

TALAJERŐGAZDÁLKODÁS

KEMENESY ERNŐ

TALAJERŐGAZDÁLKODÁS



1956

503671

Lektorok

KREYBIG LAJOS
SURÁNYI JÁNOS
DI GLERIA JÁNOS
MANNINGER ERNŐ



Kemenes Ernő, 1956

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó igazgatója

Szerkesztésért felelős: Jolsvay Alajos

Műszaki felelős: Húth István

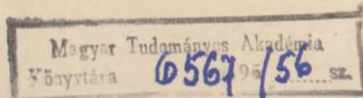
A kézirat beérkezett: 1956. május 10.

Példányszám: 1000

Terjedelem: 32,25 (A/5) ív

Szegedi Nyomda Vállalat 56-1827

Felelős vezető: Vincze György



ELŐSZÓ

Terméseink felfele ívelésében évtizedek óta alig van fejlődés, annak ellenére, hogy a korszerű termesztési technika, a gépesítés és a műtrágyák kiterjedtebb alkalmazása terén nagy lépésekkel haladtunk előre.

Hiába állunk azonban a korszerűbb agrotechnika alapján, hiába hoznak létre növénynemesítőink kiváló nemesített fajtákat, mindezek nem érvényesülhetnek kellőképpen, *ha a megfelelő alapok hiányoznak a talajerő kialakítására és fokozására*. Talajaink biológiailag és ennél fogva szerkezetileg is meglehetősen leromlott állapotban vannak, ami maga után vonja rossz vízgazdálkodásukat, trágya-inaktivitásukat, és általában az agrotechnika nem kielégítő érvényesülését.

Igen tévednek azok, akik a talajerőfokozás célravezető útját egyedül az *istállótrágyázásban*, illetve annak intenzitásában látják. Kétségtelen, hogy ez is jelentős tényező. De szeretném hangsúlyozni, hogy legalább olyan súlyos és alapvető tényező, sőt esetenként még hatásosabb is a *kellően megszervezett talajhasználat*, ami a talajjavító növények beiktatásában és megszervezésében, a gazdaságos zöldtrágyázásban és a vetésforgók szakszerű összeállításában nyilvánul meg.

Míg az istállótrágyázás kívánatos fejlesztése csak fokozatosan és többkevesebb áldozattal történhetik, mert szorosan összefügg az állatsűrűség további kiterjesztésével, addig a talajerőfokozás másik tényezőcsoportja, a talajhasználat megfelelő megszervezése úgyszólván különösebb áldozat nélkül, szinte ingyenesen áll rendelkezésünkre. E természeti erők rendszeresebb és hathatósabb alkalmazása szinte beláthatatlan távlatokat nyithat a talajerőfokozás területén.

Sajnos, mi még közel sem merítettük ki a lehetőségeket, de hogy milyen eredmények érhetők el ezekkel, azt tapasztaltam és arról meggyőződtem több évtizedes gyakorlatom során, amikor sok gazdaságot szerveztem át ebben a szellemben és amikor azok termésfokozó hatásai kibontakoztak előttem.

Talán ez is hozzájárult ahhoz, hogy kezembe vettem a tollat tapasztalataim és kísérleti eredményeim közzétételére.

A témakört az *egysejtű talajszervezetektől egészen az üzemi vonatkozásokig tárgyalom*, sohasem tévesztve szem elől a gyakorlati és gazdaságos megvalósítások lehetőségeit. Miután a talajerőgazdálkodás komplexumának a talaj, illetve az üzem ad kereteket, mert hiszen *minden szervesanyag-körfolyamat az üzemben, mint zárt biológiai egységben zajlik le*, a témakört nemcsak biológiai, hanem üzemszervezési nézőpontból is tárgyalom,

egyszóval »üzembiológiai« szemléletben, ahogyan én azt nevezni szoktam. A felépítés eme komplex jellege vonja maga után azt is, hogy néha ismétlésekbe kell bocsátkoznom.

Ennek a szerény és a maga nemében talán első ilyen rendszerbe foglalt munkának célja az, hogy mezőgazdáink körében felkeltse az érdeklődést e tárgykör iránt, hogy új gondolatokat és azoknak gyakorlati megvalósítását ebressze fel bennük.

A könyv elején pusztán kivonatossan tárgyalom a természettudományi alapismereteket és csak olyan vonatkozásokban, amelyek gyakorlati nézőpontból fontosak a gyakorló mezőgazdák számára.

A témakör tárgyalása során az egyes jelenségek tudományos magyarázatára kiemeltem azokat a kutatási megállapításokat — a klasszikusoktól a legkorszerűbbekig —, amelyek sajátos viszonyaink között érdeklődésre tarthatnak számot.

Elmélyedve ebben a témakörben, kitűnik, hogy e téren még sok felderítendő kérdés előtt állunk, és hogy emiatt gyakran csak feltevésekre vagyunk utalva. Mindez a kérdéskomplexum természetében rejlik, mert hiszen minden folyamat és jelenség közvetlenül a talajban zajlik le, ebben a legbonyolultabb biológiai laboratóriumban. A legkülönbözőbb adottságokkal, azok állandóan változó erőviszonyaival és egymásra hatásával kell számolnunk. Valószínűleg ennek tulajdoníthatók azok az élénk viták is, amelyeket egyes jelenségek tudományos magyarázata szokott kiváltani.

De mindez nem jelenti azt, hogy az utolsó öt évtizedben nem haladt ez a tudományág nagy lépésekkel előre, és hogy ma már ne tudnánk sok lényeges kérdésre feleletet kapni. Feltétele, hogy mélyedjünk el a természet feletti érdekes problémáiban. Az elmélyedésnek fő célja pedig a tudásvágy kielégítése mellett termelésünk fokozása és népünk jólétének biztosítása legyen.

Végül nem mulaszthatom el, hogy meg ne köszönjem közvetlen munkatársaimnak a lelkes támogatást, amely elősegítette munkám megírását.

Keszthely, 1956. február hó

Kemenesy Ernő

TERMESZTÉS ÉS TALAJERŐGAZDÁLKODÁS

A mezőgazdasági termelés sajátosságai, biológiai jellege

Míg az ipari gyártás túlnyomóan a mechanika és kémia folyamatainak biztosabb, áttekinthetőbb és pontos számszerűséggel is értékelhető kereteiben folyik, mégpedig a természeti tényezők zavaró befolyása nélkül, addig a mezőgazdasági termelés sajátosságai ettől erősen elütnek.

A mezőgazdasági termelés *folyamata lényegben az élők világában zajlik le*. A mezőgazdának, ha eredményesen kíván termelni, elsősorban és alapvetően a biológiai tényezőkkel kell számolnia, ezekkel kell lépten-nyomon operálnia.

Mindez a biológiai törvényszerűségekből folyik, amelyeknek lényege, hogy az *élet és az elhalás állandó dinamikája váltják egymást*, egyes szervezetek életfeltétele a másik szervezetszoport elhalása nyomán következik be, sőt feltételezik egymást. Erre a szinte láncolatszerű sorozatra épül fel az egész élő világ dinamikusan változó rendje, amit a tőlünk független külső behatások (klimatikus tényezők, talajtípus), másrészt a tőlünk függő kultúrbefolyások (a mezőgazda agrotechnikai tevékenysége és a növény-nemesítő tevékenysége) alakítanak, formálnak, hogy gyakorlatilag a termelés eredményében jussanak kifejezésre.

Mindezek a mezőgazdasági termelés bonyolult műhelyében, a mezőgazdasági üzemben mennek végbe, ahol a növény- és állatvilág, valamint a talaj élő világa a legszorosabb viszonyosságban állanak egymással, és alakítják ki a biológiai körfolyamatot. Ez a körfolyamat, nevezetesen a szerves anyag körfolyamata zárt üzemben zajlik le. A zöld növényzet szolgáltatja asszimiláló képességével a szerves anyagot, a termőtalaj, illetve a benne lakó mikroszervezetek pedig újból lebontják a növényzetnek azokat a maradékait, amelyek egyrészt a talajban teremnek meg (gyökérmaradványok és zöldtrágya), másrészt pedig mint takarmány és alomszalma az állatok közbejöttével istállótrágya formájában újból a talajba kerülnek vissza, hogy mindezekkel a talaj termőerejének tartalékait szolgálják.

Eszerint a mezőgazdasági üzemet zárt biológiai egységnek kell tekinteni. Ez a biológiai egység nem az egyes tényezők matematikai összességéből adódik, hanem azok szoros élettani összefüggéséből, egymásra hatásából, harmonikus egységéből. Az egyik tényező megváltoztatása maga után vonja a másik tényező, sőt a szerves egész megváltozását is. Egyik tényező sem szigetelhető el a másiktól, és így az egésztől sem, mert minden tényező pótolhatatlan láncszemét jelenti az egész orgánumnak.

Az egyes tényezőkben jelentkező kisebb zavarok már súlyos következményként jelentkezhetnek, hogy felborítsák a biológiai egyensúlyt, a kívánatos harmóniát.

Mit értünk itt a mezőgazda gyakorlati célkitűzései nézőpontjából a harmónia fogalmán? — Azt, hogy az üzemben, mint zárt biológiai egységben a körfolyamatok olyan arányban, ütemben és minőségben folyjanak le, hogy azokkal a legjobban szolgálhassuk a talajerő kialakítását, fokozását.

A mezőgazdasági termelés és egyben a talajerő kialakítása lényegében az élettani tényezők ésszerű irányításából áll. Itt tehát elsősorban az élők világával van dolgunk, és ha alkalmazunk is mechanikai (motorikus talajművelés) vagy kémiai (műtrágyázás) eszközöket, mindezeket tisztán a biológiai folyamatok hathatósabb elősegítése érdekében vesszük igénybe.

A biológiai tényezők és ellentényezők tömkelegével kell számolnunk, amelyek nagyrészt ismertek és általunk irányíthatók, de van számos előre nem látható, ismeretlen tényező is. Utóbbiak vetik fel a természet káros befolyása elleni harc szükségességét. A harc, illetve a védelem eredményességét csakis a biológiai törvényszerűségek mélyrehatóbb ismerete, továbbá az ebből folyó kombinatív képesség művészete teszi lehetővé, mégpedig mindig a fontosabb, a súlyosabb tényezők figyelembevételével. Emé képességek szükségesek ahhoz, hogy esetről esetre, sokszor gyorsan és helyesen cselekedhessünk, intézkedhessünk, sőt távlatilag szervezhessünk is.

A mezőgazdasági üzem olyan mechanizmus, amelynek nincsenek milliméter pontossággal beállított gépei és fogaskerekei, mint a gyáriparnak. Ezeket a biológiai értelemben vett fogaskerekeket és gépeket esetről esetre magának a mezőgazdának kell a dinamikus adottságok szerint szinte óráról órára kialakítania. Ezért mondják azt, hogy a mezőgazdálkodás, feltéve, hogy tudományos alapon áll, a legnehezebb, de egyben a legérdekesebb hivatás. Mindez azért, mert lényege az élő világban zajlik le. Ezen alapszik a talajerőgazdálkodás alkalmazott tudománya is. Végül, miután a mezőgazdasági üzem zárt biológiai egységet jelent, a talajerő fokozása terén csak akkor leszünk képesek átfogó eredményeket elérni, ha a biotechnikai tényezőket az üzemszervezés keretében, a maguk összefüggésében és optimális arányaiban alkalmazzuk. Így jön létre a biológia és üzemszervezés kívánatos és organikus egysége.

Az őszállapotban lévő talajtól a kultúrtalajig

Általában ismeretes, hogy a különféle talajnevek az egyes korszakok klímájának, anyaközetének és végeredményben növényvilágának összehatásaként alakultak ki. Sok évezredes, sőt évszázadzredes fejlődésük után vette át ezeket az őszállapotban lévő talajtípusokat az ember, amikor is a maga kezdetleges eszközeivel művelés alá kezdte venni a földet. A földművelés eme legprimitívebb korszakában a mezőgazda földjét valóban a maga őszállapotában vette át. Az erdőirtás vagy gyeptörés után a talajt akkor még sem trágyázással, sem céltudatos talajhasználattal befolyásolni nem tudta. Erre azonban akkor még nem is volt szükség, mert a talaj a maga televénygazdagságával, struktúrájával, végeredményben ösrejeével enélkül is kielégítette annak művelőjét.

A mindinkább fejlődő népsűrűség, az ennek nyomán felmerülő mennyiségi és minőségi követelmények kielégítése, a technika fejlődése mind nagyobb igényeket támasztott a talaj termőerejével szemben. A növekvő igények szükségszerű kielégítése vonta maga után azt, hogy az ember mindjobban beleavatkozott a talaj termőerejének felhasználásába, sokszor anélkül, hogy az »őserő« némi helyreállításáról gondoskodott volna.

A fejlődés legújabb korában, amikor a korszerű termesztési technika többé-kevésbé úrrá lett a természet felett, mindjobban differenciálódtak az egyes országok és azokon belül az egyes mezőgazdasági üzemek ama törekvései, hogy *a korszerű gazdálkodás lehetőségeit ne csak a termések fokozására, hanem egyben a talajerő fenntartására is felhasználják.*

Voltak országok, ahol a termesztés mindenáron való fokozása mellett teljesen elhanyagolták a talajerő színvonalon-tartását. Ez vonta maga után a talajok leromlását és a talajeróziót.

A népek szaporodása és növekvő igénye egyre nagyobb követelményekkel lép fel a mindig változatlan kiterjedésű és állandóan romló termőtalaj teljesítményével szemben. Ez a mindjobban élesedő fejlődési folyamat teszi fokozottan időszerűvé a talajerőgazdálkodás kérdésének céltudatos és rendszeres tárgyalását.

A termesztési technika mai fejlettebb korában a mezőgazdának nemcsak az egyes talajtípusokra és adottságaikra kell figyelemmel lenni, hanem jelenlegi erőbeni állapotukra is, amit az előző évek ésszerű vagy elhanyagolt talajerőgazdálkodása hagyott örökségül a mostani időre.

Míg az ősalápotban lévő *természetes talajerő* az évezredek lassú, fokozatos fejlődéséből alakult ki (talajtípus), addig a *jelenlegi talajerő* már az ember kultúrbefolyására változik meg a talaj típusától és a beavatkozás mikéntjétől, mértékétől függően (kultúrállapot). Eme beavatkozások aránylag gyors ütemben éreztetik hatásukat, és legtöbbször évek, de legkésőbb 1—2 évtized után már mély nyomokat hagyhatnak a talajerő állapotában. Gyakran azonos talajon, barázdás szomszédú üzemek között igen nagy különbségek alakulnak ki a termésekben, mégpedig nemcsak a korszerű vagy korszerűtlen technika folyományaképpen, hanem a talajerő céltudatos, gondos és távlati felépítése vagy elhanyagolása következményeként is.

