–231. (1967)
- Jensen, H. L. — Petersen, H. I.: *Acta Agr. Scand.* 2, 215–231. (1952)
- Jernelöv, A.: In: Miller, M. W. — Berg, G. G. (eds.) 68–74. Thomas. Springfield. (1969)
- Johnson, E. J. — Colmer, A. R.: *J. Bact.* 73, 139–143. (1957)
- Jones, L. W.: *Soil Sci.* 73, 237. (1952)
- Jones, L. W.: *The effects of some pesticides on microbial activities of the soil.* Utah Agr. Exp. Sta. Bull. No. 390. 1–17. (1956)
- Jonsson, A. — Fahraeus, G.: *Kgl. Lantbrukshögskölans. Ann.* 26, 323–332. (1960)
- Jordan, D. C. — Garcia, M. M.: *Plant and Soil*, 30, 3. (1969)
- Jung, J.: *Z. f. Pflanzenernähr. Düng. Gedenk.* 133, 18–23. (1972)
- Kadow, K. J., Allison, L. E. — Anderson, H. W.: *Agr. Exp. Sta. Bull.* 433, 3–12. (1937)
- Kahn, S. U.: *J. Environ. Quality*, 3, 202–206. (1974)
- Kapusta, G. — Rouwenhorst, D. L.: *Agron. J.* 65, 112–115. (1973)
- Karnatz, J.: *Mitt Obstbauversuchsringes Alten Landes*, 19, 109–111. (1964)
- Kasting, R. — Woodward, J. C.: *Sci Agric.* 31, 113. (1951)
- Kaszubiak, H.: *Acta Microbiol. Pol.* 15, 357–364. (1966)
- Kaszubiak, H.: *Acta Microbiol. Pol.* 17, 41–50. (1968a)
- Kaszubiak, H.: *Acta Microbiol. Pol.* 17, 51–58. (1968b)
- Kaszubiak, H.: *Mede, Fac. Landbouw. Wet. Gent.* 35, 543–550. (1970)
- Kaufman, D. D.: *Phytopathol.* 54, 897. (1964a)
- Kaufman, D. D.: *Can. J. Microbiol.* 10, 843–852. (1964b)
- Kaufman, D. D.: *Weeds*, 14, 130–134. (1966)
- Kaufman, D. D.: *J. Agr. Food Chem.* 18, 513–519. (1970)
- Kaufman, D. D.: *Degradation of pesticides by soil microorganisms.* 133–202. In: Guenzi, W. D. et al. (eds.): *Pesticides in soil and water.* Madison. Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Publ. (1974)
- Kaufman, D. D. — Blake, J.: *Weed Sci. Soc. Amer. Abstr.* No. 230. (1969)
- Kaufman, D. D. — Blake, J.: *Soil Biol. Biochem.* 2, 73–80. (1970)
- Kaufman, D. D. — Blake, J.: *Soil Biol. Biochem.* 5, 297–308. (1973)
- Kaufman, D. D., Kearney, P. C. — Sheets, T. J.: *Science*, 142, 405. (1963)
- Kaufman, D. D. — Kearney, P. C.: *Appl. Microbiol.* 13, 443–446. (1965)
- Kaufman, D. D., Kearney, P. C. — Sheets, T. J.: *J. Agr. Food Chem.* 13, 238–242. (1965)
- Kaufman, D. D. — Plimmer, J. R.: *Weed Soc. Amer. Abstr.* No. 35. (1971)
- Kay, B. D. — Elrick, D. E.: *Soil Sci.* 104, 314–322. (1967)
- Kádár, A.: *A gyomirtószerek gyakorlati felhasználása.* In: Újvárosi, M.: *Gyomirtás.* 197–268. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. (1973)
- Kearney, P. C.: *J. Agr. Food Chem.* 13, 561–564. (1965)
- Kearney, P. C., Harris, C. I., Kaufman, D. D. — Sheets, T. J.: *Advan. Pest. Contr. Res.* 6, 1–30. (1965)
- Kearney, P. C., Kaufman, D. D. — Beall, M. L.: *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 14, 29–33 (1964)
- Kearney, P. C. — Kaufman, D. D. (eds.): *Degradation of herbicides.* Marcel Dekker Inc. New York. (1969)

- Kearney, P. C., Kaufman, D. D., Von Endt, D. W. — Guardia, F. S.: *J. Agr. Food Chem.* 17, 581–584. (1969)
- Kearney, P. C., Nash, R. G. — Isensee, A. R.: *Persistence of pesticide residues in soils.* In: Miller, M. W. — Berg, G. G. (eds.): *Chemical fallout. Current research on persistent pesticides.* Springfield. Charles C. Thomas Publ. (1969)
- Kecskés, M.: *Comparative investigations of the action of fungicides on Rhizobium leguminosarum Frank and its symbiosis With Vicia sativa L.* Colloque International Mededelingen Fakulteit Landbouwwetenschappen, Gent. 35, 505–510. (1970)
- Kecskés, M.: *A survey of herbicide sensitivity and resistance of rhizobia.* Proceedings of the Symposium on Soil Microbiology. Symposia Biologica Hungarica. Akadémiai Kiadó, Budapest, 11, 405–415. (1972a)
- Kecskés, M.: *A fungicidek Rhizobium leguminosarumra és Vicia sativával való szimbiózisára gyakorolt hatásának összehasonlító vizsgálata.* pp. 45. Az MTA Elnöke által az országos és tárcaszintű kutatások körében meghirdetett pályázaton díjat nyert munka. (Akadémiai Közlöny, 1973, 22, 1. 12.) (1972b)
- Kecskés, M.: *Effects of pesticides on rhizobia.* Rhizobium Newsletter, 18, 65–73. (1973a)
- Kecskés, M.: *Pillangósok magcsávázása és a rhizobium magoltás.* A mezőgazdaság kemizálása (ankét). NEVIKI—KAE. Veszprém — Keszthely. II. 93–99. (1973b)
- Kecskés, M.: *Peszticidek hatása a talajra és élővilágára.* „Víz—Levegő—Élet”. Környezetvédelmi szakmai napok. Táj és környezet. MTESZ. Budapest. IV. 117–121. (1973c)
- Kecskés, M.: *N-kötő baktériumok inszekticid és herbicid-érzékenységének vizsgálata Rhizobium Gyűjtemény (genotípus-bank) segítségével.* pp. 48. Az MTA Elnöke által az országos és tárcaszintű kutatások körében meghirdetett pályázaton díjat nyert munka (Akadémiai Közlöny, 1975. 24, 2. 49.) (1975)
- Kecskés, M.: *Néhány peszticid lebomlása különféle talajtípusokban és termelési rendszerekben.* A mezőgazdaság kemizálása (ankét). NEVIKI—KAE. Veszprém — Keszthely. II. 53–59. (1975)
- Kecskés, M.: *Peszticidek hatásának és lebomlásának néhány mikrobiológiai aspektusa rekultivációs ökoszisztémákban.* Rekultivációs ankét. Gyöngyösvisonta. 1976. június 4. 63–71. Gyöngyös, Mátraaljai Szénbányák Vállalat Kiadványa. (1976a)
- Kecskés M.: *Peszticidek hatásokat, szennyeződések jelző talajbiológiai vizsgálatok.* 113–118. A mezőgazdaság kemizálása (ankét) Keszthely, 1976. NEVIKI—KATE. Veszprém, pp. 310. (1976b)
- Kecskés M.: *Izucsenie vsimodeisztvija mezsdu peszticidemi, mikroorganizmami i bobovümi rasztenijami. Bjulleteny vszeszojuznogo naucsno-isszledovatelszkgogo insztituta szel' szkohozjajsztvennoj mikrobiologii.* Leningrád. (1976c)
- Kecskés, M.: *Soil- and rhizobiological survey of TMTD (Thiram).* Thizobium Newsletter. 22, 43–44. (1977a)
- Kecskés, M.: *Interactions of pesticides and microorganisms.* Acta Phytopathol. Hung. 12, 1–2. (1977b)
- Kecskés, M.: *Brief statement on the Hungarian research on the interaction of pesticides, microorganisms and higher plants.* Acta Phytopathol. Hung. 12, 121–131. (1977c)
- Kecskés, M.: *Pedomikrobiologia.* 107–147 In: Bibliographia synocologica scientifica hungarica 1900–1972. (Ed.: Soó, R.) Akadémiai Kiadó. Budapest pp. 499. (1977d)

- Kecskés, M. — Balázs, E.: The effect of gamma-BHC on some strains of *Rhizobium*, *Bacillus* and *Pseudomonas* species and vetch-rhizobium symbiosis. 483–490. In: *Proceedings of the 2. nd. Congress of Yugoslav Microbiologists, with international participation. Opatija, 25–30. IX. 1972. Society of Mikrobiologists of Croatia, Zagreb., pp. 564. (1976)*
- Kecskés, M., Balázs, E. — Schmidt, K.: The change of the microbe ecosystem in a chernozem affected by phenoxyacetic acid derivatives. *Roczniki Gleboznawcze*, 26, 185–190. (1975)
- Kecskés, M., Borbély, F. — Borbély, I.: Xenobiotics and soil microbiota affected by xenobiotic interactions. VI. Lupinrhizobium symbiosis and herbicide combinations. Lecture of „The interaction of soil microflora and environmental pollutions”. Pula-way 8–10. September 1977. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 23, 357–360 (1977)
- Kecskés, M., Borbély, I., Borbély, F. — Elek, É.: Selective investigations on herbicides not inhibiting rhizobia-lupin symbiosis. *Papers of Scientific Conference, Pouskharov Soil Science Institute. Sofia.* 64–66. (1972)
- Kecskés, M., Borbély, I., Borbély, F. — Elek, É.: Herbicide sensitivity of *Lupinus* and *Rhizobium* species. *Roczniki Gleboznawcze*, 26, 317–148. (1975)
- Kecskés, M. — Cserhádi, T.: Xenobiotics and soil microbiota affected by xenobiotic interactions. IV. Degradation of linuron in the presence of other pesticides in two soil types. *Acta Phytopathol. Hung.* 12, 89–92. (1977)
- Kecskés, M. — Dobolyi, Cs.: Xenobiotics and soil microbiota affected by xenobiotics. I. Growth of some bacteria and fungi influenced by insecticides and linuron. *Acta Microbiol. Acad. Sci. Mung.* 25, 147. (1978)
- Kecskés, M., Elek, E., Borbély, I. — Borbély, F.: Herbicidek hatása a csillagfürt-rhizobium szimbiózisra. pp. 50. *Az MTA Elnöke által az országos és tárcaszintű kutatások körében meghirdetett pályázaton díjat nyert munka. (Akadémiai Közlöny, 1973. 22, 1. 12.) (1972a)*
- Kecskés, M., Elek, É., Borbély, I. — Borbély, F.: Herbicidek csillagfürt-rhizobium szimbiózisra gyakorolt hatásának laboratóriumi és szabadföldi vizsgálata. *Agrártudományi Közlemények*, 31, 345–359. (1972b)
- Kecskés, M., Elek, É., Borbély, I. — Borbély, F.: Herbicides and rhizobium-lupin symbiosis. *Rhizobium Newsletter*. 18, 74–75. (1973)
- Kecskés, M., Gombos, M., Horváth, L. — Pozsár, B.: Persistence of pyrimidine-type herbicides in culture and weed plants. *The Third International Congress of Pesticide Chemistry. Helsinki, I.* 90. (1974)
- Kecskés, M. — Gulyás, F.: Thizobiumok előfordulása és a cellulóz bontó aktivitás változása a gyöngyösvisontai rekultivációs területeken. *Ásványi humusz hordozók, humuszvegyületek kutatása és hasznosítása. Monográfia.* 179–192. Budapest. (1972)
- Kecskés, M., Hargitai, L., Farkas, E. — Tóth Á.: Decomposition of diazinon in a brown forest soil, 69–71. In: *Soil biology and conservation of the biosphere (Ed.: Szegi, J.) Akadémiai Kiadó. Budapest.* pp. 424. (1977)
- Kecskés, M. — Manninger, E.: *Can. J. Microbiol.* 8, 157–159. (1962)
- Kecskés, M. — Manninger, E.: Humuszpreparátumok hatása a *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Bacillus* és *Agrobacterium* törzsekre. *Ásványi humusz hordozók, humuszvegyületek kutatása és hasznosítása. Monográfia.* 193–197. Budapest. (1972)
- Kecskés, M., Nagy Zs., Kecskés, É. — Kovács, J.: Effect of phenoxyacetic acid derivatives on different bacterial strains. *Acta Microbiol. Hung.* 20, 59. (1973)