A *jelenlegi talajerő*, annak fokozata tehát két tényezőből adódik: először az *ősalápotban lévő talajerőből*, amit a természettől örököltünk és ami lényegében a talaj genetikai alkatát jelenti, másodszor pedig abból a *dinamikusan változó talajállapotból*, amit a mezőgazda alakított ki évről évre. *Mennél fejlettebbé válik a mezőgazdaság technikája, annál inkább lép előtérbe a talajerőgazdálkodás mindjobban döntő szerepe és szükségszerű fokozása.* Tehát hangsúlyozni kell azt is, hogy ezzel a fejlődéssel együtt járhat a talajerő fokozottabb leromlásának veszélye is abban az esetben, ha a korszerű termesztési technikával nem tart lépést a céltudatos és perspektivikus talajerőfelépítés rendszere.

Csak erős műtrágyázással és intenzív talajműveléssel is érhetők el egy ideig nagy terméseredmények, de ha nem párosul ezzel a talajerő fokozása, annak kellő szerves anyaggal való ellátása, a talaj szerkezetének ápolása, akkor az így kialakult nagyobb termések tartósságukból veszítenek, és bekövetkezik a talaj leromlása. *A tisztán kémiai és mechanikai kultúrbeavatkozások csak az esetben lesznek termelékenyek, ha ezek humuszfogyasztó*

kihatásait a humuszgyarapítás törekvéseivel, a céltudatos talajhasználattal és szerves trágyázással ellensúlyozzuk, illetve hozzuk megfelelő összhangba.

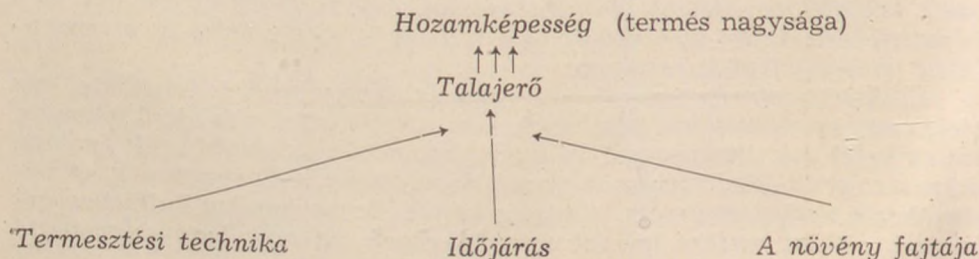
Egyensúlyba kell tehát hozni a talajerő mozgósítását, igénybevételét a talajerő felépítésével. Mennél tartósabb és nagyobb tömegű a szervesanyag-ellátás, illetve -felhalmozás a talajban, a minőséget sem elhanyagolva, annál inkább fokozódik a talajerő. Ezt a kívánatos folyamatot »biológiai akkumulátor«-nak is tekinthetjük, amely akkumulátornak tartalmát a mikrobák tevékenysége közvetíti a növényzet részére. Tehát mennél tökéletesebb a talajművelés és mennél intenzívebb a műtrágyázás, annál inkább serkentjük a talajéletet, illetve mozgósítjuk a talajerő belső energiáját, és fogyasztjuk az akkumulátor energiáját, a szerves anyagot a növényzet javára.

A talajerő gyors tönkretételének, a talaj leromlásának vannak elrettentő példái, amikor is az őstalaj feltörése után teljesen egyoldalú gabona-termesztéssel, intenzív gépi talajműveléssel és műtrágyázással mozgósították a talaj erejét, a humuszt anélkül, hogy veszteségeiket állattartással, humuszgyarapító takarmánynövények beiktatásával ellensúlyozták volna. Így sivatagosodtak el három évtizedes egyoldalú talajhasználat után pl. Missouri öserőben levő prérijei, és váltak szélhordta pusztaságokká. A talaj humusza és nitrogénje 30 év alatt 35%-kal csökkent (JENNIS, 1933 — FEHÉR D., 1954 nyomán).

Ennek ellentéte tapasztalható a humuszgazdálkodás klasszikus hazájában, Kínában, ahol pl. 1 ha földön jól megél egy 12 tagú család, illetve az 1 ha föld teljes önellátást képes nyújtani neki. Itt teljes összhangban áll a talaj intenzív megművelése a tökéletes humuszgazdálkodással, amikor is az emberi és állati ürüléket, a növényi hulladékokat és a patakok iszapjait minimális veszteséggel, a legnagyobb gondossággal komposztozzák.

A talajerő (termékenység) és talajerőgazdálkodás

Kétségtelen, hogy a termések nagyságának kialakulására a talajerő befolyása a legkiemelkedőbb, de hangsúlyozni kell azt is, hogy nem egyedüli tényezője annak. A termések kialakulását a talajerőn kívül még egyéb külső tényezők is befolyásolják, ún. az időjárás, az alkalmazott *termesztési technika* és a művelési növények fajtaiban rejlő *termőképesség* is (nemesített vagy egyéb fajták). A talajerő tehát egyik alapvető tényezője a termések kialakulásának, vagyis a talaj *hozamképességének* (ROEMER—SCHEFFER, 1953), amely a már említett külső tényezőknek a talajerőre gyakorolt hatásaiból keletkezett.



Az összes természeti tényezők közül a talajerő az, amely belső tulajdonságokat rejt magában, nevezetesen *kémiaiakat*, *fizikaiakat* és *biológiaiakat*.

A *kémiai* tulajdonságok a tápanyagtartalomban, annak harmóniájában és felvehetőségében, majd a talaj kémhatásában, a *fizikai* tulajdonságok a mechanikai összetételben, a humusz mennyiségi és minőségi viszonyaiban, majd főként a talajszerkezetességben, a *biológiai* tulajdonságok pedig a talajban lezajló élettevékenységben, annak minőségében és intenzitásában jutnak kifejezésre. A három tulajdonságcsoporthoz nem szigetelhető el egymástól, azok egymással állandó belső kölcsönhatásban állnak. Pl. a humusz mennyisége és minősége lényeges befolyást gyakorol a mineralizáció során a talaj tápanyagviszonyaira (kémiai), a talaj szerkezetére (fizikai) és a talaj életére (biológiai). A talaj szerkezetessége (fizikai) kedvezően befolyásolja a talajélet aktivitását (biológiai) és ennek révén a tápanyag mozgósítását (kémiai). A talaj mélytartalma (kémiai) kedvező hatással van a talaj szerkezetére (fizikai), a talajélet minőségi összetételére és aktivitására (biológiai) stb. *E tulajdonságok tehát szoros összefüggésben álló, szinte oszthatatlan egységeket képviselnek, amelyek hatásában jut kifejezésre az a belső energia, amit talajerőnek nevezünk.* Itt említem még meg azt is, hogy a meglehetősen általánosan használt »*termékenység*« helyett azért javasolom a »*talajerő*« kifejezés alkalmazását, mert ez találébban fejezi ki a talaj belső tulajdonságait jelentő erők, energiák mértékét, amely energiák az említett külső tényezők hatására jutnak többé-kevésbé érvényre a termések nagyságának kialakulásában. Mennél megfelelőbb mennyiségben és minőségben egyesülnek ezek a tulajdonságok a talajban, annál fokozottabb a talajerő, amikor is azt mondhatjuk, hogy a tulajdonságok megfelelő harmóniában egyesülnek. Ez akkor áll elő, ha a tulajdonságok sohasem szélsőséges mértékben vannak jelen, hanem megfelelő optimumban. Pl. egy túlságosan kötött agyagtalaj belső energia-szolgáltatása, talajereje sohasem lehet olyan kedvező, mint egy közép-kötött talajé, mert szerkezete rosszabb, vízgazdálkodása mostohább, tápanyaglekötő képessége a kívánatosnál nagyobb, a talajélet és tápanyag-szolgáltatás renyhébb stb. A másik végletet a humuszban és agyagban igen szegény, laza homoktalajban leljük meg, amelynek alig van szorbcióképessége, biológiai aktivitása a kelletténél nagyobb, tehát nem tud takarékosan gazdálkodni a trágyákkal és a vízzel. Az utóbbi különösen akkor válik hátrányossá, ha mélyen van a talajvíz. A talaj eme alapvető bélyegeit a talajtípusban a természettől örököltük, amelyek — amint már említettem is — hosszú évezredek során alakultak ki a talaj fejlődése során. Amióta azonban az ember művelés alá vonta a földet, a talajerő további alakulásának sorsa az ember, illetve a mezőgazda kezébe került.

A mezőgazdának azt a *tevékenységét*, amellyel a talajerő alakulását irányítja, talajerőgazdálkodásnak nevezzük. Miután a talajerőgazdálkodás rendszeren az autarkia szellemében magában a zárt mezőgazdasági üzemben zajlik le, ennél fogva az nemcsak biológiai, hanem egyben üzemszervezési *tevékenységet is jelent*. Pl. akkor, amikor a talajerő fokozása érdekében a talaj szerves anyagának, humuszának mennyiségi és minőségi fejlesztését tűzzük ki célul, fontos annak a megállapítása is, hogy az adott ökológiai és üzemi adottságok között mennyi állattal, zöldtrágyával, milyen talajhasz-

nálattal és milyen talajművelési rendszerrel érjük el célunkat a legjobban, aránylag a leggyorsabban és legolcsóbban. Ezt minden tájon, minden üzemen más és más módszerrel, más és más arányokban kell megvalósítani, és éppen ezek helyes megszervezésében rejlik a talajerőgazdálkodás tudományának, sokszor művészetének lényege. *A talajerőgazdálkodás tudománya tehát mindig a biológia és üzemtan komplex alkalmazását jelenti.*

A talajerőgazdálkodás egyben annyit is jelent, hogy a talajerőt nemcsak fokozni igyekszünk, hanem a felépített talajerőt ésszerűen mozgósítjuk is növényeink javára. A talajerő fokozásának (szervesanyag-felhalmozás) legalább egyensúlyban kell lennie a talajerő mozgósításával (szervesanyag-lebontás), hogy a talajerő le ne romoljék. Sőt inkább arra kell törekedni, hogy a talajerőgazdálkodás terén haladó irányzatban legyünk.

A talajerőgazdálkodás tárgyköre tehát állandóan szembeállítja egymással az üzemen belül lezajló körfolyamatok pozitív és negatív irányát: a humuszfeltöltést és humuszfogyasztást, figyelemmel természetesen a minőségi szempontokra. A talajerő fokozása tehát legtöbbször a szerves anyag, illetve a tágabb értelemben vett humusz felhalmozásából áll a trágyázás és a talajhasználat útján, annak mozgósítása (mineralizáció) pedig a megfelelő talajműveléssel.

Mennél jobb a talajerő, illetve a vele járó szerkezetesség, annál produktívabb lesz minden agrotechnikai beavatkozás. Az ilyen talaj jobban és gyorsabban bontja le a szerves trágyákat, jobban értékesíti a műtrágyákat, minthogy azok egy részét szerves kötésbe viszi, és így mentesíti a szorbciós hatásoktól. Tökéletesebben tárolja a csapadékot, elviselhetőbbé teszi a szárazságot, biztosabbá, ingadozásmentesebbé teszi a termést. Sőt hatékonyabbá válik a talajművelés is, minthogy a kívánatos pórusterfogatot az ilyen talajban könnyebben és tökéletesebben érjük el, és még olcsóbban is, mert a szerkezetes talajnak kisebb a fajlagos ellenállása. Röviden azt is mondhatjuk, hogy *fokozott talajerővel minden külső befolyás, természeti (időjárás) és mezőgazdai (agrotechnika és nemesítés) egyaránt sokkal termelékenyebben érvényesül, mint egy leromlott talajban.* A fokozott talajerő olyan korszerű erőgéphez hasonlítható, amely az üzemanyagot sokkal nagyobb hatásfokkal, illetve takarékosabban értékesíti, szemben egy korszerűtlen, elavult erőgéppel.

A leromlott talajon is elérhetünk ugyanolyan terméseket, mint a jó erőben levőn, de ehhez több vízre, trágyára és egyéb agrotechnikai áldozatokra lesz szükség. Más szóval *a talajerő mértéke a felhasználások produktívásában rejlik.*

A talajerőgazdálkodás tárgyköre

A talajerőgazdálkodás alkalmazott tudományával olyan értelemben, hogy azt üzemszervezési szempontból is figyelembe vették volna, nálunk rendszeresen még keveset foglalkoztak. Tudvalevő, hogy e komplex jellegű tudomány a trágyázásnak, talajhasználatnak és talajművelésnek azokat a biológiai és üzemszervezési összefüggéseit öleli fel, amely a talajerő fokozását vagy legalább színvonalon tartását tűzi ki célul. Szeretném itt mindjárt azt a téves nézetet is eloszlatni, mintha a talajerőgazdálkodás a trá-

gyázás, talajhasználat és talajművelés tisztán agrotechnikai kutatásaival kívánna foglalkozni. Ezeknek a kutatásoknak igenis teljesen önállóan tovább kell haladniuk, de az elszigetelt jellegű kutatások még közel sem jelentenek teljes értékű talajerőgazdálkodási témát, hanem annak csak bizonyos elszigetelt részmegoldásokat nyújtanak.

Míg tehát az utóbbi tudományágak tisztán technikai és biológiai szempontból végzik meglehetősen elszigetelt szemléletben kutatási munkájukat, addig a talajerőgazdálkodás kutatási területe szerteágazóbb, átfogóbb, mert az említett három tényezőcsoportot nemcsak azok összefüggéseiben vizsgálja, hanem azok üzemgazdasági alkalmazásával is számol, és arányosítja azokat a fennálló adottságok figyelembevételével.

Amint már említettem is, a talajerőgazdálkodás problémáját minden tájon, sőt minden üzemben sajátosan kell megoldani. Minden adottság között más és más eszközökkel érjük el a racionális szervesanyag-gazdálkodás, illetve talajerőgazdálkodás problémájának megoldását. Egyik talaj-típuson nagyobb súllyal a zöldtrágyázással és megfelelő humuszgyarapító talajhasználattal, a másik tájon az intenzívebb talajműveléssel tudjuk a szervesanyag-képzést kimozdítani a holtpontjáról, míg a harmadik üzemben főként a nagyobb mérvű istállótrágyázás fog célhoz vezetni. Sőt vannak adottságok, ahol e célok elérésében a műtrágyázásnak lesz vezető szerepe. Természetesen legtöbbször az említett tényezők mindegyikének részt kell vennie a talajerőfokozás elérésében, de bizonyos, hogy más és más súllyal és arányban, más összefüggésben, sőt más és más üzemi módszerrel, hogy azt egyben a leggazdaságosabban érhessük el. E téren követjük el országosan a legtöbb hibát, talán azért, mert e témát tudományos eszközökkel még kevésbé derítették fel.

E munka tehát három biotechnikai tényezővel, azok összefüggésével és üzemszervezési vonatkozásaival foglalkozik, nevezetesen:

- a) *a talajhasználattal* (zöldtrágyázás, gyökérmaradványok, vetésforgó stb.), amely alapvető tényezője a humuszgazdálkodásnak,
- b) *a trágyázás kérdéseivel*, amely legközvetlenebbül érinti a célkitűzést és
- c) *a biológiai talajműveléssel*, amely részben a talajérettséget hivatott elősegíteni, részben pedig elősegíti a talajerő mozgósítását.