- Kecskés, M. — Schmidt, K.: A mikroorganizmusok mennyiségi viszonyainak alakulása TMTD hatására erdőmaradványos csernozjom — talajban. *Agrokémia és Talajtan*, 25, 145—162. (1967)
- Kecskés, M., Szalkai, M. — Pekáry, K.: The effect of high N-doses combined with P and K on the nodulation of lucern. *Trete Kongressz po Mikrobiologija. (Materials of the 3rd Congress of Bulgarian Microbiologists.)* Sofia, 3, 327—330. (1975)
- Kecskés, M. — Szűcs, L.: Tenyészedény-kísérletek fungicidekkel magcsávázott bükköny-nyel különböző hazai talajtípusokban. *Agrártudományi Közlemények*, 33, 25—32. (1974)
- Kecskés, M., Szűcs, L. — Balázs, E.: Fenoxiszármazékok — talajmikroorganizmusok kölcsönhatásának és különböző hazai talajtípusok 2,4-D maradványának vizsgálata. *Az MTA Elnöke által az országos és tárcaszintű pályázaton díjat nyert munka. (Akadémiai Közöny, 1974, 22, 3. 58.)* (1973)
- Kecskés, M., Szűcs, L. — Balázs, E.: Fenoxiszármazékok baktericid hatása és lebomlása különböző talajökoszisztémákban. *Agrártudományi Közlemények*, 35, 306—315. (1976)
- Kecskés, M. — Vincent, J. M.: *Vicia sativa* L. gyökérgumóképződési formái. *Root nodulation forms of Vicia sativa* L. *Bot. Közl.* 56, 233—235. (1969a)
- Kecskés, M. — Vincent, J. M.: Néhány fungicid hatása a *Rhizobium leguminosarum* sp.-ra I. Laboratóriumi vizsgálatok. *Akadémia és Talajtan*, 18, 57—70. (1969b)
- Kecskés, M. — Vincent, J. M.: Néhány fungicid hatása a *Rhizobium leguminosarum* sp.-ra, II. Fénykamerás és üvegházi vizsgálatok. *Agrokémia és Talajtan*, 18, 461—472. (1969c)
- Kecskés, M. — Vincent, J. M.: Néhány fungicid hatása a *Rhizobium leguminosarum* sp.-ra. III. Szabadföldi vizsgálatok. *Agrokémia és Talajtan*, 22, 175—196. (1973a)
- Kecskés, M. — Vincent, J. M.: Compatibility of fungicide treatment and rhizobium inoculation of vetch seed. *Acta Agron. Hung.* 22, 249—263. (1973b)
- Keresztes, T. — Szépfalusi, J.: A mezőgazdaság kemizálása NEVIKI—KAE. Veszprém — Keszthely. II. (1976)
- Kernkamp, M. F.: *Phytopath.* 38, 955—959. (1948)
- Kerpely, A.: Talajoltásra szolgáló baktériumkészítmények ismertetése. In: di Gléria, J. (ed.): *Mezőgazdák talajismereti és trágyázási útmutatója. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.* (1958)
- Kerpely, K.: *Köztelek 1839.* (1896)
- Kesner, C. D.: The mode of action of diphenamide (N, N-dimethyl-2,2-diphenyl acetamide) in plant. *Diss. Abstr.* 27 B. 4203. (1967)
- Kesner, C. D. — Ries, S. K.: *Science*, 155, 210—211. (1968)
- Khan, S. U.: *Canad. J. Soil. Sci.* 53, 199—204. (1973)
- Khan, S. M.: *Residue Rev.* 52, 1—26. (1974)
- Kimura, Y. — Miller, V. L.: *J. Agr. Food Chem.* 12, 253—257. (1964)
- Kirkwood, R. C. — Fletcher, W. W.: *Weed Res.* 10, 3—10. (1970)
- Kiss, Á.: *Herbicidek és talajalgák. Növényvédelem*, 2, 217—224. (1966)
- Kiss, Á.: *Agrokém. és Talajtan*, 16, 111—124. (1967)
- Kiss, Gy., Papp, I., Bakondi—Zámory, E. — Gartner—Bánfalvi, Á.: *Növénytermelés (in print)* (1977)
- Kissné, I.: Néhány hazánkban használatos gyomirtószer genetikai hatása egyes *Streptomyces* fajokra. *Egyetemi doktori értekezés. Gödöllő. pp. 66.* (1965)

- Kiss, J. – Farkas, J.: *Élelmiszertudomány*, 3, 93–100. (1969)
- Kissné, Kiss, M.: *Agrártud. Egy. Mezőgazdaságtud. Kar. Közleményei. Gödöllő*, 10–13. 1966a)
- Kissné, Kiss, M.: *Növényvédelmi Tudományos Értekezlet XVI. Magyar Agrártud. Egyesület és az AGROTRÖSZT kiadványa*, 41, 1–4. (1966b)
- Kléh, Gy. – Szűcs, L.: *Agrokémia és Talajtan*, 3, 47. (1954)
- Klincare, A. A.: *Izv. Akad. Nauk Latv. SzSzR.* 1, 109–114. (1961)
- Klincare, A. A.: *Mikroorg. raszt.* 71–83. (1964)
- Klincare, A. A.: *Mikroorg. raszt.* 37–18. (1972)
- Klincare, A. A. – Misko, I. V.: *Mikroorg. raszt.* 45–58. (1972)
- Kljucsnjov, L. J. – Petrova, A. N.: *Mikrobiologija*, 29, 238–241. (1960)
- Kljucsnjov, L. J., Petrova, A. N. – Poleszko, J. A.: *Mikrobiologija*, 32, 992–995. (1964)
- Kluge, E.: *Arch. f. Pflanzenschutz*, 5, 39–53. (1969)
- KMB Beszámoló jelentések a Tatabányai és Mátraaljai Szénbányáknak a megbízásából az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetben végzett munkákról, 1971–1975.
- Kobayashi, T. – Katsura, S.: *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 12, 53–63. (1968)
- Koike, H.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 25, 204–206. (1961)
- Kolomijetsz, S. F., Szokolov, M. S. – Scheglov, J. V.: *V. I. N. T. I. S. H. Moszkva.* (1967)
- Kolozsova, A. A.: *Trudü TIUA. Moszkva*, 39, 190–200. (1962)
- Konkoly, I.: In: Szegi, J. (ed.): *Soil Biology and Conservation of the Biosphere. Akadémiai Kiadó. Budapest. (in print)* (1977)
- Korte, F. – Porter, P. E.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* 53, 988–991. (1977)
- Korte, F. – Stiasih, M.: *Ann. Chemia.* 673, 146–152. (1964)
- Kosinkiewicz, B.: *Acta Microbiol. Pol. B.* 5, 145–150. (1973)
- Kovács, M., Prágay, J. – Pfeifer, Gy.: *Virágkötődést elősegítő hormonhatású vegyületek előállítása és vizsgálata. Az MTA Elnöke által az országos és tárcaszintű kutatási főirányok körében kiírt pályázaton díjat nyert munka. (Akadémiai Közlöny, 1975, 24, 2. 43.)* (1974)
- Kozlova, E. I.: *Agrobiologija*, 2, 271–272. (1964)
- Kozlova, E. I., Beljuszova, A. A. – Vandarjeva, V. S.: *Agrobiologija*, 2, 271–277. (1964)
- Kozlova, E. I. – Dikarjeva, T. A.: *Agrobiologija*, 1, 82–87. (1963)
- Kratky, B. A. – Warren, G. F.: *Weed Res.* 11, 257. (1971)
- Kratochvil, D. E.: *Weeds.* 1, 25–31. (1951)
- Kreutzer, W. A.: *Ann. Rev. Phytopath.* 1, 101–126. (1963)
- Kreutzer, W. A.: *The reinfestation of treated soil.* 495–508. In: Baker, K. F. – Synder, W. C. (eds.): *Ecology of soilborne plant pathogens: prelude to biological control.* Univ. Calif. Press. Berkeley. (1975)
- Kreybig, L.: *A talaj élete, javítása, trágyázása. Kir. Egyet. Nyomda, Budapest, pp. 260.* (1928)
- Krivosej, I. D. – Kirilova, O. Sz.: *Zasc. Raszt. Moszkva*, 15–28. (1970)
- Kruglov, J. V.: *Izv. AN SZSZSZR. Szer. Biol.* 1, 144–147. (1970)
- Kruglov, J. V., Gersz, N. B., Pierceva, A. N., Bay-Bienko, N. W. – Mihajlova, E. J.: *Roczniki Gleboznawcze*, 25, 159–164. (1975)
- Kruglov, J. V. – Kviatovszkaja, L. B.: *Roczniki Gleboznawcze*, 25, 145–149. (1975)
- Kruglov, J. V. – Paromenszkaja, L. N.: *Mikrobiologija*, 39, 157–160 (1968)
- Kruglov, J. V. – Paromenszkaja, L. N.: *Dokl. VASZHNIL.* 11, 8–10. (1972)