Mindezek tárgyalása előtt azonban a felsorolt biotechnikai tényezőket érintő természettudományos alapokkal kell foglalkoznunk.

A talajerőgazdálkodás tárgyköre eszerint az egysejtű szervezetektől egészen a mezőgazdasági üzem biológiai egységéig tárgyalja le e kérdés-komplexumot.

I. A TALAJERŐGAZDALKODÁS TERMÉSZETTUDOMÁNYI ALAPISMERETEI

Az alanti fejezetek mindegyike köteteket igényelhetne az egyes témák teljes értékű letárgyalására. A szóban forgó alaptudományok gazdag tárházából azonban e helyen csak rövid összefoglalót nyújtok, mégpedig pusztán ama vonatkozásokat, amelyek a talajerő tekintetében gyakorlatilag fontosak.

1. A TALAJ ÉLETE

A talajerő sorsa magában a talajban, illetve az abban lezajló életközösségekben alakul ki. Ebben a legnagyobbbrészt láthatatlan műhelyben zajlanak le mindazok a folyamatok, amelyek nélkül valóban megszűnne minden élet e földön.

A föld élő világa, annak egyetlen képviselője sem élhet függetlenül, elszigetelten egymástól. Mindegyik léte szervesen függ egy másiktól, illetve más szervezet-csoporttól akár úgy, hogy az egyik elhalása után jelentkezik a másik életlehetősége, akár pedig úgy, hogy az egyik életműködése nyújt életfeltételt a másiknak. Ennek a szerves egységben élő világnak összefüggő állomásai az ún. *biológiai körfolyamatban* jutnak kifejezésre.

A zöld növényeknek, mint autotróf szervezeteknek az a rendeltetése, hogy a nap energiája és asszimiláló képességük útján szervesen vegyületekből szénvegyületeket alakítsanak ki. A körfolyamatnak ezt az állomását tekinthetjük a szerves élet ősforrásának, amelynek lényege a felépítés. Ezzel szemben a talajlakó mikrobáknak, mint heterotróf szervezeteknek az a hivatása, hogy az elhalt növényi maradványokat oxidáló életfolyamataikkal egyszerűbb, szervesen vegyületekké lebontsák, s így felvehető tápanyagokat (szervesen sókat és széndioxidot) nyújthassanak a növények számára. E nélkül a folyamat nélkül nem lenne növényi élet, utóbbi nélkül pedig megszűnne létezni az állatvilág és az emberiség. A talajlakó szervezetek tehát valóban minden növényi tápanyagnak, és így az életnek is közvetítői.

Mindennapi termelésünkben, a gazdálkodásban fontos láncszemet jelentenek még a háziállatok is, amelyek a termesztett növények egy részét istállótrágyává alakítják át, hogy az újból visszakerülve a talajba, ugyancsak a szervesanyag-körfolyamat javára szolgálhasson.

Amikor a talaj élő világáról beszélünk, tágabb értelemben még a növényeket is ide kellene számítani, mert hiszen azok gyökerei tényleg a talajban élnek, a mikrobákkal szerves együttélésben vannak (rizoszféra,

rizóbiomos együttélés stb.), és azoknak posztmortális állapotukban is fontos tápanyagot jelentenek.

Mégis, ha szorosan vett talajéletéről beszélünk, főképp a talajlakó mikroflórára és mikrofaunára kell gondolnunk. Mindezek a szervezetek a maguk fajgazdagságával a legszervesebb kölcsönhatásban élnek egymással, de meg kell jegyezni, hogy ez az életközösség (biocönózis), fajainak minőségi összetétele és azok viszonylagos mennyisége alapvetően nemcsak a talajtípus függvénye, hanem erős dinamikával változik az időjárástól, az évszakoktól, az agrotechnikai beavatkozástól és a talajhasználatától függően is.

A talajlakó szervezeteket a következőképpen csoportosíthatjuk:

A mikroflórához tartoznak a *baktériumok*, *mikroszkópikus gombák* és *algák*, a mikrofaunához pedig a *protozoonok*. Mindezek nagyságrendileg a mikrobák csoportjába sorolhatók.

A talajlakó állatvilág nagyobb nagyságrendű képviselői (makrofauna) a *földigiliszták*, a *nematodák*, *ugróvillások* stb., amelyek szintén fontosak a talajerő kialakításában.

A talajlakók legfontosabbikához tartoznak a *baktériumok* és a *földigiliszták*, anélkül, hogy az említett egyéb mikroorganizmusok jelentőségét lebecsülnénk.

A baktériumok morfológiája és élettana

Alakjuk gömb, pálcika, vagy csavarvonal. *Nagyságuk* nagy átlagban 1—2 mikron, de vannak ennél jóval kisebb, illetve nagyobb szervezetek is.

Éppen parányi voltukban rejlő viszonylagos nagy felületük teszi lehetővé nagy aktivitásukat. Ugyanis felületükön zajlik le minden életfolyamat, a táplálkozás, a lélegzés és az anyagcsere, amely életfolyamatok összessége döntő jelentőségű egyrészt a tápanyagfeltárásban, másrészt pedig a talaj dinamikus alkatának kialakításában.

Annak ellenére, hogy közepes viszonyok feltételezésével a talaj mikrobái a talaj 20 cm vastag rétegének csak mintegy 0,2 ezrelékét jelentik (500 kg/k. h.), biológiai hatóképességük a már említett parányi voltukban rejlő viszonylag nagy felületük miatt mégis rendkívül nagy.

Fogalmat alkothatunk erről, ha egy 1 mm³-es, vagyis 1 mm oldalélű kocka 6 mm²-es összfelületét összehasonlítjuk 1 milliárd olyan kockával, amelynek oldaléle egyenként 1 mikron (= 0,001 mm) és amely kockák összessége éppen belefér egy 1 mm³-es kockába. Az utóbbi parányi kockák összfelülete 6000 mm², vagyis éppen ezerszerese az előbbinek.

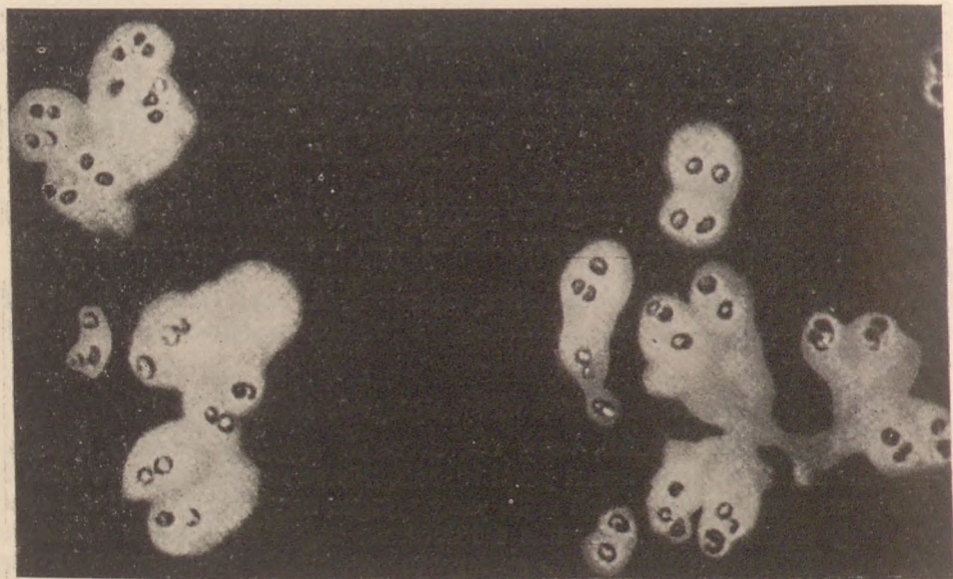
Érthetővé válik ezek szerint a mikrobák szerfelett nagy teljesítő képessége. Pl. az *Azotobacterek* lélegzése az egységnyi szárazanyagra vonatkoztatva mintegy 2000-szer intenzívebb, mint a magasabb rendű növények gyökereie vagy leveleie (FRANKE, 1943).

A baktériumok *egysejtű szervezetek*, amelyek sejtje legjobban a növényi sejthez hasonlítható. Ebben a sejtben bonyolódnak le az összes életfunkciók.

A sejtet az ún. *sejtfal* veszi körül, egy rendkívül vékony, membránszerű képlet, amely rugalmasságánál, de egyben keménységénél fogva specifikusan határozza meg a sejt stabil alakját. Néhány fajon bizonyos körülmények között a vékony sejtfal burokká szélesedik: a sejtfalat *nyálkaréteg*

veszi körül. A nyálkaréteg vastagságát erősen befolyásolja a szerves táplálék, nevezetesen a szénhidrátok mennyisége (1. ábra).

A nyálkaréteg egyben a talajszerkezet kialakításában is fontos, amikor az elsődleges morzsaelemek összeragasztásában vesz részt. A nyálkaréteg még védelmet nyújt abban is, hogy az ilyen réteggel ellátott mikrobákat a protozoonok nem szívesen fogyasztják.



1. ábra. A sejtfalat körülvevő nyálkaréteg (BALDES nyomán)

A sejtfalon belül van a *protoplaszma*. A protoplazmában tartalékanyagok halmozódnak fel, szénhidrátok, zsírok és fehérjék, amelyek egyrészt külső táplálék hiányában táplálják a sejtet, másrészt pedig a szaporodás és spóráképzés energiáját szolgálják.

Vannak baktériumok, amelyek különösen fiatalabb korukban ún. *csillóikkal mozgásra is képesek*.

Szaporodásuk legnagyobb részét osztódással történik. A fajoként változó osztódás sebessége szorosan összefügg a táplálkozás, és általában az életfeltételek kedvező vagy kedvezőtlen voltával. Kedvező körülmények között az osztódás 20–30 perc alatt következik be. Ilyenkor 5 óra alatt (30 perces osztódás esetében) mintegy 1000 sejt képződik egy sejtből, 10 óra alatt kb. 1 millió. Ha ezt a folyamatot elméletileg tovább számítanánk, 25 óra alatt 5,9 kg súlyú mikroba keletkezne, 30 óra alatt 61 q, 35 óra a att pedig mintegy 625 vagon. Természetesen a gyakorlatban az ily mérvű szaporodásnak határt szab egyrészt a felmerülő tápanyag- és vízhiány, másrészt pedig a mindjobban felhalmozódó anyagcseretermék önmérgező hatása.

Nagy jelentősége van a mikrobák ilyen viharosan gyors szaporodó képességének, mert ez teszi lehetővé azt, hogy a kedvezően alakuló feltételek

(szárazság után esőzés, istállótrágyázás, megfelelő talajművelés stb.) men-
nél rövidebb idő alatt hasznára váljanak a talajerőnek és a talajszerkezet
kialakulásának.

Kedvezőtlen életkörülmények alakulásakor, amikor a mikrobák léte
emiatt veszélyben forog, egyes fajok *spóráképzéssel* védekeznek. A *spórák*
általában szárazanyagban gazdagabbak. Eme tulajdonságai, nevezetesen a
kis víztartalom és a vastagabb sejtfal miatt a környezet szélsőséges és ked-
vezőtlen alakulásának erősen ellenállnak, és ez biztosítja létük fennmara-
dását a később bekövetkező kedvezőbb körülmények beálltaig.

A *spórák* élettartama ilyenkor több évtized is lehet, mert a proto-
plazma életfolyamatai a minimumra csökkennek.

A *spóráképzés* kb. 1 nap alatt fejeződik be. Egy sejtből csak egy spóra
képződik, tehát a *spóráképzés* nem jelent szaporodási folyamatot, hanem
pusztán védekezést.

Spóráképzésre csak egyes pálcika alakú baktériumok képesek. Mihelyt
a *spórák* körül kedvező körülmények alakulnak ki, azok duzzadni kezde-
nek, kicsiráznak, és újból a normális alakot veszik fel.

Táplálkozásuk a sejtfalon keresztül, *diffúzió útján* történik. A sejt
körüli elhelyezkedő tápanyagokat az *enzimek* hatása hozza felvehető álla-
potba. Az enzimeket szerves katalizátornak is tekinthetjük, mert minimális
mennyiségben is képesek erős változásokat kifejteni anélkül, hogy maguk
megváltoznának. Az enzimek tulajdonképpen a mikrobák termékei. Az
anyagcsere-folyamatok lebonyolítását végzik mind a felépítés, mind a le-
bontás területén, és a mikrobák fajtától függően mindig specifikusak. A ta-
lajmikrobák túlnyomó része lebontó enzimeket termelő fajokból áll.

A talajmikrobák legnagyobb része ugyanis *heterotróf*, vagyis olyan
szervezetekből áll, amelyek enzimjeik segítségével a talajban levő szerves
anyagokat oxidáció útján szervetlenekké bontják le, amikor is a szerves
anyagból széndioxidot és egyéb szervetlen sókat alakítanak ki. Ez az ún.
mineralizációs folyamat teszi lehetővé a magasabb rendű növények táplál-
kozását (széndioxid és ásványi sók), és így válnak a *heterotróf szervezetek*
a *magasabb rendű növények táplálásának közvetítőivé*.

Minden szénvegyület-csoportnak (a cukortól a ligninig) megvannak a
maga specifikus, lebontási feladatokat végző mikroba fajtái, és így zajlik le
a munkamegosztás elvének figyelembevételével a szerves anyagok lebontá-
sa a talajban.

Az *autotróf* szervezetek száma és szerepe sokkal kisebb a talajban.
Életfolyamataikkal a széndioxidot szerves vegyületekké alakítják, akárcsak
a magasabb rendű növények. A különbség csak az, hogy míg a maga-
sabb rendű növények a redukciós folyamatokat fotoszintézis útján
bonyolítják le, addig az autotróf mikroszervezetek túlnyomó része ezt a
feladatot kemoszintézissel, vagyis az oxidációs folyamatok felhasználásával
végzi. Gyakorlati szempontból ide tartoznak a *nitrifikáló baktériumok* is.

Ami a mikrobák légzését, illetve oxigén-felvételét illeti, megkülönböz-
tetünk *aerobokat*, amelyek csak levegő jelenlétében élnek és szaporodnak
(ide sorolandók a legértékesebb talajmikrobák), továbbá *anaerobokat*, ame-
lyek nem képesek megélni levegős környezetben, a szabad oxigén szinte
mérgező hatással van rájuk. Végül a két csoport között helyezkednek el a

fakultatív anaerobok, amelyek mind levegős, mind pedig levegőtlen környezetben egyaránt tenyésznek.

A talajban a mikrobák megszámlálhatatlan faja él, amelyeknek egymáshoz való viszonya hol »baráti«, hol pedig »ellenséges« vonatkozású. A mikrobák együttélésének azt a bonyolult rendszerét, amelyet azok egymásra hatása és a fennálló ökológiai viszonyok szabnak meg, nevezzük *biocénózisnak*.

A jól megférő és egymást mintegy segítő élőlények ún. *metabiózisos* viszonyban élnek, az egymás életműködését gátló ellenfelek pedig az *antagonizmus* viszonyát teremtik meg.