- Krúkanov, L. I. — Paskovszkaja, Z. V.: *Rudü Ural, naucsnoisl. Inszt. Szel'szkoh.* 7, 66–74. (1967)
- Krzymaszka, J. — Mackiewicz, S.: *Biul. Inst. Ochr. Roslin*, 45, 109–114. (1969)
- Kulinszka, D.: *Roczn. Nauk. Szoln.* 93, 229–262. (1967)
- Kulkarni, J. H., Sardeshpande, J. S. — Bagyaraj, D. J.: *Plant and Soil*, 40, 169–192. (1974)
- Kunc, F.: *Zbl. Bakt. Abt. II.* 130, 82–103. (1975)
- Kurindina, T. I.: *Szborn. Naucs. N1. Inszt. Szadov I. V. Micsurina*, 11, 113–116. (1965)
- Kurnik, E.: *A szója. Akadémiai Kiadó. Budapest.* (1962)
- Kust, C. A. — Struckmeyer, B. E.: *Weed Sci.* 19, 147–152. (1971)
- Kvasznyikov, V. V. — Csikuljajev, V. P.: *Dokl. Ak. Szel'szkoh. Nauk*, 2, 1–4. (1965)
- Laanio, T. L., Kearney, P. C. — Kaufman, D. D.: *Abstr. 164th Meet. Amer. Chem. Soc. Div. Pestic. Chem. No. 26.* (1962)
- Laanio, T. L., Kearney, P. C. — Kaufman, D. D.: *Pestic. Biochem. Physiol.* 3, 271–277. (1973)
- Langkramer, O.: *Zbl. Bank. Abt. II.* 125, 713–722. (1970)
- Lanzilotta, R. P. — Pramer, D.: *Appl. Microbiol.* 19, 301–306. (1970a)
- Lanzilotta, R. P. — Pramer, D.: *Appl. Microbiol.* 19, 307–313. (1970b)
- Latch, G. C. H. — Greenwood, R. M.: *Rhizobium Newsletter*, 9, 146–147. (1964)
- Le Baron, H. M.: *Residue Rev.* 32, 311–353. (1970)
- Lembeck, W. J. — Colmer, A. R.: *Appl. Microbiol.* 15, 300–303. (1967)
- Lenhard, G. S.: *J. Agric. Sci.* 2, 487. (1959)
- Leonard, L. T.: *Jour. Bact.* 45, 523–525. (1943)
- Leonard, L. T.: *United States Dept. Agric. Circ.* 703. (1944)
- Liang, T. T. — Lichtenstein, E. P.: *Science*, 186, 1128–1130. (1974)
- Lichtenstein, E. P.: *Nat. Res. Council. Publ.* 1402, 221–229. (1966)
- Lichtenstein, E. P., Fuhremann, R. W., Scopes, N. E. A. et al.: *J. Agric. Food. Chem.* 15, 864–869. (1967)
- Lichtenstein, E. P., Liang, T. T. — Anderegg, B. N.: *Science*, 181, 847–849. (1973)
- Lichtenstein, E. P. — Schulz, K. R.: *J. Econ. Entomol.* 57, 618–627. (1964)
- Lipnickaja, G. P. — Kruglov, J. V.: *Trudü Pjatij SZSZSZR Konferencii. Kirov* (1967) 208–214. (1967)
- Litynski, A.: *Polish. Agric. Foest. Ann.* 38, 343–365. (1937)
- Liu, S. — Bollag, J. M.: *J. Agr. Food Chem.* 19, 487–490. (1971a)
- Liu, S. — Bollag, J. M.: *Pestic. Biochem. Physiol.* 1, 366–372. (1971b)
- Lobanov, V. E. — Podubnaja, L. P.: *Himija Szelszkoh.* 5, 32–34. (1967)
- Loeppky, C. — Rweedy, B. G.: *Weed Sci.* 17, 110. (1969)
- Loos, M. A.: *Decomposition o 2,4-D and related phenoxyacetic acids by an Arthrobacter species. Diss. Abstr.* 27 B. 4232–4233. (1967)
- Loos, M. A.: *Phenoxyalkanoic acids.* 1–49. In: Kearney, P. C. — Kaufman, D. D. (eds.): *Degradation of herbicides.* Marcel Dekker, Inc. New-York. (1969)
- Loos, M. A., Bollag, J. M., Alexander, M.: *J. Agk. Food Chem.* 15. 858–860. (1967)
- Loos, M. A., Roberts, R. N. — Alexander, M.: *Can. J. Microbiol.* 13, 679–690. (1967a)
- Loos, M. A., Roberts, R. N. — Alexander, M.: *Can. J. Mikrobiol.* 13, 691–699. (1967b)
- Lopes, E. S., Deuber, R., Forster, R., Gargantini, H. — Bulisani, E. A.: *Bragantia* 30, 109–116. (1971)
- Lundquist, J.: *Svensk. Bot. Tidskr.* 64, 460. (1970)

- Mackenzie, K. A. — Macrae, I. C.: *Anton v. Leuwenh.* 38, 529–535 (1972)
- Madhosing, C.: *Can. J. Microbiol.* 7, 553–567. (1961)
- Mahmoud, S. A. Z., Taha, S. M., Abdel-Hafez, A. M. — Hamed, A. S. *Egypt. J. Microbiol.* 7, 39–52. (1972a)
- Mahmoud, S. A. Z., Taha, S. M., Abdel-Hafez, A. M. — Hamed, A. S.: *Egypt. J. Microbiol.* 7, 53–61. (1972b)
- Maier-Bode, H.: *Herbicide und ihre Rückstände.* Eugen Ulmer Kerl. Stuttgart (1971)
- Majumdar, J. C.: *Z. PflKrankh. Pflpath. Pflschutz.* 76, 95–96. (1969)
- Makawi, A. A. M. — Abdel-Ghaffer, A. S.: *U. A. R. J. Microbiol.* 5, 109–117. (1970)
- Makawi, A. A. M. — Hassan, M. S.: *Libyan J. Sci.* 1, 31–41. (1971)
- Maloney, T. E.: *J. Amer. Wks. Ass.* 50, 417. (1958)
- Manninger, E.: *Agrokém. és Talajtan.* 11, 237–244. (1962)
- Manninger E.: *A gyomirtószeres hatása a talajbaktériumokra és a sugárgombákra.* ÖMGK. (Témadokumentáció.) Budapest. pp. 38. (1967a)
- Manninger, E.: *A talajmikroorganizmusok hatása a gyomirtószeresekre.* ÖMGK. (Témadokumentáció.) Bp. pp. 34. (1967b)
- Manninger, E.: *A talaj és a peszticidok kölcsönhatása.* ÖMGK (Témadokumentáció.) Bp. (1972)
- Manninger, E., Bakondiné-Zámory, É.: *Pillangósvirágú növények rhizobiumoltása.* *Agrokémia és Talajtan Kiskönyvtára* 2. Bp. pp. 48. (1970)
- Manninger, E., Bakondi-Zámory, É. — Takáts, T.: *Symp. Biol. Hung. Akadémiai Kiadó.* Bp. 11, 401–404. (1972)
- Manninger, E., Gartner, V., Bakondi-Zámory, É. — Soós, T.: *A mezőgazdaság kemizálása (ankét).* NEVIKI-KAE. Veszprém — Keszthely, II. 111–118. (1975)
- Manninger, E., Gartner, V., Bakondi-Zámory, É. — Soós, T.: In: Szegi, I. (ed.): *Soil Biology and Conservation of the Biosphere.* Akadémiai Kiadó. Bp. (1977)
- Manninger, E. — Száva, J.: *Proc. Symp. Soil Microbiol. Symp. Biol. Hung.* 369–372. Akadémiai Kiadó. Bp. (1972)
- Manual of Microbiological Methods.* Soc. Amer. Bact.: McGraw-Hill Book. Co. Inc. London. (1957)
- Mareckova, H. — Husarova, M.: *Acta Phytopathol. Hung.* 12, 1–2. (1977)
- Marin, H.: *Guide to the chemicals used in crop protection.* Can. Dept. off Agric. Second ed. (Sci. Serv. Lab. Univ. of Western Ontario) (1953)
- Martens, R.: *Schriftenzeiher ver. für Wasser-, Boden- und Lufthygiene.* 37. 167–173. (1972)
- Martin, J. P.: *Residue Rev.* 4, 96–129. (1964)
- Martin, J. P.: *Influence of pesticide residues on soil microbes and soil properties.* 95–108. In: Bloodworth, M. E. (ed.): *Pesticides and their effects on soils and water.* ASA Special Publ. No. 8. Soil Sci. Soc. Amer. Madison. (1966)
- Martin, J. P. Baines, R. C. Erwin, J. O.: *Proc. Soil. Soc. Amer.* 21, 163–166. (1957)
- Martin, J. P., Harding, R. B., Connell, G. H. — Anderson, L. D.: *Soil Sci.* 87, 334. (1959)
- Marth, E. H.: *Residue Rev.* 9, 1–89. (1965)
- Mastakov, S. M., Gurinovics, E. S., Zimenko, T. G. — Kabajlova, I. V. *Mikrobiologija,* 31, 85–89 (1962)
- Matsuguchi, T. — Ishazawa, S.: *J. Sci. Soil. Manure. Japan.* 39, 241–246. (1968)
- Matsumura, F. — Boush, G.: *Science,* 153, 1278–1280. (1966)
- Matsumura, F. — Boush, G. M.: *J. Econ. Entomol.* 61, 610–612. (1968)
- Matsumura, F., Boush, G. M. — Tai, A.: *Nature,* 219, 965–967. (1968)