Ilyen metabiózisos viszony van pl. az *Azotobacterek* és a *cellulózbontó* mikrobák között, amelyek egymást segítése abban jut kifejezésre, hogy a cellulózbontók az *Azotobactereket* ellátják az anyagcseretermékeiben lévő szénhidrátokkal, a cellulózbontókra pedig életbevágóan fontos, hogy a rájuk nézve káros szerves savakat az *Azotobacterek* széndioxiddá és vízzé bontsák le.

Az antagonizmus jelensége abban nyilvánul meg, hogy a szemben álló élőlények akadályozzák egymás életműködését. Legtöbbször az egyik anyagcsereterméke gátolja a másik fejlődését. Ezeket az életműködést gátló anyagcseretermékeket *antibiotikumoknak* nevezzük. Hatásuk legtöbbször szelektív, mert csak bizonyos mikrobákra fejtenek ki életműködést gátló hatást. Az orvosi kezelésben — mint ismeretes — az antibiotikumok gyakorlati alkalmazása ma már általánossá vált (penicillin).

A baráti együttélésnek egyik jellegzetes formája az ún. *szimbiózis*, amikor is az érdekelt partnerek morfológiailag is egymásban élnek. A nagyságrendileg kisebb szimbiens a nagyobbik gazdanövényben él. Általánosan ismert példája ennek a pillangós virágú növények együttélése a *Bacillus radicicolaval*, ahol a pillangós virágú növény szénhidrátokkal látja el a mikrobát, utóbbi pedig nitrogén-tartalmú anyagokkal a gazdanövényt.

A teljesség kedvéért meg kell említeni a *parazitizmust* is, amelynél az együttélés abban jut kifejezésre, hogy csak az egyik élőlény élőszkodik a másik rovására anélkül, hogy azt a másik viszonozná.

A talajmikrobák mennyiségi eloszlása és minőségi összetétele

A természet nagy rendjében a termőtalaj az az élettér, amelyben a mikroba fajok gazdagsága talán a legnagyobb. A termőtalaj többé-kevésbé szerencsésen egyesíti az összes életfeltételeket: szerves és szervetlen tápanyagokat, megfelelő nedvességet, levegőt, megfelelő kémhatást, védelmet a közvetlen napsugárzással szemben stb.

A mikrobák száma a talajban általában felülről lefelé fogy, ami megmagyarázható a talaj levegőtartalmának fokozatos csökkenésével. Kivétel a talaj néhány centiméteres legfelsőbb rétege, ahol a mikrobák száma kisebb, miután ez a réteg rendszeren szárazabb, és a szükséges nedvesség mint életfeltétel hiányosabb.

Mennél lejjebb hatolunk a talajba, annál kedvezőbbé válik az arány az anaerob szervezetek javára. Továbbá mennél kedvezőtlenebbé válik, hiányosabbakká válnak az életfeltételek (kiszáradás), annál inkább alakul az asszociáció a spórák javára, természetesen csak a spóráképző mikrobák esetében.

Ami a talaj mikroba-népességét illeti, ennek konkrét megállapítása alapvető nehézséget jelent több okból. Először is rendkívül befolyásolja a számlálás eredményét az, hogy milyen számlálási módszert alkalmazunk. Igen ingadozóvá teszi még a számlálás eredményét a mikrobák szaporodásának dinamikus állapota is, amit befolyásolnak az ugyancsak dinamikusan változó ökológiai viszonyok: a talajnedvesség (csapadék), hőmérséklet, tápanyag (trágyázás) stb. Természetesen mindezek a változások maguk után vonják a mikrobák viszonylagos asszociációját is, amit főként a szerves anyag lebontásának állapota szab meg. A lebontás különböző fokozatát felmutató talajokban tehát más és más lesz a mikrobák minőségi összetétele.

Gyakorlatilag értékelhető viszonylagos eredményeket e tekintetben eszerint csak akkor nyerünk, ha azonos időpontban azonos számlálási módszert alkalmazunk, mégpedig lehetőleg akkor, amikor a mikropopuláció optimális szakaszában van (FEHÉR, 1954). *A talajélet dinamikáját FEHÉR szerint sokkal megbízhatóbban tükrözik vissza egyrészt a talajlélegzés, másrészt a pH-változások, különösen abban az esetben, ha ezeket a méréseket szinte naponta végezzük, és összefüggésbe hozzuk az időjárással, valamint az alkalmazott agrotechnikai eljárásokkal.*

Befolyással van még a mikrobák népességének megállapítására a talaj ún. *baktérium-adszorpciója* is (DIANOVA és VOROSILOVA — FJODOROV, 1951 nyomán). Mennél agyagosabb a talaj, mennél kötöttebb, annál nagyobb mértékben jelentkezik ez az adszorpciós jelenség. Ennek gyakorlati jelentősége abban jut kifejezésre, hogy az adszorbeált mikrobák biológiai aktivitása lényegesen lanyhább.

Ha a *mikrobák számának* vagy *viszonylagos súlyának* széles skálájából átlagos adatokat kellene megállapítani, azt a *ha-ként 10 q súlyban* (g-ként 50 millió) *adhatnánk meg*, ami szinte felbecsülhetetlen biológiai tevékenység lehetőségét rejt magában, ha figyelembe vesszük azok szédületesen nagy aktív felületét. *Eszerint a talajban mintegy négyszer akkora súlyú, de hatásában sokszorosát kitevő mikroba él a területegységen, mint amennyi ugyanazon a területen a háziállatok súlya szokott lenni.*

Hangsúlyozni kell még azt is, hogy a talajban élő mikrobák *regionális eloszlása* rendkívül heterogén, ami főként annak tulajdonítható, hogy a talaj mint mikroközeg igen változatos szerkezetet mutat. Az ökológiai viszonyok nemcsak a talaj mélysége szerint változnak, hanem azonos szinten is. Minden egyes ásványi részecske, minden egyes elhalt gyökerecske, leszámtolt műtrágya-szemecske, rovartetem stb. más és más mikrozonát jelent az ezek körül elszaporodó mikrobák mennyiségi és minőségi összetétele tekintetében. Mindezek szintén nehézséget jelentenek a mikroba-számlálás megbízhatósága tekintetében. A talaj erős összekeverése nem vezet tökéletesen célhoz, mert ugyanakkor a mikrozonákat is elromboljuk, ami újabb forradalmi változást idéz elő a populációban mind mennyiségi, mind pedig minőségi vonatkozásban.

De erős heterogenitást von maga után még a *rizoszféra* (gyökérfelület) is. Megállapítást nyert, hogy a *rizoszféra zónájában* mintegy ötször annyi a mikrobák száma, mint a gyökérmentes zónában, a gyökérszőrök közvetlen közelében pedig számuk mintegy huszonhatszor annyi (THOM és HUMFELD — FEHÉR D., 1954 nyomán).

Megállapították továbbá, hogy úgyszólván minden növényi fajnak megvan a sajátos összetételű mikroflórája a rizoszférában. A növények gyökérváladékai, amelyekben az eddigi feltevések szerint serkentő anyagok is vannak, egyrészt táplálékot, illetve fokozottabb életfeltételeket nyújtanak a mikrobáknak, másrészt pedig szelektív hatást fejtenek ki a mikroba fajokra. A rizoszférában tehát nemcsak sokszorosan több a mikrobák száma, hanem minőségi összetételük is erősen elüt a gyökérmentes zónától.

A rizoszféra-baktériumok száma legnagyobb a növények virágzásakor. Az érés felé számuk fogy. A növényelhalás után a mikrobák száma újból erősebben növekszik, de akkor már a gyökérbontó mikroflóra veszi át a szerepet (ISZAKOVA és MINYINA – FJODOROV, 1951 nyomán).

A rizoszféra egyes mikrobái serkentő, mások antagonista hatást fejtenek ki a növényre, valószínűen anyagcseretermékeik útján. Vannak feltevések, hogy ezzel magyarázható az ún. talajuntság jelensége is, amikor is a monokultúra során nagyobb mértékben halmozódnak fel az ugyanarra a növényre nézve gátlóan ható anyagok (BERNARD, KRAKULNYIKOV).

Az ilyen irányú kutatás valószínűleg világosságot fog deríteni azokra a talajbiológiai hatásokra is, amelyeket a vetésforgók összeállításakor is figyelembe kell majd vennünk.

A mikropopulációk kvalitatív tárgyalásakor érinteni kell még a *mikroszkópikus gombák* és *algák* szerepét, sőt a *mikrofauna* csoportjából a *protozoonokat* is.

A *mikroszkópikus gombák* egy- vagy többsejtű mikroszervezetek, amelyek nagyobbak a baktériumoknál. Ezek a szervezetek leginkább elágazó fonalak, az ún. *hifák* alakját veszik fel. Ez a felépítés hathatósan növeli aktív felületüket, és ezzel a szerves anyag lebontását teszik hathatósabbá. A hifák tömege gombafonadékot, ún. *micéliumot* alkot. Természetesen *heterotrófok*.

A mikroszkópikus gombák a savanyú kémhatású talajban túlsúlyban vannak a közömbös kémhatású talajkörnyezetet igénylő baktériumokkal szemben, és ilyenkor ezek veszik át a hegemoniát. Szerepük általában a nehezebben lebomló, sok vegyértékű szénhidrátok bontásában jut kifejezésre. Leginkább aerobok.

Az *algáknak* (moszatoknak) csak az a csoportja érdekes számunkra, amelyek a talajban honosak. Ezek leginkább *autotrófok* és klorofilljuk van, tehát a széndioxid asszimilálására képesek. Legtöbbször a talaj felületének közelében érzik jól magukat, főként azért, mert asszimiláló tevékenységük miatt szükségük van a nap energiájára. Nyirkos időben zöld árnyalatú színeződést tapasztalhatunk a talaj felületén, amely nem egyéb, mint a moszatok tömege. Általában *higrofita* szervezetek, de szárazság esetén ellenálló alakot öltenek fel, és így mentik át létüket a kedvezőbb, nyirkos időjárás bekövetkeztére, amikor is gyorsan elszaporodnak.

Hivatásuk egyrészt az, hogy asszimilációs (redukciós) tevékenységük során elősegítsék a lebontást végző heterotróf szervezetek (baktériumok és gombák) oxigén-ellátását, másrészt mint *autotróf* szervezetek tetemeikkel a talaj szervesanyag- és nitrogén-készleteit gyarapítsák.

A talajban élő *protozoonok* (véglények) — mint a mikrofauna legegyszerűbb szervezetei — egysejtű lények. Mostoha körülmények bekövetkeztével (szárazság, fagy) az ún. *ciszta* alakot veszik fel, amely állapotban el-

lenálnak a bekövetkező szélsőségeknek, hogy azok megszüntével ismét elszaporodhassanak. Legjobban reagálnak a talaj erősebb mérvű szervesanyag-ellátására, különösen ha az nyirkos állapotba kerül. Ilyenkor gyorsan és jól szaporodnak.

Szerepük, fontosságuk még nem egészen tisztázott. Heterotróf szervezetek, amelyek élő és elhalt mikrobákkal és elhalt szerves anyagokkal táplálkoznak. Az a felfogás, hogy a protozoonok károsak, mert a hasznos baktériumokat, de különösen az *Azotobactereket* fogyasztják, idejét múlta. Tudományos vizsgálatok során megállapítást nyert ugyanis, hogy e tevékenységük során az *Azotobacterek* vitalitása és szaporodó képessége még jobban fokozódik (NASIR, TELEGDY-KOVÁTS, FJODOROV, VINOGRADOVA). Sőt FJODOROV legújabban az *Azotobacterek* és protozoonok kifejezett szimbiotikus együttéléséről beszél.

Ugyancsak nem igazolódott be az a régebbi elmélet, amely szerint a protozoonok talajuntságot okoznak. Általában inkább hasznosaknak kell őket tartanunk, mert lélegzésük útján szénsavat juttatnak a talajba, anyagcseretermékeikkel pedig nitrogénben gazdag anyagokkal gazdagítják a talajt, amit fokoz még az elpusztulásuk után bekövetkező folyamat is. Mint heterotróf szervezeteknek pedig ugyancsak részük van a szerves anyag lebontásában, illetve körfolyamatában (VARGA—FEHÉR D., 1954 nyomán).

A makrofauna szerepe a talaj életében

A talajerő kialakításában kimagasló jelentőségűek a földigiliszták (*Lumbricidae*). Ezek a gyűrűsférgek állattörzsébe tartoznak. Hosszúra nyúló testük számos gyűrűből (szelvényből) áll. Alig van talajtípus, ahol különféle fajai ne volnának találhatók kisebb-nagyobb mennyiségben, mégpedig a talaj és éghajlat adottságainak megfelelő faji összetételben. Hazánkban 42 faj, illetve fajváltozat előfordulását állapították meg (ANDRÁSSY I.). A különböző fajú giliszták hossza 2—30 cm között ingadozik. A fajon belül az egyedek nagysága erősen függ a talaj termőerejétől, első-sorban szerkezetességétől és szervesanyag-ellátottságától, főként pedig minőségétől. A nagyobb fajok általában a mélyebb, a kisebbek a felsőbb rétegekben élnek, úgyhogy a talaj különböző rétegeiben lakóhelyük mintegy emeletekre osztható (WILCKE).

Érdekes, hogy a Balaton környéki síkláptalajon gilisztákat nem találunk, és amikor azt a közvetlen környék átmeneti talajairól származó giliszta fajokkal telepítettük be, azok ott meghonosodni nem voltak képesek. E tapasztalat is rámutat arra, hogy a giliszták egyes fajai talajtípus-hoz kötöttek.

A giliszták viszonylagos mennyisége tág határok között ingadozik. Kedvelik a semleges kémhatású talajokat, savanyú talajokban nem tenyésznek, vagy csak igen gyengén. Kedvezően befolyásolja elszaporodásukat a talaj trágyázottsága, gazdagsága szerves anyagban (zöldtrágya, füveshere, herefélék). Leggyorsabban a pillangós növények nyomán szaporodnak, ez a legkedveltebb tápanyaguk (G. ROHDE, 1950). Meg nem bolygatott réteken és évelők alatt lényegesen több a giliszta, mint a szántóföldön. A talajművelés, különösen a mélyszántás erősen zavarja életfeltételeiket. A gyeses táblamesgyéken pl. mintegy négyszer annyi gilisztát találtak,

mint a barázdás szomszédú szántóföldön (FINCK, 1951). Száraz talajállapot esetében nyugalmi állapotban vannak. Életműködésük legélénkebb kora ősztől késő őszig, amikor a nedvesség, hőmérséklet és szerves anyag (gyökérmaradványok) optimális együttesben vannak jelen.

DARWIN volt az első, aki a giliszták nagy jelentőségét felismerte. Az Egyesült Államokban G. S. OLIVER kezdeményezésére valóságos gilisztafarmok létesültek, amelyek tenyésztésükkel, szaporításukkal és forgalombahozatalukkal foglalkoznak. A giliszták általában mindenevők: élő és elhalt szerves anyagot, állati tetemeiket és földet fogyasztanak különféle arányban. Hogy kötött talajban járatokat vájhasználnak, sokszor magát a földet fogyasztják el, illetve engedik át bélcsatornájukon. Ürülékük, amely a talaj és szerves anyag tökéletes elegyedéséből jön létre, a víznek sokkal jobban ellenáll, mint az egyéb tartós morzsák. Ha azonban a giliszta-táplálék humuszban szegény földből áll, akkor az így keletkező giliszta-ürülék kevésbé jelent tartósabb morzsát. Az is megállapítást nyert, hogy a füvesekben képződő giliszta-ürülékek még vízállóbbak lettek, mint a szántókon kialakultak (FINCK, 1951).

Kimagasló tehát a giliszták jelentősége a stabilhumusz-képzésben (FRANZ, KUBIENA; LAATSCH, 1955), amit a szerzők a giliszták által felvett szerves anyag és a föld belső keveredésével, illetve az állat bélcsatornájában az enzimatisz folyamatok hatásával magyaráznak. Hasonló módon jön létre a háziállatok bélrendszerében is egy tartósabb humusz anyag, bár kevésbé stabil, mint az *agyaghumusz-komplexum*ként képződő *gilisztahumusz*.

A giliszták mennyisége hektáronként erősen ingadozik, de az eddigi megállapítások szerint közepes viszonyok között mintegy 1000 kg, vagyis kb. négyszer annyi, mint amennyi súlyú háziállatot ugyanazon területen tartani szoktunk. Vannak azonban feljegyzések hektáronként 100 q-ás mennyiségről is. A giliszták DARWIN és újabban több más kutató megállapítása szerint évente és hektáronként mintegy 300—500 q ürülékkel látják el a talajt (kétszeres istállótrágya-mennyiség).

Nagy szorgalommal építik járataikat a talajban, amelyek adott esetben igen kiterjedtek. Jelentőségük a talaj keverésében, szellőzésében és a gyökerek könnyebb terjedésének elősegítésében mutatkozik. Fontosságuk különösen kötöttebb talajokon érezhető. Évente és folytonosan bekövetkező elpusztulásukkal jelentősen hozzájárulnak a talaj szervesanyag- és nitrogén-készletéhez is.

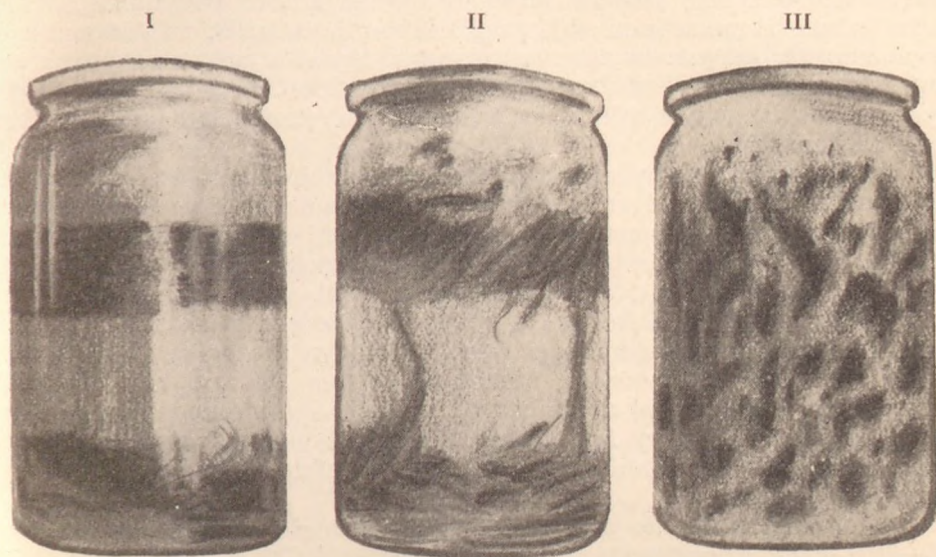
Hogy milyen intenzív a giliszták talajkeverési tevékenysége, mutatja a 2. ábra, ahol üvegedényben földet és szerves maradványokat rétegeztek. Az I. számú üveg a kezdeti állapotot, a II. számú üveg a három hetes, a III. számú üveg pedig a hat hetes állapotot szemlélteti, amikor is a giliszták a szerves anyagot már szinte tökéletesen összekeverték a talajjal.

A gilisztákon kívül jelentőségük van egyéb talajlakó állatcsoportoknak is, ún. a *nematodáknak*, *ugróvillásoknak* stb., amelyek szintén hozzájárulnak a talajerő hasznos kialakításához.

Szabatos tudományos megállapítások szerint a giliszták viszonylagos mennyisége szorosan összefügg a talajerővel és a termések nagyságával. De tapasztalatom szerint a talajerő megbízható fokmérője a giliszták vi-

szonylagos fejlettsége, élénkebb vagy sápadtabb színe is. Mindez szoros viszonyosságban van a talaj szerkezetességével.

A giliszták tehát a talaj biocönózisának nélkülözhetetlen láncszemét jelentik, és jelentős tényezővel járulnak hozzá a talajerőhöz akkor, amikor elősegítik a talajszerkezet kialakítását, a talaj tartóshumusz-képzését, a talaj szellőztetését, a csapadékvíz beszívargását, a gyökerek mélyrehatolását stb.



2. ábra. A giliszták talajkeverési tevékenysége az üvegbe helyezéskor (I.), három hét múlva (II.) és hat hét múlva (III.) (SPANNAGEL nyomán)

A giliszták és általában a talajlakó szervezetek jelentőségét csak akkor tudnánk felmérni, ha azok nem lennének. A talajerőgazdálkodás során arra kell törekednünk, hogy életfeltételeiket megteremtsük, sőt fokozzuk, amire lehetőséget nyújtanak az egyes biotechnikai befolyások: a talajhasználat, a vetésforgó, a trágyázás és a talajművelés.

A talaj mikroflórájának életfeltételei

A mikroflóra tevékenysége szoros viszonyosságban áll közvetlen környezetével, a mikroflórát befolyásoló táplálkozási, fizikai és kémiai viszonyokkal mint életfeltételeivel. Az ezekben beálló változások kihatása sorsdöntő nemcsak a mikroflóra mennyiségére, hanem faji összetételére is, miután a tényezők egymásra hatása során esetenként más és más fajcsoportok kerekednek felül. Minthogy a talaj mechanikai és biológiai alkotásában egy rendkívül sok tényezőt magában foglaló közeg, ahol a külső befolyások (csapadék, hőmérséklet, növényi szerves anyag) változásai az életfeltételek komplex dinamikáját vonják maguk után, a talaj élete és az abban bekövetkező minőségi változások szinte áttekinthetetlenek. Mind-

ezeket inkább csak a jelentkező tünetekben, pl. a nitrifikációban, a széndioxid-képzésben vagy a növény fejlődésében tudjuk felmérni.

Egyébként a mikroflóra életfeltételei bizonyos vonatkozásban szinte azonosak a felsőbbrendű növények életfeltételeivel, ami érthető is, miután a mikroorganizmusok és a felsőbbrendű növények szoros összefüggésben állanak egymással a szerves anyag körfolyamatában, és ez a körfolyamat csak akkor működhet harmonikusan, ha azt a kialakító szervezet-csoportok azonos hőmérsékleti, víz- és levegőviszonyok között bonyolíthatják le. A különbség természetesen csak a táplálékban mutatkozik, miután a mikroorganizmusok túlnyomóan szerves anyaggal táplálkoznak, a növények pedig az általuk mineralizált szerves anyagokkal. Meg kell azonban jegyezni azt is, hogy a mikroflóra is képes szervesanyag-sókat (műtrágyákat) felvenni táplálékkul.

A mikroflóra mennyiségi és minőségi kialakulására talán a *hőmérséklet és a víz befolyása* olyan, amely a természetben állandóan változik, ami főként évszakonként és naponta is az időjárásban jut kifejezésre. *Arid klimatikus viszonyaink között a két tényező közül mégis a víz lesz a döntőbb*, úgyhogy főként ennek a tényezőnek jelenlététől vagy hiányától függ a talaj életének, és ebből folyóan a növény fejlődésének sorsa is. A talaj megfelelő nedvessége nélkül nincs élénk biológiai tevékenység, nincs nitrifikáció, szervesanyag-bontás, széndioxid-képzés stb. A mezőgazdának biotechnikai befolyásával módjában áll a talaj vízgazdálkodását többé-kevésbé szabályozni, mégpedig egyrészt a talajműveléssel, másrészt pedig a talaj szerkezetének kialakításával, főként a megfelelő talajhasználat meg-szervezése útján.

A talajélet optimális nedvességtartalma megfelel a talaj vízkapacitása 65—70%-ának, az optimális hőmérséklet pedig 25 C°.

FEHÉR beható kutatásai során határozott korrelációt állapított meg a talaj hőmérsékletének és nedvességtartalmának szorzata, valamint a talajélet aktivitása között, amit »R-törvény«-nek nevezett el. Az R-törvény természetesen csak akkor érvényes, ha a két biofaktor nagysága az optimális határ alatt van. E törvényszerűség kifejezésre juttatja azt, hogy a szóban forgó két biofaktor hatása valóban csak együttesen, komplex módon érvényesülhet.

Ugyancsak FEHÉR állapította meg azt az időszakosságban rejlő ritmust, ami a talaj életében be szokott következni. Ez is igazolja a R-törvény gyakorlati használhatóságát. Eszerint hazai viszonyaink között a talajélet a kora tavaszi hónapokban, március — áprilisban indul meg, és május — júniusban éri el kulminációját. Ezzel magyarázható meg a májusi esőzések közmondásosan kiemelkedő hatása a növényzetre. A nyári szárazság hatására viszont erősen lecsökken a talajélet, míg a kora őszi esőzések és az azokat hasznosan érvényesítő hosszabbodó éjszakák hatására újból felfokozódik. Természetesen az időjárás alakulásától függően az említett szabályosságtól lehetnek erős eltérések is.

A nedvesség és a hőmérséklet együttes hatása annál jobban érvényesül, mennél jobban ellátott a talaj mikrobtáplálékkal, elsősorban szerves anyaggal. Az istállótrágyázás és zöldtrágyázás hatására erős fellángolást mutat a talajélet, de azt is megállapították, hogy az a füvesek, füvesherék, rétek és legelők alatt mindig intenzívebb, mint a szántón, mégpedig azért,

mert a fűvek tenyészideje alatt is keletkeznek folyamatosan elhaló gyöke-
rek, amelyek a mikroba-táplálás folytonosságát biztosítják. De a szerves
anyag lebontásában is érvényesül a munkamegosztás elve, mert a leg-
könnyebben lebontható frakciókat, a cukrokat, keményítőket a *baktériu-
mok*, *Actinomyceták* használják fel, a sokvegyértékű szénhidrátokat a
cellulóz-bontók, *baktériumok* és *Ascomyceták*, végül a legnehezebben le-
bonthatókat, a lignint a *Basidiomyceták*.

A talajéletre hasonló serkentő hatással vannak mindama *tápsók*, ame-
lyek növényi tápanyagot is jelentenek, vagyis a műtrágyák, mert a mikro-
flóra ugyanazokkal a tápelemekkel táplálkozik, mint a makroflóra. Vonat-
kozik ez elsősorban a foszfátokra. Ebből a felismerésből használnak fel
egy-egy mikroorganizmus fajokat, mint pl. az *Azotobactert* és *Aspergillust*
annak jelzésére, hogy a különféle talajokban mennyi a könnyen felvehető
foszforsav, amikor is a mikroorganizmusok elszaporodásának mérve mu-
tatja a foszforsav mennyiségét.

A talaj reakciója sorsdöntő nemcsak a populáció mennyiségére, ha-
nem főként a faji összetételre is.

A talajerő fokozása szempontjából legfontosabb fajok a *Rhizo-
biumok*, *Azotobacter*ek, *nitrifikálók*, *szerves anyagot bontók*, *aerob cellu-
lóz-bontók* stb. semleges vagy gyengén lúgos közegben fejlődnek, és ezt a
talajreakciót elég szigorúan igénylik.

Savanyú kémhatású talajokban már a *gombák* veszik át a szerepet,
a baktériumok pedig ilyenkor leginkább inaktív (spórás) állapotban lap-
panganak. Emiatt is nagy gyakorlati jelentőségű a savanyú talajok mesze-
zése, aminek hatására a mikroflóra minőségi összetétele gyökeresen meg-
változik.

A talaj *levegős volta* ugyancsak fontos előfeltétele a legértékesebb
mikroszervezeteknek, mert ezek úgyszólván mind aerobok. A levegőtlen
talajban a talajra ártalmas mikrobák szaporodnak el, illetve a talajra
káros folyamatok következnek be, mint pl. a *denitrifikálás*.

A szén mikrobiológiai körfolyamata

A szerves élet a földön két fázisban tükröződik vissza, nevezetesen
a *szerves anyag felépítésében (asszimiláció) és annak lebontásában*.

A szerves anyag felépítésére lényegében csak a felsőbbrendű növé-
nyek képesek a nap energiája útján, amikor is széndioxid, víz és ásványi
vegyületek szintetizálásával építik fel szervezetüket. A növények elhalása
után a mikroorganizmusok végzik az így nyert szerves anyag lebontását,
amely oxidációs folyamat során következik be (mineralizáció). Ez szol-
gáltatja újból a növények táplálékát, mert hiszen azok csakis ásványi ve-
gyületekkel képesek táplálkozni.

Igen találóan jellemzi VILJAMSZ a szénvegyületek körfolyamatát, ami-
kor azt mondja, hogy »az élet nem egyéb, mint a szerves anyag kialaku-
lásának és pusztulásának szakadatlan váltakozása«.

Ez a két, egymástól elválaszthatatlan és mindig önmagába visszatérő
processzus lényegében a *szén körfolyamata*. Minden elem megteszi a

maga útját a szerves kötésből a szervetlenbe, majd a szervetlenből a szervesbe. Közbeiktatódik még rendszerint az állatvilág, nevezetesen a gyakorlati termelés során a háziállatok, amelyek kizárólag szerves anyaggal, főként növényi termékekkel táplálkoznak, és azokat ugyancsak szerves termékeké dolgozzák fel.

A szerves anyag felépítésének alapanyaga túlsúlyban széndioxid (CO_2). A széndioxid mennyisége világviszonylatban állandóan egyensúlyban van, forrása túlsúlyban a talajban lévő mikrobák életműködéséből adódik (oxidáció), fogyasztója pedig a zöld növényzet (redukció). Hogy ez az egyensúly állandóan megvan, ezt 150 év tükrében is bizonyítva látjuk. HUMBOLDT ugyanis 150 évvel ezelőtt végezte ez irányú első méréseit, és megállapította, hogy a levegő széndioxid-tartalma 0,03 térfogatszázalék. Ez a széndioxid-tartalom ma is azonos. Ha a talajmikrobák nem szolgáltatnák ezt a széndioxid-forrást, az erre vonatkozó tudományos számítások szerint a föld széndioxid-tartalma 35-év alatt teljesen elfogna.