- Matsumura, F., Gotoh, Y. — Boush, G. M.: *Science*, 173, 49–51. (1971)
- Matsumura, F., Khan-vilkar, V. G., Patil, K. C. — Boush, G. M. *J. Agr. Food Chem.*, 19, 27–31. (1971)
- Matyó, H. — Kecskés, M.: *Szisztematikus fungicidek bevezetése és felhasználása a magyar mezőgazdaságban. A mezőgazdaság kemizálása (ankét). NEVIKI–KAE. Veszprém – Keszthely, II. 7–16. (1973)*
- Matyó, H. — Kecskés, M.: *Herbicidek felhasználása a magyar mezőgazdaságban 1969–1973-ig. A mezőgazdaság kemizálása (ankét). NEVIKI–KAE. Veszprém–Keszthely. III. 155–162. (1974)*
- Máthé, I. — Précseyi, I.: *Agrártud. Közl.* 27, 253–264. (1968)
- Máthé, I. — Précseyi, I.: *Acta Agron. Hung.* 20, 378–384. (1971a)
- Máthé, I. — Précseyi, I.: *Agrártud. Közl.* 30, 451–463. (1971b)
- McClure, G. W.: *Weed Sci.* 22, 323–329. (1974)
- McNew, G. L.: *In. Rev. Appl. Nyc.* 20, 241. (1941)
- McNew, G. L.: Hofer, A. W.: *Canner*, 94, 11–12. (1942)
- McRae, I. C. — Alexander, M.: *J. Bacteriol.* 86, 1231–1235. (1963)
- McRae, I. C., Alexander, M. — Rovira, A. D.: *J. Gen. Microbiol.* 32, 69–7t. (1963)
- Medvegy, L. I.: *Szpravocsnik po peszticidam. Izd. Urozsaj, Kiev. pp. 447. (1974)*
- Menges, R. M. — Tamer, S.: *Weed Sci.* 22, 67–71. (1974)
- Menzie, C. M.: *Metabolism of pesticides. U. S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep.* 217. (1969)
- Mezharaupe, V. A.: *Microbiol. Akad. Nauk. Latv. SZSZSZR.* 65–83. (1967)
- Mezőgazdasági és Élemezésszügyi Minisztérium, Erdőrendezési Főosztály: *Környezetvédelem a MÉM V. ötéves tervében. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, pp. 214. (1975)*
- Mickovszki, M. D.: *Godisen, Zb. zemjoct-sum. Fak. Univ. Skopje. Jugoslavia.* 19, 5–25. cit. *Weed Abstr.* 18 (6), 29 (9). (1966)
- Mickovszki, M.: *Annu. Fac. Agric. Univ. Skopje*, 20, 43–54—cit. *Soil and Fert.* 33 (2), 1970). (1967)
- Mihajlova, M. F.: *Himija Szel' szkoh.* 6, 204–206. (1968)
- Mihajlova, E. I. — Kruglov, J. V.: *Pocsvoved.* 8, 81–85. (1973)
- Miles, J. R. W., Tu, C. M. — Harris, C. R.: *J. Econ. Entomol.* 62, 1334–1338. (1969)
- Milkovszka, A. — Grozelak, A.: *Sylwan.* 110, 11. 13–22. (1966)
- Miller, L. J.: *Phytopath.* 38, 18. (1945)
- Milthorpe, F. L.: *Jour. Aust. Inst. Agr. Sci.* 11, 89–92. (1945)
- Minakov, N. A.: *Pocsvovedenije*, 7, 105–107. (1963)
- Misusztn, E. N. — Silnyikova, V. K.: *Biologicseszkaja fikszacija atmoszfernogo azota. pp. 531. Izd. Nauka. Moszkva. (1973)*
- Mitsui, S., Wanatabe, I. — Homma, S.: *J. Sci. Soil Tokyo.* 33, 469–474. cit. *Soils Fert.* 27, 268. 1695. (1963)
- Miyasaka, S. — daSilva, J. G.: *Bragantia*, 15, 329–335. (1956)
- Moe, P. G.: *Environ. Sci. Technol.* 5, 429–431. (1970)
- Monson, W. G., Burton, G. W. — Wilkinson, W. S.: *Agron, J.* 63, 928–930. (1971)
- Morris, R. F. — Penney, B. G.: *Canad. J. Plant Sci.* 51. 242–245. (1971)
- Moszkvics, N. P.: *Botanicseszkij Zsurnal*, 58, 412–416. (1973)
- Moyer, J. R., Hance, R. J. — McKone, C. E.: *Soil Bioo. Biochem.* 4, 307–311. (1972)
- Murray, D. S. — Rieck, W. L.: *Agron. Abstr.* 60, 95. (1968)
- Müller, A. — Stapp, C.: *Land- und Forstwissenschaften*, 14, 455–554. (1926)

- Müller, G.: *Soil Biology and Conservation of Soil. Akadémiai Kiadó, Budapest. (in print). (1977)*
- Müller, H.: *Mitt. Biol. Zentralanst. 74, 23–27. (1952)*
- Münnecke, D. E.: *Fungicides in the soil environment. In: D. C. Torgeson: Fungicides an advanced treatise. I. 509–559. (1967)*
- Münnecke, D. E. – Mickail, K. V.: *Phytopath. 67, 969–971. (1967)*
- Namdeo, K. N. – Dobe, J. N.: *Indian J. Wxp. Biol. 11, 114–116. (1973)*
- Napiorkowska, E.: *Ochr. Rosl. Warszawa, 14, 20–24. (1970)*
- Nash, R. G.: *Agron. J. 59, 227–230. (1967)*
- Nash, R. G. – Woolson, E. A.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32, 525–527. (1968)*
- Naumann, K.: *Naturwiss, 45, 395. (1968)*
- Naumann, K.: *Mitt. Biol. Bud. Anst. Berlin. 97–109. (1959)*
- Naumann, K.: *Pedobiologia, 11, 286–295. (1971)*
- Nayyar, V. K., Randhawa, N. S. – Chopra, S. L.: *Indian J. Agr. Sci. 40, 445–451. (1970)*
- Nehéz, M., Páldy, A. – Selyes, A.: *Acta Phytopath. Hung. 12, 1–2. (1977)*
- Nepomilujev, V. F., Bebin, S. I. – Kuzjakina, T. I.: *Izv. Timirjazev Szel'szkoh. Akad. 4, 88–94. (1966)*
- Nepomilujev, V. F., Gresin, I. P. – Kuzjakina, T. I.: *Izv. Timirjazev, Szel'szkot. Akad. 2, 128–136. (1966)*
- Nepomilujev, V. F. – Kuzjakina, T. I.: *Izv. Timirjazev, Szel'szkoh. Akad. 4, 84–91. (1967)*
- Newman, A. S.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12, 217. (1947)*
- Novogrudszkaja, E. D. – Iszajeva, L. I.: *Agrobiologija, 4, 472–582. (1965)*
- O'Brien, R. D.: *Toxic phosphorus esters. Academic Press. New-York and London (1960)*
- O'Brien, R. D.: *Insecticides, action and metabolism. Academic Press. New-York and London (1967)*
- Oláh, J.: *Ásványi humuszfordozók és humuszvegyületek kutatása és hasznosítása. Monográfia. Budapest, 201–220. (1972)*
- Oláh, J.: *Rekultivációs ankét. Göngyös-Visonta 1976. június 4. 7–16. (1976) Gyöngyös. Mátraaljai Szénbányák Vállalat. (1976)*
- Ormay, L. (ed.): *Az orvosi laboratóriumi asszisztensek kézikönyve. II. köt. Medicina. Budapest. 1975)*
- Ott, L-né, Prágay, I., Kovács M. – Pfeifer, Gy.: *A mezőgazdaság kemizálása (ankét.) NEVIKI–KAE. Veszprém – Keszthely II. 1976)*
- P. Komáromy, Zs.: *Acta Bot. Hung. 21, 289–304. (1975)*
- P. Komáromy, Zs.: *Studia Bot. Hung. (in print) 1976)*
- P. Komáromy, Zs. – Kecskés, M.: *Algal synusia of solonetz soils affected by pesticides. Zbl. Bakt. II. Abt. (in print) 1977a)*
- P. Komáromy, Zs. – Kecskés, M.: *Néhány kék- és zöld talajalga diquat-dibromid érzékenysége. Studia Bot. Hung. 12, 1. (1977b)*
- Palasubramanian, A. – Siddaramappa, R.: *Mysore J. Agric. Sci. 8, 214–219. (1974)*
- Pantera, H.: *Meded. Fac. Landbouwwet. Gent. 35, 847–864. (1970)*
- Pareek, R. P. – Gaur, A. C.: *Plant and Soil, 33, 297–304. (1970)*
- Parka, S. J. – Tope, J. B.: *Weed Sci. 17, 119–122. (1969)*
- Paromenszkaja, L. N.: *Roczniki Gleboznawcze, 26, 131–135. (1975)*
- Parr, J. F.: *Effects of pesticides on microorganisms in soil and water, 315–340. In: Guenzi, W. D. et al. (eds): Pesticides in Soil and Water, Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison. (1974)*

- Parry, K. B. — Wood, R. K. S.: *Ann. Appl. Biol.* 47, 1—9. (1959a)
- Parry, K. B. — Wood, R. K. S.: *Ann. Appl. Biol.* 47, 10—16. (1959b)
- Payne, M. G. — Fulls, J. L.: *J. Amer. Soc. Agron.* 39, 52. (1947)
- Pate, D. A.: *Degradation of dichlobenil—C14 in bean, alligatorweed and certain microorganisms.* *Diss. Abstr.* 27 B. 2610. (1967)
- Pántos, Gy., Gyurkó, P., Takáts, T. — Varga, L.: *Erdészettudományi Közlemények*, 5—57 (1962)
- Pántos, Gy., Gyurkó, P. — Takáts, T.: *Agrokém. és Talajt. Suppl.* 13, 63—72. (1964a)
- Pántos, Gy., Gyurkó, P. — Takáts, T.: *Acta Agron. Hung.* 13, 21—60. (1964b)
- Pásztor, Zs., Dobolyi, Cs. — Kecskés, M.: *Xenobiotics and soil microbiota affected by xenobiotic interactions. II. Herbicide interactions influencing growth of some bacteria and fungi.* *Acta Agron. Hung.* 25, 3—4. (1977a)
- Pásztor, Zs., Dobolyi, Cs. — Kecskés, M.: *Xenobiotics and soil microbiota affected by xenobiotic interactions. VIII. Degradation of 2,4-D-Na in soil containing other pesticides and the occurrence of microfungi.* *Bulletin of „The interaction of soil microflora and environmental pollution.”* Pulawy, 9—10, September 1977. (1977b)
- Pearce, J. L.: *Studies on bacterial populations in soils treated with herbicides.* Ph. D. Thesis. Univ. London. (1958)
- Peczник, J. — Kampfl, J.: *A Klorinol és a Buvinol komplex metabolizmusa talajban.* In: Bánki L. (szerk.): *Egy peszticid kifejlesztése mint komplex tudományos feladat.* 95—105. *Medicina.* Budapest. (1976)
- Persidsky, D. J. — Wilde, S. A.: *Trans Wis. Acad. Sci.* 44, 65—73. (1956)
- Persidsky, D. J. — Wilde, S. A.: *J. For.* 58, 522—524. (1960)
- Pesakov, G., Rajkov, E. — Cvetanov, D.: *Pocsvoved. Agrohím.* 4, 89—94. (1970)
- Pesticides and their effects on soils and water.* (Bloodworth, M. E. ed. 1966): *ASA Special Publ. No. 8. Soil Sci. Soc. Amer. Madison.* (1966)
- Pesticides in soil and water.* (Guenzi, W. D. et al. eds.): *Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Publ. Madison.* (1974)
- Pesticides in the soil: Internat. Symp. on pesticides in the soil.* Feb. 25—27, East Lansing Michigan State Univ. (1970)
- Petrosanti, G., Tafuri, F. — Businelli, M.: *Agrochimica*, 14, 125—136. (1969)
- Pillay, A. R.: *The algal bioassay of S-phenyl-urea herbicides.* M. Sc. Agric. Thesis. Univ. of Sydney. Sydney. (1967)
- Pillay, A. R. — Tchan, Y. T.: *Plant and Soil* 27, 432—443. (1967)
- Pillay, A. R. — Tchan, Y. T.: *Soil Biol.* 12, 20—22. (1970)
- Pillay, A. R. — Tchan, Y. T.: *Pl. Soil* 36, 571. (1972)
- Pochon, I., Tardieux, P. — Charpentier, M.: *Acad. Sci Paris.* 250, 1555. (1960)
- Popov, P. — Danev, L.: *Acta Agron. Hung.* 19, 89—96. (1970)
- Précsényi, I.: *Acta Bot. Hung.* 15, 309—325. (1969)
- Priest, B. — Stephens, R. J.: *Pestic. A. Sci.* 6, 53—59. (1975)
- Probst, G. W., Golab, T., Herberg, R. J., Holzer, F. J., Parker, S. J., van der Schans, C. — Tepl. J. B.: *Trifluralin and related compounds.* 255—282. In: Kearney P. C. — Kaufman, D. D. (eds.) *Degradation of herbicides.* Marcel Dekker Inc. New-York. (1969)
- Proceedings of the symposium on soil microbiology,* (Szegi, J. ed. (1972): *Symposia Biologica Hung.* 11, 337—448. Budapest, Akadémiai Kiadó (1972)
- Purchase, H. F. — Vincent, J. M.: *Proc. Linn. Soc. N. SW.* 74, 227—236. (1949)
- Quentin, B., Zielinski, A. — Garren, R.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 70, 113. (1957)

- Quispel, A. (ed.): *The biology of nitrogen fixation*. North Holland Publ. Co. Amsterdam, Oxford. American Elsevier Publ. Co. INCP. pp. 769. (1974)
- Radaeli, L. — Fusi, P.: *Agrochimia*, 12, 558–566. (1968)
- Radwan, M. A.: *Forest Sci.* 152. (1965)
- Raghu, K. — MacRae, I. C.: *Science*, 154, 263–264. (1966)
- Raghu, K. — MacRae, I. C.: *Can. J. Microbiol.* 13, 173–180. (1967)
- Rakimov, A. A. — Rübina, V. F.: *Uzbezk. Biol. Zsur.*, 7, 74–76. (1963)
- Rankov, V.: *Pocsv. Agrohím.* 3, 81–90. (1968)
- Rankov, V.: *Pocsvoved. Agroh.* 6, 113–120. (1971)
- Rankov, V. — Elenkov, E.: *Pocsv. Agrok.* 5, 127–136. (1970)
- Rankov, V., Elenkov, E., Surlekov, P. — Velev, B.: *Agrohímija*, 115–120. (1966)
- Rao, A. V. — Sethunathan, N.: *Arch. Microbiol.* 97, 203–208. (1974)
- Raper, K. B. — Thom, Ch.: *Manual of the Penicillia*. Williams and Wilkins Co. Baltimore. (1949)
- Raud, G., Tysset, C. — Vasher, B.: *Ann. Inst. Pasteur*, 96, 242–244. (1959)
- Repp, C.: *Pflanzensch. Ber.* 11, 33–39. (1953)
- Richard, B., Lanzilotta, R. P. — David, R.: *Appl. Microbiol.* 15, 67. (1967)
- Richardson, L. T.: *Can. J. Bact.* 32, 335. (1954)
- Richardson, L. T.: *Can. J. Pl. Sci.* 37, 196–204. (1957)
- Richardson, L. T.: *Can. J. Pl. Sci.* 39, 30–38. (1959)
- Ries, S. K. — Gast, A.: *Weeds*, 13, 272–274. (1965)
- Ries, S. K., Larsen, R. P. — Kentworthy, A. L.: *Weeds*, 11, 170–173. (1963)
- Ritter, W. F., Johnson, H. P., Lovely, W. G. — Molnau, M.: *Environ. Sci. Techn.* 8, 38–42. (1974)
- Roa, D. P.: *Effect of certain fumigants on nitrification and other soil microbial activities*. M. Sc. Thesis. Oregon Sta. Univ. Corvallis. (1959)
- Robinson, T. R.: *U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Ind. Circ.* 67, 11. (1910)
- Rodriguez-Kabana, R., Curl, E. A. — Funderburk, H. H.: *Can. J. Microbiol.* 13, 1343–1349. (1968)
- Rogoff, M. — Reid, J. J.: *Bact. Proc. Soc. Amer. Bact.* 52, 13. (1952)
- Ross, J. A. — Tweedy, B. G.: *Soil Biol. Biochem.* 5, 639–646. (1973)
- Ross, R. G., — Stewart, D. K. R.: *Can. J. Plant Sci.* 42, 280–285. (1962)
- Ruhloff, M. — Burton, J. I.: *Soil Sci.* 72, 283–290. (1951)
- Russel, M. J. — Coaldrake, J. E.: *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 32, 214. (1966)
- Salama, A. M., Mostafa, I. Y. — El-Zawahry, Y. A.: *Acta Biol. Hung.* 24, 25–30 (1973)
- Saldarriaga, V. A.: *Acta Gron. Palmiria* 445. cit. *Soils and Fert.* 17, 340–1954. (1954)
- Salem, S. H.: *Agrokém. és Talajtan.* 20, 368–376. (1971)
- Salem, K. G.: *Studies on the effect of some herbicides on nodulation and growth of legumes*. M. Sc. Thesis. Fac. of Agric., Al-Azhar Univ. Cairo (1974)
- Slem, S. H. — Gulyás, F.: *Agrokém. és Talajt.* 20, 377–388. (1971)
- Salem, S. H., Szegi, J. — Gulyás, F.: *Agrokém. és Talajt.* 20, 581–589. (1971)
- Samosvat, L. S.: *Hímija Szel. szkoh*, 8, 215–216. (1970)
- Sanchez, E. O.: *Acta Agron. Columbia*, 4, 219–238. (1964)
- Savage, K. E.: *Proc. 25 th Ann. Meet. South. Weed Sci. Soc.* 246. (1972)
- Savage, K. E.: *Weed Sci.* 21, 416–420. (1973)
- Savage, K. E. — Barrantine, W. L.: *Weed Sci.* 17, 349–352. (1969)
- Scharvelle, E. G., Young, H. C. (jr.) — Shema, B. F.: *Phytopath.*, 32, 944–952. (1942)
- Schroeder, M.: *Weed Sci. Soc. Amer. Abstr. No.* 157. (1970)

- Selim, K. G., Mahmoud, S. A. Z. — Mokadem, M.: *Plant and Soil*, 33, 325–329. (1970)
- Sethunathan, N.: *Appl. Microbiol.* 26, 846–849. (1974)
- Sethunathan, N. — Pathak, M. D.: *J. Agric. Food Chem.* 17, 221–225. (1972)
- Sethunathan, N., Bautista, E. N. — Yoshida, T.: *Can. J. Microbiol.* 15, 1349–1354. (1969)
- Sharabi, N. E. D.: Influence of propanil (3', 4'-dichloropropion-anilide) and related compounds on growth of the algal chlorococccum aplanosporum in soil and in solution culture. Ph. D. Thesis. The State Univ. Rutgers. (Weed Abstr. 20, 434.) 1969
- Sharabi, N. E. D. — Bordeleau, L. M.: *Appl. Microbiol.* 18, 369–375. (1969)
- Sheets, T. J.: *Residue Rev.* 32, 287–310. (1970)
- Sheets, T. J. — Harris, C. I.: *Residue Rev.* 11, 119–140. (1965)
- Shenan, J. L. — Fletcher, W. W.: *Weed Res.* 5, 266–274. (1965)
- Shibasaki, T. — Imagaki, S.: *Nogyo Oyobi Engei*, 37, 1669. (1962)
- Shin-Chsiang Lin, Funke, B. R. — Schuiz, J. T.: *Plant and Soil*, 37, 489–496. (1972)
- Show, W. M. — Robinson, B.: *Soil Sci.* 90, 320 (1960)
- Sidaramappa, R., Rajaram, K. P. — Sethunathan, N.: *Appl. Microbiol.* 26, 846–849. (1974)
- Sijpesten, A. K., Kaslender, J. — von der Kerk, G. J. M.: *Biochem. Biophys. Acta.* 62, 587–589. (1962)
- Sijpesten, A. K. — van der Kerk, G. J. M.: *Ann Rev. Phytopathol.* 3, 127–152. (1964)
- Sijpesten, A. K. — Vonk, J. B.: *Meded. Fac. Landbouwwet. Gent.* 35, 799–804. (1970)
- Sikka, H. C.: *Abstr. 164th Meet. Amer. Chem. Soc. Div. Pestic. Chem. No. 29.* (1972)
- Sikka, H. C. — Pramer, D.: *Weed Sci.* 16, 296. (1968)
- Simkover, H. G. — Shenefeldt, R. D.: *J. Econ. Entomol.* 44, 426–427. (1951)
- Singh, P. K.: *Arch. Mikrobiol.* 89, 317–320. (1973)
- Sirons, G. J., Frank, R. — Sawyer, T.: *J. Agr. Food Chem.* 21, 1016–1020. (1973)
- Sisler, H. D. — Cox, C. E.: *Phytopathol.* 41, 565. (1951)
- Sisler, H. D. — Cox, C. E.: *Amer. J. Bot.* 41, 338. (1954)
- Sklljar, M. Z., Vojvodin, A. V. — Besanov, A. V.: *Agrobiologija*, 2, 222–225, (1961)
- Skrdleta, V., Vintikova, H. — Srogl, M.: *Rostl. Vyroba*, 37, 827–834. (1964)
- Smart, N. A.: *Residue Rev.* 23, 1–36. (1968)
- Smith, N. R., Gordon, R. E. — Clark, F. E.: *U. S. Dept. Agric. Monogr. No. 16.* (1952)
- Smith, N. S. — Weeratna, C. S.: *Transactions, 10th Internat. Cong. Soil Sci. Moszkva*, 111, 173–178. (1974)
- Sobieszczanski, J.: *Roczniki Gleboznawcze*, 26, 79–89. (1975)
- Sobieszczanski, J., Rola, J. — Zurek, M.: *Roczniki Gleboznawcze*, 26, 165–178. (1975)
- Soil biology and conservation of the biosphere.* (Szegi, J. ed.) Akadémiai Kiadó, Bp. (1977)
- Sommer, K.: *Landwirtsch. Forschung.* 25, 203–215. (1972)
- Spanis, W. C., Münnecke, D. E. — Solberg, R. A.: *Phytopathol.* 52, 455–462. (1962)
- Spencer, W. F., Cliath, M. M.: *J. Agr. Food Chem.* 18, 529–530. (1970a)
- Spencer, W. F., — Cliath, M. M.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34 574–578. (1970b)
- Stanek, M. — Ridky, M.: *Sbornik CSAZV.* 28, 306–309. (1955)
- Stanier, R. Y., Palleroni, N. I. — Doudoroff, M.: *J. Gen. Microbiol.* 43, 159–271. (1965)
- Stapp, C.: *Nachr. B1. Dtsch. Pflsch. D.* 3, 37. (1951)
- Stapp, C. — Freter, R.: *Phytopath.* 19, 20. (1952)
- Stathopoulos, D. B., Zenon-Roland, L., Biemaux, J. — Seutin, E.: *Meded. Fac. Landbouwwet. Gent.* 36. 410–418. (1971)