Az eddigi vizsgálatok szerint közvetlenül a talajból diffundáló széndioxidnak a növény asszimilációjára nézve nincs helyi jelentősége, vagyis *a széndioxid nem jelent kifejezett helyileg érvényesülő tényezőt*, szemben a többi nem gáznemű tápvegyülettel. Mindez megmagyarázható a gáznemű vegyületeknek a légáramlás hatására bekövetkező erős helyváltoztatásával.

Meg kell még jegyezmem, hogy a szénvegyületek túlnyomó része széndioxiddá alakul át, emellett *a cukortól egészen a ligninig minden egyes szénhidrát-frakciónak megvan a maga különleges mikrobacsoportja*, amely a szerves anyagokat a maguk bonyolult összetételében lebontja. Mennél összetettebb értékű szénhidráttal állunk szemben, lebontásuk annál vontatottabban történik. A cukor lebontása a legviharosabb, már valamivel lassúbb a cellulózoké, pentozánoké stb. Egyedül a lignin az, amelynek lebontása igen lassan halad, sőt anaerob körülmények között egy része gyakorlatilag nem is bontható le széndioxiddá. Az így visszamaradt lignineknek, amint azt a későbbiekben érinteni fogom, nagy a jelentőségük a tartósabb humusz-frakciók kiépítésében, ezeknek pedig a talajerő kialakulásában.

Vissza kell még térnünk külön a cellulózbontás kérdésére. Miután a növényi szervezet mennyiségileg túlnyomó része cellulóz, ennél fogva ez a szerves anyag az, amely a talajban lezajló lebontó folyamatokban uralkodik, és így közvetlen befolyással van a talaj biodinamikájára. Természetesen a cellulózok nem elkülönítve foglalnak helyet a növényi szervezetben, hanem bonyolultan átszövöttek egyéb szénvegyületekkel, mint hemi-cellulózzal, pektin-anyagokkal, ligninekkel stb.

A cellulózbontás történhetik anaerob úton is, de a folyamat túlsúlyban aerob úton megy végbe. A cellulózbontásban a baktériumokon kívül részt vesznek az *Actinomyeták* és egyéb mikroszkópikus gombák.

Az aerob cellulózbontásnak van egy igen értékes kísérő jelensége, nevezetesen a szabad nitrogén lekötése. A cellulózbontók ugyanis cukrot és szerves savat termelnek, amellyel elősegítik a szabad nitrogént lekötő szervezetek elszaporodását (metabiózis).

A nitrogén körfolyamata

Míg a szénvegyületek felépítésük alapanyagát a nem helyhez kötött széndioxidból merítik, addig a nitrogén-tartalmú szerves anyag fő építőköve, a *nitrogén*, kifejezetten talajhoz kötött. Mindazok a körfolyamatok, amelyek a szerves kötésben levő nitrogénből a szervetlen nitrogén-vegyületekbe mennek, helyileg zajlanak le.

Miután a nitrogén mint az élő szervezetek legfontosabb építőköve nagyon is korlátolt mértékben áll rendelkezésre, a mezőgazdának emiatt érdeke, hogy a nitrogén körfolyamatát és a vele járó nitrogén-háztartást a rendelkezésre álló biotechnikai eljárásokkal (talajművelés, trágyázás, talajhasználat) megfelelően irányítsa. Fontos ez azért is, mert az esetek többségében a termékek nagysága a hiányzó nitrogén mennyiségéhez igazodik.

A nitrogén-tartalmú szerves anyagnak, a növényi és állati maradványoknak bontási folyamata rendkívül bonyolult, bontásukra egyedül a mikroorganizmusok képesek. Több közbeeső bontási folyamat első, szervetlen formájú végterméke a *nitrát*, majd pedig az *ammonia*, mint legvégső, legjobban oxidált végtermék.

Az ammoniából közbeesően a *Nitrosomonas* baktérium *nitritet*, majd a *Nitrobacter* *nitrátot* oxidál. E *nitrifikálást* végző mikroorganizmusok aktív életműködéséhez elengedhetetlenül szükséges a talaj levegőssége, nem savanyú, hanem inkább közömbös kémhatása, és a megfelelő tápanyagellátás. Savanyú kémhatású talajokban a nitrogén-tartalmú szerves anyagok végterméke az *ammonia*, úgyhogy a *nitrát és ammonia egymáshoz való aránya maga is élénken rámutat egy-egy talaj reakcióviszonyaira*.

Oly körülmények között, ahol a talaj sok nitrogénben szegény és könnyen lebontható szerves anyagot tartalmaz (szalmás trágya, nem pillangósok dús gyökérmaradványai, szalmatrágya stb.), ott a nitrifikáció erősen megzavart, miután ezeknek a nitrogénben szegény szerves anyagoknak lebontásához sok nitrogénre van szükség a gyorsan szaporodó mikrobák protoplazmájához. A mikrobák e nitrogén-szükségletüket első sorban a talajban lévő *nitrátokból* fedezik, és így áll be a talajban átmenetileg a *nitrát-szegénység*. A talaj összes nitrogén-tartalma, bár nagyjából azonos marad, de az ún. felvehető (*nitrát*) nitrogén a mikroba-testekbe megy át (szerves kötésbe), és a növényeknél valóban bekövetkezik a *nitrogén-éhség* állapota. Ezt a jelenséget *nitrát-asszimilációnak*, a gyakorló mezőgazdák pedig *pentozán-hatásnak* nevezik. Ebben az esetben pillanatnyilag a nitrifikációnak nyoma sincs. A későbbiek folyamán azonban, amikor ezeket a *nitrát-készleteket* elfogyasztó mikrobák elpusztulnak, és tetemeik mint nitrogénben gazdag szerves anyagok lebontatnak, most már valóban a növények részére jelentős *nitrát-készletek* keletkeznek. Ez a folyamat azonban meglehetősen vontatott. Megállapítást nyert, hogy a *nitrát-asszimiláció* a szerves anyag 20:1 C/N arányánál még nem következik be, de 30:1 C/N arány után már kezdetét veszi. Utóbbi esetben a *pentozán-folyamatok* pillanatnyi kiküszöbölése érdekében nitrogén-műtrágyákat kell adagolnunk, mely adagolás nagyságát a szerves anyag mi-

nőisége, mennyisége és a talajban lévő diszponábilis nitrát-készlet szabja meg. A pótlásként adagolt nitrogén-műtrágyának eszerint csak azt a részét használhatják a növények, amely a nitrát-asszimilálás szükséglete után fennmarad (diszponábilis nitrát-készlet). Ez utal esetenként a nagy adagú nitrogén-műtrágyák jogosultságára is. Természetesen az így adagolt nitrogén-műtrágya a pentozán-folyamatok lezajlása után fokozatosan szabadul fel a növényzet részére.

Általában megállapították, hogy a nitrifikáció csak olyan viszonyok között érvényesülhet, ahol a lebontás előtt álló szerves anyag C/N aránya legalább 20:1. Ahol ennél tágabb a nitrogén-arány, ott a hiányzó nitrát-nitrogént a mikrobák a talajból vonják el a növények elől. Ha pedig egy nagyon tág nitrogén-arányú szerves anyag bontásakor a szükséges nitrát-készleteket még a talaj sem képes már fedezni, akkor csak annyi szerves anyag kerül lebontásra, amennyit a meglevő nitrát-nitrogén megenged, és ekkor a további korhadás erősen lelassul, illetve csak akkor és oly mértékben folytatódik, amilyen mértékben a mikroba-tetemek újabb mineralizációja erre lehetőséget nyújt. Ebben az esetben azonban még mindig nem áll a nitrát-nitrogén a növények rendelkezésére. A rendelkezésre álló nitrát-nitrogént sorrendiségben mindig először a könnyen lebontható szerves anyagok, illetve az azokat lebontó mikroszervezetek veszik igénybe, és csak a felesleg jut a zöld növényeknek. Mennél tágabb a C/N arány, és mennél szegényebb nitrátban a talaj, annál vontatottabb a korhadás.

Ezzel szemben *mennél szűkebb a C/N arány, annál gyorsabban zajlik le a lebontás, és annál több nitrát jut a növények rendelkezésére.*

Súlyosbítja a nitrát-asszimilációt, illetve a pentozán-hatást még az ilyenkor adagolt foszfát-műtrágyázás is. Tudvalevő ugyanis, hogy a foszfátok élénkítő hatást fejtenek ki a mikrobák tevékenységére, elszaporodására, ami végeredményben nagyobb fokú nitrogén-igényüket, nagyobb mérvű nitrát-fogyasztásukat vonja maga után. Ezzel magyarázható meg sok esetben a foszfátózás depresszív hatása is.

Meg kell még emlékeznem a gyakorlatban ritkábban előforduló jelenségekről. Ezek ott fordulnak elő, de ott is kis mértékben, ahol a talajban teljesen levegőtlen viszonyok uralkodnak. A *denitrifikáció* és *nitrát-redukció* főként késő ősszel és a tél elején zajlik le igen kötött, túláztott talajviszonyok között. Legismertebb képviselői a *Pseudomonas* nemzetségből kerülnek ki. A *denitrifikáció* végterméke a gáz alakú nitrogén, amely végleg elveszett a növényzet számára, a *nitrát-redukcióé* pedig az ammonia. Előbbi a talajból elillan, utóbbi kedvező körülmények alakulása során újból nitrifikálódhatik, ha közben el nem illan. Jól szellőzőtt talajban ezek a káros folyamatok nem fordulnak elő. Az ismertetett folyamatok a talajban tényleg meglevő nitrogén-tartalmú szerves anyagokra vonatkoznak.

A továbbiakban azokkal a fontos mikroorganizmusokkal kívánok foglalkozni, amelyek a *légtéri nitrogén lekötésével* gazdagítják a talajt. A nitrogén-műtrágyák mellett ezek a szervezetek hivatottak ingyen pótolni azokat a nitrogén-veszteségeket, amelyek a nitrát-kimosással, a denitrifikálással és a termések elvonásával keletkeznek.

A nitrogén körfolyamatában sorrendiségben első hely illeti meg a pillangósokkal szimbiózisban élő *Rhizobiumot* vagy másként *Bacillus radicolat*.

E baktériumok fejlődésük folyamán különféle alakot vesznek fel. Fia-tal korukban, mielőtt a pillangósok gyökereit fertőznék, csillangósak, és aránylag gyors mozgásra képesek. Egyes kutatók megfigyelései szerint naponta 2–3 mm távolságot is megtesznek, aminek a gyökérfertőzésben van jelentősége. A fertőzés a gyökérszőrök hegyén keresztül történik (kivéve a csillagfürtöt, ahol a fertőzésre még a karógyökerek is alkalmasak), mégpedig úgy, hogy a sejtfalat felpuhítják, és behatolnak a gazdanövény sejtjeibe. Ekkor kiképzik az ún. *infekciós fonalat*, amely behatol a gyökér belső részeig. Itt a baktériumok gyorsan elszaporodnak, kialakítják a *gyökérgümöket*, amelynek belsejében új formát, az ún. *bakterioid* alakot vesznek fel. A növények levirágzása után a gümők szétesnek, és a bennük maradt baktériumok ismét visszakerülnek a talajba. Ez teszi lehetővé fajuk fenntartását.

A pillangós növények az edénynyalábokon keresztül széntartalmú szerves vegyületekkel látják el a bakterioidokat, majd ezek ugyanilyen úton a légköri nitrogénből szintetizált nitrogén-vegyületeket adnak át a gazdanövényeknek. Ez az élénk szimbiotikus együttműködés azt eredményezi, hogy a *pillangós növények asszimilációs tevékenysége a levélen mintegy kétszer akkora, mint pl. a gabonafélék levelein*.

Amint már említettem, a fertőzés a gyökereken keresztül történik, mégpedig úgy, hogy a gyökerek kemotaktikus hatást fejtenek ki, és ennek vonzóereje hat a baktériumokra. Mennél ellátottabb a növény tápanyagokkal, kivéve a nitrogént, annál nagyobb kemotaktikus ingerhatást fejt ki a gyökérszét a környezetre, annál nagyobb a hajlama a fertőződésre. Ezek a tápanyagok elsősorban a foszfor, a kálium és a szénhidrátok. A molibdénnek is van itt fajlagos hatása.

Jellegzetesen aerobok, tehát igen hálások a jól szellőzőt, illetve szerkezetes talajra. Ezért van az, hogy a gümők nagysága és mennyisége a homoktalajon mindig a legerősebb. Megfigyeléseim szerint ezt *kitűnően fel lehet használni egy-egy talaj szelvény szerkezetének vizsgálatára is*, mert a gümők csak a jó szerkezetű felső rétegben fejlődnek ki, ami a jó szerkezetű szelvény vastagságát mutatja.

A pillangós növények kezdeti fejlődésére (amikor a gyökérgümők még nem működnek), az ún. *éhségperiodusra* érdemes lesz kisebb adag nitrogén-műtrágyát adni ott, ahol a talaj nitrátokban szegény. Egyébként meg kell jegyezni, hogy ez a szimbiotikus együttélés csak *fakultatív*, és akkor, amikor a gyökérgümők nem fejlődnek ki, a növény teljesen a talaj nitrát-tápanyagkészletére utalt. Éppen ezért oly területen, ahol valamilyik pillangósnövényt még nem termesztették, és emiatt a gyökérgümők nem fejlődnek (legtöbbször a szójánál), többszörösen megokoltnak látszik a talajoltás specifikus kultúrákkal, amit egyszerűen földkeveréssel is megoldhatunk. Fontos, hogy ezt mielőbb beledolgozzuk a talajba. Egyes kutatók megállapították, hogy a megszáritott gyökérgümők annak ellenére, hogy e baktériumok spórákat nem képeznek, hosszú éveken át megtartják fertőző képességüket.

Az egyes növényeknek megvan a maguk specifikus *Rhizobium* faja. Ezek a következők:

1. *Rhizobium leguminosarum* (lednek, bükköny, borsó, lencse)
2. *Rhizobium phaseoli* (babfajták)
3. *Rhizobium trifolii* (*Trifolium* fajok)
4. *Rhizobium lupini* (csillagfürt, szeradella)
5. *Rhizobium japonicum* (szója)
6. *Rhizobium meliloti* (somkóró, lucerna fajok).

Az egyes *Rhizobium* fajok alkalmazkodó képessége olyan, hogy esetenként helyettesíteni képesek egymást.

A nitrogén-képzés rendszeren arányos a gümők egyenletes elosztásával, mennyiségével és nagyságával. Természetesen mindezt a fajta jellegén belül értelmezzük. A nitrogén-képzés gyakorlati jelentősége, illetve a pillangós növények kedvező utóhatása nem éppen a gümők közvetlen hatásában jelentkezik, hanem abban, hogy a pillangósok gyökérmaradványai mintegy kétszer annyi nitrogént tartalmaznak, mint a nem pillangósoké. Ugyanez vonatkozik a föld feletti részre is, ami a *zöldtrágyázásban* jelentős.

A gümőképzésben rejlő nitrogén-asszimilálás rendszeren bimbózáskor éri el tetőfokát, mert ilyenkor van a növénynek a legtöbb nitrogénre szüksége. A levirágzás után rendszeren megszűnik a nitrogén-asszimilálás, mert ilyenkor már erősen lecsökken a növény nitrogén-igénye, és a gümők leválnak.

A talajban szabadon élő, nitrogént lekötő mikroorganizmusok közül első helyen említendő meg az *Azotobacter chroococcum*. Jellemzően aerob és semleges vagy gyengén lúgos talajt kedvelő baktérium. Energia-szükségletének fedezése céljából sok könnyen bomló szénhidrátra, nevezetesen cukrokra van szüksége. A foszfátok fajlagos módon segítik elő szaporodását, a nitrogén-bőség ellenben gátolja tevékenységét. Ettől eltekintve alkalmazkodó képessége nagy. A Szaharától a legészakibb tájakig mindenütt megtalálható, valóságos kozmopolita (FEHÉR, 1954).

Amint már említettem, ezek a mikrobák élénk *metabiózisban* vannak az aerob *cellulóz-bontókkal*, továbbá az *algákkal*, amelyektől szénhidrátokat kapnak. Ennek ellenében ezeket fehérje-vegyületekkel látják el.

A légköri nitrogén hasznosítása úgy jut kifejezésre, hogy az *Azotobacterek* erős elszaporodása és pusztulása során bekövetkező mineralizációval a növények fokozatos nitrát-nitrogénhez jutnak. Ez az évente termelt nitrogén-mennyiség az adottságoktól függően tág határok között ingadozik, de mindenesetre meg kell jegyezni, hogy ez a mennyiség közel sem annyi, mint ahogy azt régebben hitték. A legújabb megállapítások szerint ez a szám évente és hektáronként nagy átlagban mintegy 5—10 kg-ot jelent (RIPPEL—BALDES, 1952). De az is megjegyzendő, hogy ennek pontosabb megállapítása módszertanilag is nehézségeket rejt magában.

Hasonló szerepet tölt be levegőtlen talajviszonyok között a *Clostridium Pasteurianum*. Ezekkel szemben a *Rhizobiumok* nitrogén-lekötése lényegesen nagyobb fontosságú.

Az évi nitrogén-lekötés mennyisége is könnyebben és pontosabban állapítható meg. VILLAX vonatkozó megállapítása alapján kerek számban magában a gyökérzetben k. h.-anként és évente az egyényári pillangósok nagy átlagban 30 kg, az évelők pedig ugyancsak egy évre vonatkozóan mintegy 70 kg nitrogén lekötését teszik lehetővé jobb talajviszonyok között.

Ennél sokkal érdekesebb viszonyszámokat nyújtanak KÖHNLEIN és VETTER gyökérkutatók konkrét adatai, amelyek szerint az egyes növényi csoportok gyökérnitrogén-hozama ha/kg-ként és évente a következő volt:

herefélék	59,00 kg
egynyári pillangósok	27,60 „
nem pillangós növények	12,30 „

Vagyis a pillangósok több mint kétszer annyi nitrogént nyújtanak a talajnak, mint a nem pillangósok. Sőt a hereféléknél ez a szorzószám majdnem az ötszörösét éri el.

Végül a nitrogén körfolyamata tekintetében tekintsük át a következőkben a nitrogén mérlegét.

Veszteségek mennyiségi sorrendben:

1. a terméssel elvont nitrogén
2. nitrát-kimosás
3. elillant nitrogén (denitrifikálás).

Nyereség mennyiségi sorrendben:

1. a talajba bevitt trágyák (szerves- és műtrágyák)
2. pillangós növények N-lekötése
3. *Azotobacterek* N-lekötése
4. a csapadékkal bejövő légköri N.

Fenti mérleg csak az ún. összes nitrogén forgalmát tükrözi vissza, de nem érinti a pillanatnyilag jelentkező felvehető ammonia, illetve nitrát-nitrogén állását, amely mindig erős dinamikával hullámzik. Utóbbit határozottan befolyásolják a már letárgyalt nitrát-asszimilációs, nitrát-redukciós, nitrifikációs és denitrifikációs folyamatok. Ezeknek a folyamatoknak irányítása, sorsa legnagyobb részt a mezőgazda kezében van.

A talajoltás kérdése

A *Rhizobium*-oltás jogosultságát az előzőekben már érintettem. Egyébként találóan állapította meg FEHÉR, hogy ez esetben nem is talajoltásról van szó, hanem *növényoltásról*. Ugyancsak FEHÉR állapítja meg, hogy ha megfelelően ellenőrzött, jó virulenciájú és effektivitású baktérium-törzseket lehetne alkalmazni, valószínűen jobb eredményeket érhetnénk el e téren, különösen a szójával, lucernával, herével és csillagfürttel.

Tisztázatlan azonban ez a kérdés az *Azotobacter*-oltóanyag alkalmazásakor. A gyakorlatban már több mint három évtizede próbálkoznak vele,

de elterjedni még mindig nem tudott, mert az eredmények nem szignifikánsak. Ilyen irányú kísérleteket többszöri megszakítással 1923 óta állítottam be mezősegi talajon, réti agyagon és síkláptalajon, mégpedig műtrágya-kombinációkkal is, de eddig minden eredmény nélkül.

De szószerint idézem itt FEHÉR véleményét: »Nézetünk szerint az *Azotobacter*-probléma nem talajoltási kérdés, hanem tisztán agrotechnikai feladat. A talaj szervesanyag-készletét kell szaporítani, gondoskodni kell jó átszellőzöttségéről, és akkor a bizonytalan kimenetelű oltások helyett sokkal biztosabb alapon tudjuk a talajban már meglevő és az ottani viszonyokhoz alkalmazkodott, tehát nagy ellenálló képességű *Azotobacter*-ek számát úgy megnövelni, hogy ezek aztán gyakorlatilag is lényeges terméstöbbletet idézzenek elő«. — »E téren nézetem szerint még nagyon sok kísérletre és vizsgálatra lesz szükség, mielőtt ezeknek az oltóanyagoknak nagyüzemi alkalmazása biztosan elérhető terméstöbblettel fog járni«.

Azonos véleményen vannak legújabbban MISUSZTYIN és RIPPEL-BALDES is.

Természetesen mindezek nem jelentik azt, hogy ez irányú tudományos kutatásokat ne folytassunk és ne keressük azokat az új módszereket, melyek esetleg határozottabb eredményekre vezetnek. A kérdés annyival is inkább megérdemli a vele való foglalkozást, mert az oltási költségek jelentéktelenek.

A probléma azonban ma még olyan stádiumban van, hogy azt a gyakorlatnak átadni nem lehet.

A kén és foszfor biológiai körfolyamata

Minden fehérjevegyületben, tehát a növényi szervezetben is a *kénnek és foszfornak nagy a fontossága*. Ezek az elemek a növényi gyökerek és az istállótrágya útján belekerülnek a talajba, természetesen szerves kötésben, és így ezek is részt vesznek a körfolyamatban.

A talaj szárazanyagának kéntartalma nagy átlagban mintegy 0,5 ezrelék. A mineralizált kén szerepe igen fontos a növény életében, egyrészt mert a növény közvetlen tápanyaga, amelyet az csak kénsavas sóként képes felvenni, másrészt pedig ásványi tápanyagfeltáró. Vonatkozik ez elsősorban a foszfátok feltárására. A szerves kötésben levő kén fehérjeszerű vegyületekben van jelen, amely mikrobiológiai folyamatok útján *kénhidrogénné* bomlik el. A kénhidrogén a talajban vegyi úton kénné alakul át, és az így képződött elemi ként az ún. *tiobaktériumok* kénsavvá, illetve kénsavas sókká oxidálják. Ez az ún. *szulfifikáció*. Szellőzött talajban aránylag gyorsan következik be, és így válik végeredményben a szerves kötésben lévő kén mineralizált kénné.

A foszfor is nélkülözhetetlen alkotórésze a sejtfehérjének, amely főként a sejtmag vegyületeiben van jelen mint *nukleoproteida*. Mikrobiológiai bomlás során átalakul *lecitinné*, majd további bomlások végtermékeként foszforsavvá (H_3PO_4) mineralizálódik. Ezt mindjárt lekötik a talaj bázisai, és a növények részére fel nem vehető sókká alakul át. Ezeket az erősen adszorbeált vegyületeket mozgósítják a talajban keletkező széndi-

oxid, kénsav és a mikrobiológiai tevékenység során állandóan keletkező szerves savak, majd a nitrifikáció során keletkező melléktermékek.

*

A végbemenő biológiai körfolyamatokat külön-külön tárgyaltuk le, nevezetesen a szénét, a nitrogénét és az ásványi elemekét, mégpedig azért, hogy biológiai és biokémiai lefolyásukat elszigetelten levezetve, világosabban láthassuk. *A természetben azonban magától értetődően mindeme folyamatok egymásba fonódva, igen bonyolult együttesben zajlanak le, mert hiszen pl. egy-egy gyökérmaradványban, szerves trágyában stb. mindezek az elemek szerves kötésben, kompletten foglalnak helyet. De tovább menve, a bontási folyamatok egymás után is bekövetkezhetnek. A különböző időben leváló és elhalt gyökerek, kiírtott gyomgyökerek, elpusztuló kisállatok stb. mind megannyi megindulásai a lebontó tevékenységnek. Sőt a lebontás — amint tudjuk — frakcionálva megy végbe: először a könnyebben lebontható szénhidrátok, majd sorban a mind nehezebben lebonthatók. Mindezek szoros összefüggésben és reakciós kölcsönhatásban állanak a különféle biológiai folyamatokkal. A talaj élete tehát a legnehezebben áttekinthető komplexumot jelenti nemcsak azért, mert abba szabad szemmel nem láthatunk bele, hanem főként azért, mert a legkülönbözőbb tényezők, ellentényezők és reakciók tömkelegével állunk szemben.*

2. A TALAJHUMUSZ

A humuszkutatók erről a rendkívül szövevényes és sok tekintetben még ma is homályos összetételű szerves anyagról köteteket írtak és írnak. A vonatkozó vélemények sok kérdésben, főként a humusz keletkezése tekintetében még ma is erősen eltérők, annak ellenére, hogy vele már több mint 100 év óta foglalkoznak tudományosan. Ezzel szemben a gyakorlati élet határozottan kialakult felfogása a tapasztalatok alapján az, hogy *a talajerő annál kiemelkedőbb, mennél több és mennél jobb minőségű humuszt tartalmaz a talaj.* Ez a nagy jelentőségű tapasztalat serkentette és serkenti még ma is a kutatók nagy részét a humuszkérdésben a búvárkodásra.

A talajerőgazdálkodás döntő kérdése a humusszal való ésszerű gazdálkodásban rejlik. A humuszt ugyanis egyrészt a természettől örököltük mind mennyiségi, mind pedig minőségi vonatkozásban, másrészt emberi beavatkozással irányíthatjuk annak alakulását, amikor is *humuszgyarapító, illetve -fenntartó és humuszfogyasztó gazdálkodási rendszert folytatunk.*

A humuszkérdés az egyes mezőgazdasági üzemek, tájak, országok, népek sorsdöntő problémáját jelenti, sőt az emberiség szaporodásával és a technika fejlődésével világproblémát.

Hazánk humuszgazdálkodása — kivételektől eltekintve — általában hanyatló irányt mutat, úgyhogy ezzel a kérdéssel nekünk, magyar mezőgazdáknak különleges érdeklődéssel és céltudatossággal kell foglalkoznunk. Fontos ez a kérdés annyiban is, mert *a talajerőgazdálkodás lényegében nem egyéb humuszgazdálkodásnál.*

A jó minőségű humusz nemcsak közvetett tápanyagokat szolgáltat biológiai feltárásával a növények számára, hanem kolloidkéimiai alkotánál fogva a legkedvezőbb fizikai, kémiai és biológiai feltételeket, a talajszerkezet kialakulását és ennek nyomán a növények és az azokat szolgáló mikroorganizmusok fokozottabb tevékenységét is biztosítja.

E munka keretében csak annyit kívánok a humuszról röviden írni, amit róla a talajrozgazdálkodással kapcsolatban tudnunk kell, illetve ami a mai napig ismeretes. Foglalkoznunk kell tehát annak keletkezésével, hogy tisztában legyünk azzal, vajon milyen biotechnikai eljárásokkal, trágyázással, talajhasználattal és talajműveléssel tudjuk eredményesen befolyásolni fenntartását, esetleg szaporítását, hangsúlyozva mindig annak minőségi vonatkozásait. De meg kell ismernünk a humusz tulajdonságait és fontos kihatásait a talajerőre, annak tartósságára is, hogy az ésszerű humuszrozgazdálkodást annál céltudatosabban tudjuk üzemünkön belül megszervezni, és áthatva sorsdöntő jelentőségétől, kialakítására annál nagyobb áldozatokra legyünk készen.

A talajhumusz keletkezése és alkata

Ami a humusz keletkezését illeti, teljesen egyetértenek a humuszkutatók abban, hogy az főként a növényi maradványokból, valamint a talajlakó állatok és mikroorganizmusok elhalt maradványaiból alakul ki. Abban is megegyeznek, hogy mennél jobb összetételű a humusz alapanyaga, vagyis ezeknek az elhalt szerves maradványoknak viszonylagos N-, P-, K- és Ca-tartalma, annál jobb minőségű humusz keletkezik belőlük. A mezőségek füvének és hereféléinek összetétele lényegesen értékesebb, mint pl. az erdőtalajok humuszának alapanyagát képező lehullott leveleké, amelyek leválásuk előtt az értékes tápanyagok zömét mint tartalék-tápanyagot visszajuttatták a fának, illetve ágainak. Nagyon jól tudjuk, hogy mennyivel értékesebb a mezőszéki talajok humusza az erdőszéki talajokénál.

Természetesen befolyásolja a humuszképzést magának a talajnak az összetétele is, és az évezredek során rájuk ható klimatikus viszonyok, mert hisz a kettőnek együttes hatására alakult ki a flóra, amelynek kémiai összetétele jelenti egyben a humusz minőségét befolyásoló egyik tényezőt. A humusz kialakulásakor fontos a klíma szerepe is, hogy az vajon arid vagy humid viszonyok között keletkezett-e, továbbá hogy milyen hőmérsékleti körülmények között jött létre; a talaj összetétele pedig annyiban, hogy miképpen áll a talaj kémhatása, illetve mészállapota és bázistelítettsége. Utóbbiak legdöntőbb tényezői a humusz minőségi és mennyiségi kialakulásának.

Míg pl. a hazai jobb típusú talajaink C/N aránya SIK és FÁBRY megállapítása szerint 1:9,1 és 1:12,1 között ingadozik, addig SCHEFFER megállapítása szerint a podzol-talajok C/N aránya 1:20.

A talajban elhalt szervezetek lebontását és felépítését humusszá a talaj mikroorganizmusai végzik, de nagy részük van ebben a talajlakó állatoknak, különösen a gilisztáknak is.