- Stecko, V.: *Proc. 11th Br. Weed Control Conf.* 818–821. (1972)
- Steenbjerg, F., Larsen, I., Jensen, I. – Bille, S.: *Plant and Soil*, 36, 475–496. (1972)
- Stefanovits, P. – Tomkó, B.: *A mezőgazdaság kemizálása (ankét)*. NEVIKI–KAE. Veszprém–Keszthely, II. 13–18. (1972)
- Stefanovits, P. – Tomkó, B.: *A Buvinol és hatóanyag komponenseinek mozgása és adszorpciója a talajban*. In: Bánki, Z.: (szerk.): *Egy peszticid kifejlesztése mint komplex tudományos feladat*. Medicina. Budapest. 131–145. (1976)
- Stein, J. R.: *Handbook of phycological methods, culture methods and growth measurements*. University Press. Cambridge. pp. 488. (1973)
- Stenersen, J. H. V.: *Bull. Environ. Contam. and Toxicol.* 4, 104–112. (1969)
- Still, J. – Bartha, R.: *Plant and Soil* (in print) (1977)
- Stina, E. A.: *Trudü Kirovszk. Szel'szkoh. Inszt.* 12, 29. (1957)
- St. John, J. B.: *Weed Sci.* 19, 274. (1971)
- Stojanovic, B. J., Kennedy, M. V. – Shuman, F. L.: *J. Environ. Quality*, 1, 54–62. (1972)
- Strzelec, A.: *Pam. Pulawski*, 58, 233–246. (1973)
- Strzeleczyk, E. – Weber – Czerwinska, E.: *Polish J. Soil Sci.* 6, 71–76. (1974)
- Sud. R. K., Kumar, P. – Gupta, K. G.: *Zbl. Bakt. Abt. II.* 128, 423–425. (1973)
- Swaminatham, R. – Sullia, S. B.: *Curr. Sci.* 38, 282–284. (1969)
- Szabolcs, I.: *Agrokém. és Talajt.* 14, Suppl. 275–290. (1965)
- Szabolcs, I.: *Solonetz soils in Europe. Their formation and properties with particular regard to utilization*. In: *European soils and their reclamation*. 9–33. Akadémiai Kiadó. Bp. (1971)
- Szabó, B. – Szabóné Gordienko, N.: *Agrártud. Közl.* 33, 157–160. (1974)
- Szabó, B. – Szabóné Gordienko, N. – Debreceni, B.: *Trans. Int. Congr. Soil Sci. Moscow*, 4, 433–439. (1974)
- Szabó, I.: *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főiskola Közl.* 7, 26–33. (1964)
- Szabó, I.: *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közl.* 10, 31–37. (1967)
- Szabó, I. M.: *Microbial communities in a forest-*rendzina* ecosystem*. Akadémiai Kiadó. Bp. 415 pp. (1974)
- Szegi, J.: *Meded. Fac. Landbouwwet. Gent*, 35, 559–561. (1970)
- Szegi, J.: *Symp. Biol. Hung. Akadémiai Kiadó, Bp.* 11, 349–354. (1972)
- Szegi, J.: *Razlozsenie kletcsatki i plodorodie pocsvü. Akadémiai doktori értekezés*. Moszkva, pp. 305. (1973a)
- Szegi, J.: *Razlozsenie kletcsatki i plodorodie pocsvü. Akadémiai doktori értekezés tézisei*. Moszkva, pp. 41. (1973b)
- Szegi, J.: *Agrártudományi Közlemények*, 33, 5–15. (1974)
- Szegi, J.: *Rekultivációs ankét. Gyöngyös-Visonta, 1976. június 4. Gyöngyös Mátralajai Szénbányák Vállalat Kiadványai*. pp. 80. (1976a)
- Szegi, J.: *Tudomány és Mezőgazdaság*, 14, 40–43. (1976b)
- Szegi, J. – Gulyás, F.: *Agrokém. és Talajt.* 20, 590–598. (1971)
- Szegi, J., Gulyás, F. – Fawaz, K.: *Materiali ot noucsne Konferencija, Szofija 11 noemvri 1971. Szófia*, 57–60 (1972)
- Szegi, J., Gulyás, F. – Fawaz, K. M.: *Pocsvoznanie i agrohimiya*, 11, 135–139. (1976)
- Szegi, J., Gulyás, F., Manninger, E. – Bakondiné-Zámory, É.: *Transactions of the 10th International Congress of Soil Science*, 3, 179–184. (1974)
- Szegi, J., Gulyás, F., Oláh, J. – Nagyné, Vörös I.: *Soil biology and conservation of the biosphere*. Akadémiai Kiadó. Bp. (1977)

- Szegi, J. Gulyás, F. — Vörös, I.: In: Szegi, J. (szerk.): *Rekultivációs ankét, Göngyös-Visonta, 1976. június 4.* 33–43. (1977)
- Szegi, J., Marenko, V. G. — Gulyás, F.: *Izv. TSHHA.* 4, 14–20 (1973)
- Szende, K.: *Agrártudományi Közlemények,* 33, 47–55. (1974)
- Szende, K.: *Genetic effect of pesticides on a Rhizobium population.* In: Szegi, J.: (ed.): *Soil biology and conservation of the biosphere.* Akadémiai Kiadó. Bp. (1977)
- Szmirnova, V. I.: *Agrobiologija,* 1, 88–91. (1963)
- Szokolov, M. S. — Sztrekozov, B. P.: *VNIITEI Szel'szkohoz. MSZH. Moszkva.* (1970)
- Szpiridonov, Ju. Ja. — Jakovlev, A. I.: 37, 137–149. (1968)
- Szpiridonov, Ju. Ja. — Szpiridonova, G. S.: *Agropocsvoved.* 51, 264–270. (1971)
- Sztyepanova, Z. A.: *Weed Abstr.* 16, 19–23. (1967)
- Szűcs, L. — Kazó, B.: *Agrokémia és Talajtan,* 18, 235–254. (1969)
- Taha, S. M., Mahmoud, S. A. Z. — Hamed, A. S.: *Vth Arabic Sci. Conf. Baghdad.* 409. cit. Salem, Szegi — Gulyás (1971) (1966)
- Tha, S. M., Mahmoud, S. A. Z. — Salem, S. H.: in: *U. A. R. II. Nitrogen fertilization. J. Microbiol. U. A. R.* 2, 31–41. (1967)
- Taha, S. M., Mahmoud, A. Z. — Salem, S. H.: *Symp. Biol. Hung. Akadémiai Kiadó. Bp.* 11, 423–429. (1972)
- Takáts, T.: *A talajba került herbicidek és a talajban élő mikroszervezetek közötti kölcsönhatások vizsgálata. Egyetemi doktori értekezés. Sopron,* pp. 233. (1966)
- Takáts, T.: *Agrokém. és Talajt.* 16, 261–273. (1967a)
- Takáts, T.: *Agrokém. És Talajt.* 16, 273–278. (1967b)
- Taylor, R. L.: *Rex. Rep. 18th Nort Gent. Weed Contr. Conf.* 88–89. (1961)
- Tchan, Y. T.: *Asian and Pacific Council Techn. Bull.* 2, 1–27. (1971)
- Tchan, Y. T. — Chiou, C. M.: *Acta Phytopath. Hung.* 12, 1–2. (1977)
- Tchan, Y. T. — Roxeby, J. E.: In: Pierron (ed.): *Biodegradation et himification. Rapport du 1^{er} Colloque Internat.* 477–478. Sarreguemines. (1975)
- Teater, R. W., Mortensen, J. L. — Pratt, P. F.: *J. Agr. Food Chem.* 6, 214–216 (1958)
- Terényi, S., Josepovits, Gy. — Matolcsy, Gy.: *Növényvédelmi kémia. Budapest, Akadémiai Kiadó. I. pp.* 846. (1967)
- Teubner, F. G. — Wittwer, S. H.: *Science,* 122, 74. (1955)
- Teubner, F. G. — Wittwer, S. H.: *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 69, 343. (1957)
- Teutenberg, A.: *S. Pflkrankh. Pflschutz.* 75, 72–86. (1968)
- Rewfik, M. S.: *The metabolism of certain aromatic nitroherbicides by soil microorganisms. Ph. D. Thesis. University of Wales, Bangor.* (1966)
- Tewfik, M. S. — Evans, W. C.: *Biochem. J.* 99, 31–32. (1966)
- The interaction of herbicides, microorganisms and plants: Roczniki Gleboznawcze,* 25, 3–366. (1975)
- Thorneburg, R. P. — Rweedy, J. A.: *Weed Sci.* 21, 397–399. (1973)
- Thornton, H. G.: *Ann. Bot.* 44, 385–392. (1930)
- Tidje, J. M. — Alexander, M.: *J. Agr. Food Chem.* 17, 1080–1084. (1969)
- Tidje, J. M., Duxbury, J. M., Alexander, M. — Dawson, J. E.: *J. Agr. Food Chem.* 17, 1021–1026. (1969)
- Timár, M.: *Agrokém. és Talajt.* 19, 357–365. (1973)
- Timofejev, V. A. — Monszejev, A. A.: *Trudüi Kirgiz. Naucnoisszledov. Inszt. Zeml.* 5, 123–130. (1965)
- Tingle, J. B. — Brenton, B. F. P.: *J. Amer. Chem. Soc.* 31, 1161. (1909)
- Tolmsoff, W. J.: *Phytopathol.* 52, 755. (1962)

- Tonomura, K. — Kanzaki, F.: *Biochem. Biophys. Acta.* 183, 227–229. (1969)
- Tonomura, K., Maeda, K., Futai, F., Nakagami, T. — Yamada, M.: *Nature*, 47, 536. (1968)
- Tóth, Á., Rónáné, Kovács, Z. — Balázs, E.: *Publ. Univ. Horticult. Bp.* 35, 311 (1971)
- Tóth, B.: *Acta Phytopathol. Hung.* 12, 1–2. (1977)
- Tóth, J. A., Papp, L. B. — Lenkay, B.: *Biodegradation et humification. Rapport du 1^{er} Colloque International, Nancy, 1974.* 41–58. Pierron ed. Sarreguemines. (1975)
- Tu, C. M.: *Interaction between dypiridilium herbicides and microbes in the soil.* Ph. D. Thesis. Oregon Sta. Univ. Corvalis. cit. *Weed Abstr.* 17, 1400. (1966)
- Tu, C. M.: *Appl. Microbiol.* 19, 479–484. (1970)
- Tu, C. M. — Bollen, W. B.: *Weed Res.* 8, 28–37. (1968a)
- Tu, C. M. — Bollen, W. B.: *Weed Res.* 8, 38–45. (1968b)
- Tu, C. M., Miles, J. R. — Harris, C. R.: *Life Sci.* 7, 311–323. (1968)
- Tulabajev, B. — Azimbegov, N.: *Himija Szel'szkohoz.* 5, 43–44. (1967)
- Tulabajev, B. — Tamikajev, S.: *Vzbera biol. Zsur.* 2, 14–17. cit. *Soils and Fert.* 32, 1969. (1968)
- Tweedy, J. A., Kern, A. D. — Kapusta, G.: *Agron.* 63, 216–218. (1971)
- Tweedy, B. G., Loepky, C. — Ross, J. A.: *Science*, 168, 482–483. (1970)
- Tyagny-Ryadno, M. G.: *Trudi Kamenyec Podolszk. Szel'szkoz. Inszt.* 9, 43–48. (1967)
- Ubrizsy, G.: *Vegyszeres gyomirtás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.* (1962a)
- Ubrizsy, G.: *A növényvédelem időszerű kérdései.* 2, 20–26. *Mezőgazdasági Kiadó. Bp.* (1962b)
- Ubrizsy, G. (szerk.): *Növényvédelmi enciklopédia. I. Mezőgazdasági Kiadó. Bp. pp.* 486. (1968)
- Ubrizsy, G.: In: Máthé, I. — Láng, E. (eds.): *Tudományterületi helyzetelemzés. Az MTA Botanikai Bizottság tudományterületi felmérései. 1970–1972. MTA Biológiai Osztály Közleményei,* 17, 533–552. (1974)
- Ubrizsy, G. — Gimesi, A.: *A vegyszeres gyomirtás gyakorlata. Mezőgazdasági Kiadó. Bp.* 310 pp. (1969)
- Uhlig, S. K.: *Wiss. Z. techn. Univ. Dresden,* 15, 639–641. (1966)
- Upchurch, R. P.: *Residue Rev.* 16, 46–85. (1966)
- Upchurch, R. P.: *Herbicides and plant growth regulators.* 443–512. In: Goring, C. A. I. — Hamakar, J. W. (eds.) *Organic chemicals in the soil environment.* Marcel Dekker, Inc. New-York. (1972)
- U. S. Rubber Co.: U. S. 2.556. 665. (1951)
- U. S. Rubber Co.: Can. 519.684. (1955)
- Usoroh, N. J. — Hance, R. J.: *Weed Res.* 14, 19–21 (1974)
- Van Schreven, D. A.: *Plant and Soil,* 27, 443–446. (1967)
- Van Schreven, D. A., Lindenbergh, D. J. — Koridon, A.: *Pl. Soil,* 33, 513–532. (1970)
- Vasziljev, D. S. — Enkina, O. V.: *Dokl. Vsesz. Akad. Szel'szkoz. Nauk.* 12, 10–12. (1967)
- Vedros, N. Á. — Colmer, A. R.: *Proc. Louisiana Acad. Sci.* 22, 82–89. (1959)
- Venkartaraman, G. S. — Rajyalakshmi, B.: *Indian J. Agric. Sci.* 42, 119–121. (1972)
- Verona, O. — Picci, G.: *Agric. Ital.* 52, 61. (1952)
- Verner, A. R., Grebenjuk, I. N. — Tarbejeva, L. P.: *Mikroorganizmü v szel'szkhozjajsztve,* Moszkva, 169–173.

- Verstraeten, L. M. J. — Vlassak, K.: *Plant and Soil*, 39, 15–28. (1973)
- Vlitos, A. J.: *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 16, 435–438. cit. (1952) Bollen, W. B.: *Ann. Rev. Microbiol.* 15, 69–92. (1961) (1952)
- Vlitos, A. J. — Preston, D. A.: 1. *Okla. Agr. Exp. Sta. Bull. B. 332*, 3, 1. (1949a)
- Vlitos, A. J. — Preston, D. A.: *Phytopath.* 39, 706–714. (1949b)
- Vincent, J. M.: *IBP Handbook No. 15. Blackwell Scientific Publ. Oxford and Edinburgh.* (1970)
- Vincent, J.M. — Waters, M.: *University of Sydney, School of Agric. Rep. No. 2*, 1, 23–35. (1957)
- Vintikova, H., Skrdleta, V. — Srogl, M.: „*Plant Microbes Relationships*” *Proc. Symp. Prague.* 264–268. (1965)
- Virág, Á.: *Agrártud.* 10, 25–27. (1958a)
- Virág, A.: *Hazai alkalmazású herbicidek hatása mikroszkópikus gombákra. Egyetemi doktori értekezés. Gödöllő, pp. 55.* (1958b)
- Virág, Á.: *Agrártud. Egyetem. Mezőgazdaságtud. Karának Közl. Gödöllő.* 1958. 343–356 (1959)
- Virág, Á.: *Comb. bur en ajut. erbicidelo Bucuresti. Bucuresti.* 195–199. (1964)
- Virág, Á.: *MTA V. Oszt. Közl.* 381–383. (1967a)
- Virág, Á.: *Növényvédelem*, 3, 40–41. (1967b)
- Virág, Á.: *Növényvédelem*, 9, 385–387. (1973a)
- Virág, Á.: In: *Ujvárosi M.: Gyomirtás. Mezőgazdasági Kiadó. Bp.* (1973b)
- Virág, Á. — Márton, G.: *Simazin és Atrazin hatása a kukoricavetések talajának mikroflórájára. Kukoricatermesztési kísérletek 1958–1960. Akadémiai Kiadó, 389–396.* (1962)
- Voderberg, K.: *Nachr. B1. Dtsch. Pfl. Sch. Dienst. Berlin*, 15, 21. (1961)
- Vojnova, J., Vlakova, S. — Petkova, P.: *Pocs. Agrochim.* 4, 103–110. (1970)
- Vossen, Th.: *Landbow- Voorlichting — s' Gravenhage*, 16, 207–276. (1959)
- Waddington, J. T. — Teubner, F. G.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83, 700. (1963)
- Wainwright, M. — Pugh, G. J. F.: *Soil Biol. and Biochem.* 5, 577–584. (1973)
- Walker, A.: *Pestic. Sci.* 4, 665–675. (1973)
- Walker, W. W. — Stojanovic, B. J.: *J. Environ. Quality*, 3, 4–10. (1974)
- Wallnöfer, P. R.: *Weed Res.* 9, 333–339. (1969)
- Wallnöfer, P. R. — Safe, S.: *J. Agr. Food Chem.* 21, 502–503. (1973)
- Wallnöfer, P. R., Safe, S. — Hutzinger, O.: *Chemosphere*, 1, 155–158. (1972)
- Wallnöfer, P. R., Safe, S. — Hutzinger, O.: *Pestic. Biochem. Physiol.* 3, (1973) 253–258. (1973)
- Warcup, J. H.: *Soils Fert.* 20, 1–5. (1957)
- Weber, J. B.: *Interaction of organic pesticides with particulate matter in aquatic and soil systems.* 55–120. In: *Gould, R. F. (ed.) Fate of organic pesticides in the aquatic environment. Advan. Chem. Series III. Amer. Chem. Soc. Washington, D. C.* (1972)
- Weber, J. B. — Coble, H. B.: *J. Agric. Food Chem.* 16, 475–478. (1968)
- Weber, J. B., Perry, P. W. — Upchurch, R. P.: *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 29, 678–688. (1965)
- Weber, J. B., Ward, T. M. — Weed, S. B.: *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 32, 197–200. (1968)
- Webley, D. M., Duff, R. B. — Farmer, V. C.: *J. Gen. Microbiol.* 13, 361–369. (1955)
- Webley, D. M., Duff, R. B. — Farmer, V. C.: *J. Gen. Microbiol.* 18, 733–746. (1958)
- Weinberger, M. — Bollag, J. M. *Appl. Microbiol.* 24, 750–754. (1972)

- Wells, D. G.: *Crop Sci. (Madison)*, 15, 336–338. (1961)
- Wiklander, L.: *Grundförbattring*, 21, 151–155. (1968)
- Wiklander, L.: *Geoderma*, 3, 75–79. (1969)
- Wilde, S. A. – Persidsky, D. J.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 20, 107–110. (1956)
- Wildung, R. E.: *Amiben degradation in soil. Diss. Abstr.* 28. B. 434–435. (1967)
- Wildung, R. E., Chesters, G. – Armstrong, D. E.: *Weed Res.* 8, 213–225. (1968)
- Wilson, H. A.: *W. Va. Agric. Exp. Sta. Bull.* 366. T. 14. (1954)
- Wilson, J. K. – Choudhri, R. S.: *J. Econ. Entom.* 39, 537. (1946)
- Wilson, J. K. – Choudhri, R. S.: *J. Agric. Res.* 77, 25. (1948)
- Woolson, E. E., Axley, J. H. – Kearney, P. C.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 37, 254–
- Woth, W. A. – McCabe, A.: *Science*, 108, 16–18. (1948)
- Wright, S. J. L.: *Degradation of herbicides by soil microorganisms. In: Skyes, G. – Skinner, F. A. (eds.): Microbial aspect of pollution.* 233–254. Academic Press. London and New-York. (1971)
- Wright, S. J. L.: *Chemosphere*, 1, 11–14. (1972)
- Wright, S. J. L.: *Use of micro-algae for the assay of herbicides.* 257–269. In: Board. R. G. – Lovelock. D. W. (eds.): *Some methods for microbiological assay.* Academic Press. London, New-York, San Francisco. (1975)
- Wright, S. J. L.: *Acta Phytopath. Hung.* 12, 1–2. (1977)
- Wrobel, T.: *Acta Microbiol. Pol.* 1, 39–41. (1952)
- Wrobel, T.: *Acta Microbiol. Pol.* 12, 203–207. (1963)
- Wurzer, V. B. – Corbin, F. T.: *Z. Pflkrh. PflSchutz.* 75, 175–185. (1968)
- Yasuni, M. S. H., Sasa, M. – Uchida, M.: *Jap. J. Exp. Med.* 35, 545–563. (1965)
- Yoshida, T. – Castro, T. F.: *Soil Sci. Amer. Proc. Proc.* 34, 440–442. (1970)
- Yule, W. N., Chiba, M. – Morley, A. V.: *J. Agric. Food Chem.* 15, 1000–1004. (1967)
- Zablocki, St.: *Nowo Rolh. Warszawa.* 15, 21–23. (1966)
- Zayed, S. M. A. D., Mostofa, I. V. – Hassan, T. M.: *Archiv. Mikrobiol* 51, 118–121. (1965)
- Zedan, M. I.: *Studies on the effect of the fungicide somet and herbicide 2,4-D on certain microorganisms.* M. Sc. Thesis. Fac. of Agric. Cairo Univ. (1963)
- Zomboriné Nyakas, A.: In: *Rekultivációs ankét, Gyöngyös-Visonta, 1976. június 4.* 47–49. Gyöngyös, Mátraaljai Szénbányák Vállalat Kiadványa. (1976)
- Zweig, G. – Hitt, J. E.: *Mode-of-action of dipyrilidil- and quinone herbicides. Abstr, 155th Meet. Amer. Chem. Soc. No. 21.* (1968)
- Zweig, G., Hitt, J. E. – McMahon, R.: *Weed Sci.* 16, 69. (1968)

**AZ ÉSZAKMAGYARORSZÁGI VEGYIMŰVEK
NAGY HATÉKONYSÁGÚ NÖVÉNYVÉDŐSZEREI A MEZŐGAZDASÁGBAN**



TIOLKARBAMÁT TIPUSÚ HERBICIDEK

ALIROX^R 80 EC (72% EPTC + 8% AD-67)

Kukorica vegyszeres gyomirtására egyéves, egyszikű gyomnövények ellen 6–8 l/ha dózisban 250–300 l/ha permetlében a kukorica vetése előtt bedolgozva.

ANELDA^R plus 80 EC (72% butilát + 8% TI-35)

Kukorica vegyszeres gyomirtására egyéves egy- és néhány kétszikű gyomnövények ellen 6–9 l/ha dózis 250–300 l/ha permetlében a kukorica vetése előtt bedolgozva.

SABET^R 72 EC (72% cycloát)

Cukorrépa vegyszeres gyomirtására egyéves egy- és néhány kétszikű gyomnövény ellen 250–300 l/ha permetlében vetés előtt bedolgozva.

SAKKIMOL^R 70 EC (70% molinát)

Rizs vegyszeres gyomirtására egyéves egy- és kétszikű gyomnövények ellen presowing, preemergens és postemergens kijuttatással 6–7 l/ha dózisban.

KLÓRACETANILID TIPUSÚ HERBICIDEK

SATECID^R 65 WP (65% propaklór)

Kukorica és hagyma vegyszeres gyomirtására egyéves, egyszikű gyomnövények ellen. Kukorica kultúrában 5,5–7,5 kg/ha dózisban vetés után alkalmazva. Dughagymáról természetett étkezési hagymában pre- vagy postemergensen 5–7 kg/ha mennyiségben, magról vetett hagymában vetés után 5–7 kg/ha adagban felhasználva.

SATOKLÓR^R 480 EC (480 g/l alaklór)

Kukorica, napraforgó, szója vegyszeres gyomirtására egyéves egy- és néhány kétszikű gyomnövények ellen, a kultúrnövények vetése után alkalmazva. Kukoricában 5–7 l/ha, napraforgóban és szójában 5–6 l/ha mennyiségben felhasználva.

KARBAMID TIPUSÚ HERBICIDEK

LINURON 50 WP (50% linuron)

Kukorica, napraforgó, hagyma vegyszeres gyomirtására egyéves egy- és kétszikű gyomnövények ellen. Kukoricában és napraforgóban 2,1–3 kg/ha mennyiségben kelés előtt, dughagymáról természetett étkezési hagymában preemergensen 1,75–3,5 kg/ha, postemergensen 1,75 kg/ha adagban.

MONOLINURON 50 WP (50% monolinuron)

Gyümölcsösök és gyógynövénykultúrák vegyszeres gyomirtására 3–5,5 kg/ha mennyiségben 200–400 l/ha vízzel kijuttatva.

TRIAZIN TIPUSÚ HERBICIDEK

ZEAPOS^R 10 (15% atrazin)

Kukorica vegyszeres gyomirtására a kultúrnövény 10–20 cm-es fejlettségi állapotában 8–10 l/ha adagban a gyomosodás mértékétől függően.

ZEAPOS^R P (10% atrazin, 6% piridát)

Kukorica vegyszeres gyomirtására magról kelő egy- és kétszikű gyomok ellen, a kultúrnövény 10–20 cm-es fejlettségi állapotában felhasználva, 10–12 l/ha mennyiségben.

Forgalomba hozzák:

– Magyarországon: AGROTEK, AGROKER,
TSZKER

– Külföldön: CHEMOLIMPEX

További felvilágosítás és szaktanácsadás

ÉSZAKMAGYARORSZÁGI VEGYIMŰVEK

Kereskedelmi Főosztály

3792 Sajóbáony

Magyarország



TÖBB MINT FÉLÉVSZÁZADA A MAGYAR MEZŐGAZDASÁG
SZOLGÁLATÁBAN

MONO * KOMPLEX * FOLYÉKONY
MŰTRÁGYÁINK *
NYOMELEMTARTALMÚ KÉSZÍTMÉNYEINK

KIS ÉS NAGYÜZEMI FELHASZNÁLÁSRA EGYARÁNT
ALKALMAZHATÓK

Péti Nitrogénművek
Várpalota Pf. 50 8105 Telefon: 50 000



A terméshozamok nagymértékben a tápanyagellátás mennyiségi és minőségi tényezőitől függenek

a

MIKROMIX A

kelatizált nyomelemcsalád használatával ezek a tényezők kedvezően befolyásolhatók.

HATÁSÁRA: a növényi kultúrák a betegségekkel szemben ellenállóbbak, az élettani folyamatok kedvezően alakulnak, növekszik a termés mennyisége, javul minősége

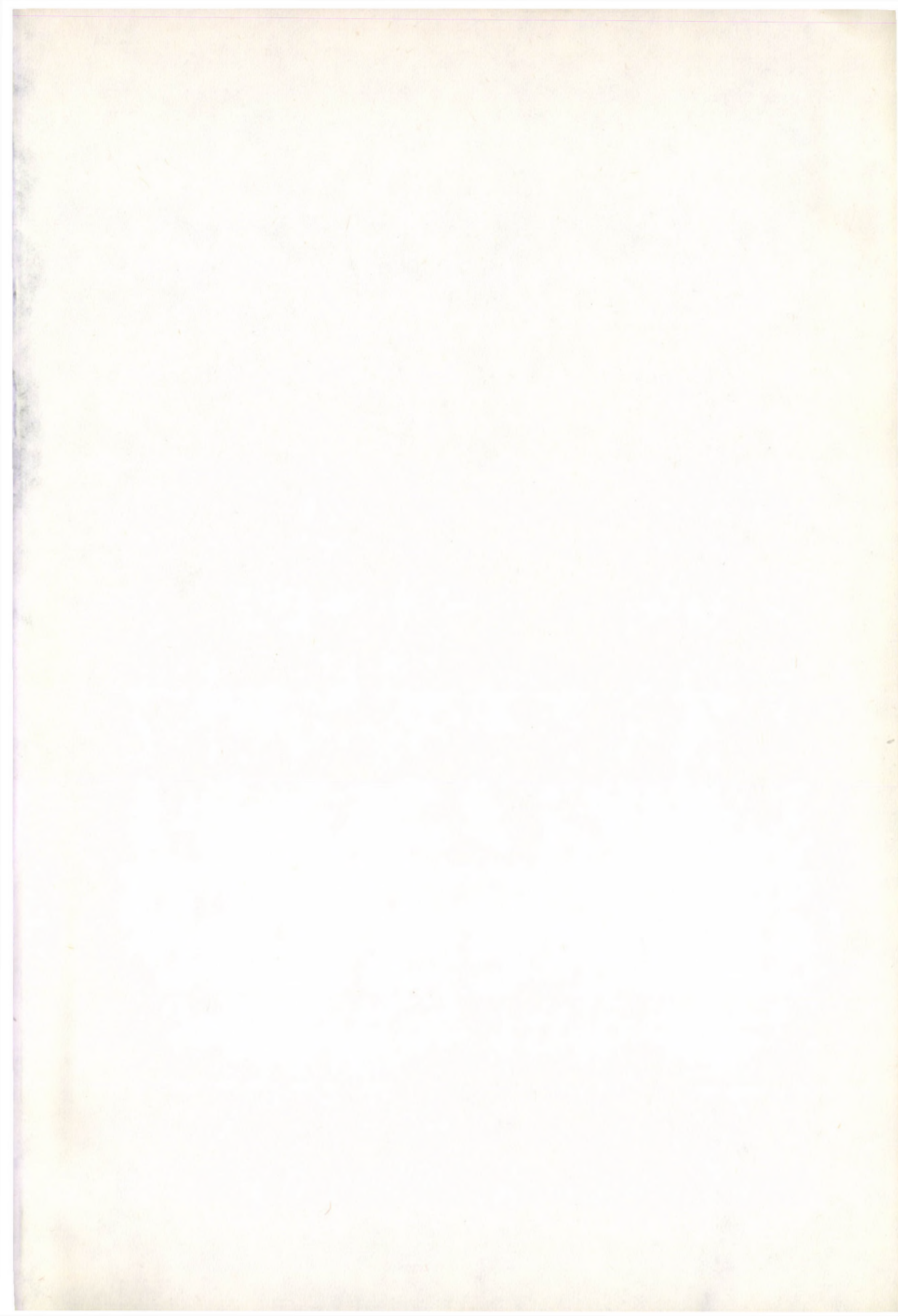
FORGALOMBA KERÜL: nagyüzemi felhasználásra 60 literes műanyag ballonokban, a kiskert tulajdonosok számára 1 literes flakonokban

Péti Nitrogénművek
Várpalota Pf. 50 8105 Telefon: 50 000



ISBN 963 7121 64 1

Felelős kiadó: Dr. Nemezc Ernő, az MTA VEAB elnöke
Példányszám: 800
Terjedelem: 24,5 A/5 ív
Engedélyszám: 48990/1985
Készült a Sportpropaganda Vállalat megbízásából a KATE sokszorosító üzemében
Felelős vezető: Báló Lajos



Ára: 300,— Ft