Éppen ezért, miután a humusz lebontását és felépítését túlsúlyban a mikroorganizmusok végzik, nem közömbös, hogy ezek a folyamatok mi-

lyen életfeltételek között zajlanak le. Savanyú kémhatású talajban főként a mikroszkópikus gombák, a lúgos vagy közömbös reakciójú talajban pedig főként a baktériumok bonyolítják le ezeket a folyamatokat. A kialakuló humusz összetétele lúgos kémhatású viszonyok között a legkedvezőbb, miután a keletkező huminsavak mésszel telítődnek, és az így keletkezett ún. *mészhumátok* kicsapódnak, vízben nem oldhatók, tartós jelleget vesznek fel, nincsenek kimosásnak kitéve, tehát helyben maradnak, és meglehetősen ellenállnak a további lebontásoknak. Ezzel szemben a savanyú kémhatású talajban keletkező huminsavak a mész hiánya miatt telítetlenek maradnak, egy részük vízben oldhatóvá válik, és így a csapadék útján kimosódnak.

Tágabb értelemben humusznak nevezzük a talajban lévő összes elhalt szerves anyagokat, a posztmortális állapottól egészen a tartós humuszig. A talajhumusz állandóan lebontásban, átalakulásban és felépítésben van, mégpedig az elhalt gyökerek és tarlómaradványok, az elhalt talajlakó állatok, a talajba juttatott szerves trágyák és zöldtrágyák hatására. A talajhumusz tehát mind mennyiségi, mind pedig minőségi vonatkozásban állandó változásban van. Ezek az anyagok a már említett mikrobiológiai lebontás során bizonyos változásokon mennek át. A könnyen lebontható vegyületek — mint a cukrok, összetett szénhidrátok, növényi sejtfehérjék stb., amelyek a növényi anyag zömét képezik — gyorsabban és könnyebben bomlanak le, és teljes mértékben mineralizálódnak. A lebontásnak jobban ellenálló frakciók, mint a pentozánok egy része, de különösen a ligninek, az összetett proteidek, olajok, gyanták, viaszok, stb. sokkal lassabban bomlanak le. A lebontás gyorsaságát természetesen erősen befolyásolják a környezeti viszonyok, a talaj levegőssége, hőmérséklete, nedvességtartalma, kémhatása stb.

Mennél előrehaladottabb a lebontás a bekövetkező mineralizálódás során, annál több lesz aránylag az összhumusz nehezebben lebontható frakciója, annál gazdagabb lesz a humusz szénben, nitrogénben, és annál szegényebb lesz oxigénben és hidrogénben.

Az újabb időkben a humusz keletkezésére vonatkozó elméletek kiemelkedőbb képviselői WAKSMANN (1936), TYULIN (1937), VILJAMSZ (1938), SCHEFFER (1941), majd legújabban KONONOVA (1951). A különböző elméletek erősen eltérők a humusz kialakulásának biokémiája tekintetében.

Vannak, akik a humusz szintézisének lényegét teljesen a mikroszervezetek autolíziséből származtatják, és a humusz keletkezését sejten belüli szintézisnek tulajdonítják (VILJAMSZ). Mások nagy fontosságot tulajdonítanak a cellulóznak, és részben ennek aromatikusan vegyületekké történő átalakulásának folyamatára alapítják azt (KONONOVA). A legtöbb humusz-kutató (WAKSMANN, SPRINGER, SCHEFFER) a lignin-elmélet alapján áll, melynek lényege a következő:

A mineralizálódás lezajlása után megmaradó szerves anyagok, főként a ligninek, továbbá a proteidok, olajok, gyanták, viaszok, stb., amelyek erősen ellenállnak a mikrobiológiai lebontásnak, nem maradnak meg változatlanul a talajban, hanem további biológiai átalakuláson esnek át. A környezeti viszonyoktól függően ez az átalakulás lassan vagy kevésbé gyorsan következik be. A lebontás során épülnek be a lignin bomlási termékeibe a sejtfehérjék, valamint egyéb nitrogén-tartalmú vegyületek, és ke-

letkeznek a humusz anyagok átmeneti termékei, az ún. *lignoproteinek*. Még részben nem tisztázódott biokémiai folyamatok során alakulnak ki végtermékként az ún. sötét színű *humín anyagok*, vagy másként az ún. *tartós humuszok*. Igen fontos a humín anyagok jó minőségére a nitrogéntartalmú anyagok (ammoniak és egyéb lebontott fehérje-termékek) beépítése is. Ezek a humín anyagok annál stabilabbak, annál ellenállóbbak a további lebontással szemben, mennél több nitrogént vesznek fel felépítésükkor (NITZSCH, KREYBIG, SEKERA), továbbá akkor, ha enyhén lúgos a talaj, és elegendő meszet tartalmaz, mert ilyenkor a keletkező huminsavak humátokká koagulálnak.

A humín anyagok képzésében nagy szerep jut a mikroszervezetek anyagcseretermékeinek is, pl. a chinonoknak, amelyek ugyancsak oxigén és bizonyos lebontott nitrogén-termékek jelenlétében nitrogénben gazdagabb humín anyagokká változhatnak.

Míg meszes talajokban a humín anyagok képzése gyorsabb és a végtermék kialakulása tekintetében tökéletesebb, addig a savanyú vegyhátasú talajokban fejlődésük lassúbb, a végtermékek csak részben fejlődnek ki, és kevésbé értékesek. A humín anyagok képzését befolyásolja még a környezet aerob vagy anaerob volta is. Aerob körülmények között a humín anyagok ugyan gyorsabban fejlődnek ki, de ezek mennyisége kevesebb lesz, míg anaerob körülmények között a humuszképzés vonatottabb, de végeredményben mennyiségben gazdagabb (SPRINGER).

A humín anyagokat másként *tartós humuszoknak* is nevezik (LAATSCH), mert ezek lebontása sokkal nehezebb, mint az ún. *nem humín anyagoké* vagy másként *táphumuszoké* (SCHEFFER), amelyek mineralizálódnak, és az ún. teljes biológiai lebontás során a könnyen lebontható szerves anyagok nitrogénjéből és hamu-alkotórészeiből szervesetlen tápanyagokat tárnak fel a növények részére. Egyébként — amint általánosan ismeretes — ezek laboratóriumi meghatározása is lehetséges acetilbromiddal, amely vegyület tartósabb jellegű humín anyagot feloldani nem képes. Ugyanakkor a könnyebben lebontható nem valódi humín anyagok (táphumusz) acetilbromidban oldódnak.

Ezt a terminológiát sokan helytelenítik, mondván, hogy a határvonal nem vonható meg élesen, miután a *táphumusz* és *tartós humusz* határa a talaj levegős, vagy levegőtlen voltától és a mikroszervezetek környezethatásától függően változik. Ez tény. De mégis fontosnak tartjuk gyakorlati okokból e kevésbé szabatos meghatározásokat is a humusz-frakciók elhatárolására. Eme terminológiák nélkül sok, a humuszkérdéssel kapcsolatos gyakorlati probléma meg sem magyarázható és nehezebben is érthető meg.

A humín anyagok természetesen nem jelentenek meghatározott vegyületeket, hanem a legkülönbözőbb nagymolekulájú polimer vegyületcsoportok keverékéből állanak. Jellemző rájuk a sötét szín, a nehéz lebonthatóság, a kolloidális állapot és a nitrogéntartalom, amely utóbbinak viszonylagos mennyisége mindig jellemző a humusz minőségére, illetve típusára.

A szerves anyagoknak legkedvezőbb viszonyok között (semleges kémhatás, korlátolt levegős viszonyok, megfelelő nedvességi állapot) további lebontási terméke az ún. huminsavak képzésére vezet.

Ezeket *szürke* és *barna huminsavakra* osztjuk (SPRINGER). A szürke huminsavak sokkal értékesebbek, mert nagyobb a koaguláló képességük, nagyobb a nitrogén-tartalmuk és végül nagyobb az affinitásuk az agyaghoz, mely utóbbi teszi lehetővé az ún. *agyaghumusz-komplexum* kialakítását. Ez jelenti a humusz stabilitásának legmagasabb fokát, és nyújtja a tartós talajszerkezet kialakításának kolloidkéimiai alapjait.

A *szürke huminsavak* ott fejlődnek ki túlsúlyban, ahol a nyers szerves anyag a legjobb összetételű, a talaj környezete pedig meszes. Főként nitrogénben és mészben gazdag termékekből (pillangósok) származnak. A szürke és barna huminsavak természetesen nincsenek elkülönítve az egyes talajtípusokban, hanem keverve jelennek meg, csak pl. a jó minőségű talajokban a szürke huminsavak vannak túlnyomó mennyiségben, a savanyú erdei talajokban pedig a barnák dominálnak. Sőt a viszonylagos nitrogén-tartalmuktól függően az egyes huminsavakban is vannak különbségek.

A *táphumusz-* és *tartóshumusz-frakciók* aránya a különböző talajtípusokban más és más. Mennél kedvezőbbek a tartóshumusz-képzésre a talajviszonyok, annál kedvezőbb lesz az arány a tartós humusz javára, ami a talajerő tekintetében nagy előnyt jelent (tartós talajszerkezet kialakulása, nagy szorbiós kapacitás stb.). Az ilyen talajban gyorsabban bomlanak le a gyökérmaradványok, az istállótrágya, gyorsabban következik be a mineralizáció, vagyis a tápanyagutánpótló képesség a mikrobiológiai aktivitás következtében tökéletesebb lesz (tevékenyebb talaj). Jellemzők erre SCHEFFER következő adatai, amelyek mindjárt az egyes talajtípusok humuszának C/N arányát is feltüntetik:

Talajtípus	Tartós humusz %	C/N
mezőségi talaj	70—80	8:1
barna szelid erdőtalaj	40—60	8:1
podzol-talaj	30—60	20:1

Tartósabb jellegű humin anyagok képződnek még a növényevő állatok gyomrában is, főként enzimatis hatásra, így a háziállatok és a talajlakó állatok, különösen a földi giliszták emésztőszerveiben.

A humin anyagok legtartósabb jellegű és a víznek legjobban ellenálló frakciója az ún. *agyaghumusz-komplexum*, amely akkor jön létre, amikor a mésszel telített agyagásványok kolloid reakció során egyesülnek a jó minőségű, sok nitrogént tartalmazó huminsavakkal. Nagy részük van ezek kialakításában a növényt és egyben talajt evő gilisztáknak. És itt kell kitérnem SEKERA e kérdésre vonatkozó érdekes és figyelemre méltó magyarázatára, illetve megállapítására, amelynek tudományos alapjait FRANZ, KUBIENA, TYULIN és LAATSCH vetették meg. Utóbbiak megállapították, hogy a legtartósabb humusz anyagok nem a talajban, hanem az állatok, nevezetesen a giliszták gyomrában keletkeznek, és kerülnek mint ürületek a talajban elosztásra.

SEKERA a természet jelenségeihez tér vissza, amikor megállapítja, hogy egyrészt a mezőségek avarja és az erdők lehullott levelei, másrészt

ről a giliszták életfeltételei között szoros összefüggés áll fenn. A giliszták az avart és a leveleket csak akkor fogyasztják, ha azok a természet rendjének megfelelően a talaj felszínén maradtak. Mihelyt azonban szántás útján belekerültek a talajba, a giliszták azokat már kevésbé fogyasztották. Ennek megvizsgálására ládikában egy kísérletet állított be. A ládát talajjal megtöltve két részre osztotta, a következő kezeléssel: Egyik felébe bizonyos mennyiségű szerves anyagot kevert, a másik felébe pedig ugyanezt a mennyiségű szerves anyagot a talaj felszínére szórta, és csak egészen sekélyen dolgozta be a talaj legfelsőbb rétegeibe. Ezután a ládába egyenletes eloszlásban 10 azonos fajú gilisztát tett és figyelte viselkedésüket, illetve azt, hogy négy hét alatt a tápanyagok milyen elhelyezkedése felé törekednek. A kísérlet eredménye a következőképpen alakult:

A nyújtott szerves anyag	A giliszták száma		Jegyzet
	A szerves anyag belekeverve	A szerves anyag felül helyezve	
borsólevél zölden	2	8	} nem gyökerek
repcelevél zölden	0	10	
istállótrágya (éretlen)	1	9	
istállótrágya (érett)	3	7	
repcegyökér	6	4	} gyökerek
búzagyökér	5	5	

Ebből a kísérletből megállapította, hogy a növények föld feletti részeit és az istállótrágyát mint táplálékot a giliszták inkább a föld felett elhelyezett részből fogyasztották, sőt a földbe helyezett részeket kifejezetten kikerülték. Ezzel szemben magatartásuk a gyökereknél teljesen közböbs volt. Egyértelműen állapította meg ezt FRANZ is, aki a talajba került »trágyafészkek«-et kiszedte és megvizsgálta. Megállapította, hogy a trágyafészkekben még mindig benne volt a trágyatelep faunája, de a talaj őshonos faunája meg sem közelítette azokat.

Mindebből SEKERA megállapította, hogy a mai szántóföldi kultúránk olyan technikával dolgozik, főként az istállótrágya és zöldtrágya mélyebb alátakarásakor, ami a hasznos talajfauna életfeltételeit kevésbé szolgálja.

Egyébként a kísérlet szerinte arra mutatott, hogy a *gyökerek a talajba való, a növény föld feletti részei és az istállótrágya pedig legfeljebb egészen sekély alátakarással a talaj legelső szintjébe.*

Ugyanekkor megállapította, hogy a szerves anyag említett takaróréteg elhelyezése nemcsak a giliszták stalibhumusz-képzése miatt fontos, hanem azért is, mert ilyenkor a giliszták sokkal intenzívebben porhanyítják fel a talajt járataikkal, illetve a felszínre törekvő forgalmukkal, amely felporhanyítás önmagában is serkenti a talaj mikrobiológiai tevékenységét.

Az istállótrágya ilyen igen sekély alátakarásával vélte SEKERA az említetteken túlmenően még az ún. *szervesanyag-réteg* (Mulch) kialakítását

is elősegíteni, aminek nagy jelentőséget tulajdonít egyrészt vízgazdálkodási, másrészt növény táplálkozási szempontból is.

A magam részéről a SEKERA-féle elgondolásokra, mint minden újabb technikai módszerre nézve az a véleményem, hogy a kérdést mindig a saját adottságaink között kell megvizsgálnunk. Minden adottság között a tényezők és ellentényezők mérlegelése fogja megszabni a teendőket. Mind ezekre a szerves trágyázást és a talajművelést tárgyaló részben még vizszatérek.

Végül újból ki kell térnem a *terminológia kérdésére*. Már az előzőkben is megállapítottam, hogy a talajhumusz fogalmi meghatározásakor, különösen azok frakcióit illetően, majdnem minden kutató más és más terminológiát alkalmazott. Mégis kialakultak már a fontosabb fogalmakra azok a műkifejezések, amelyeket a humuszkutatók nemzetközi érintkezés esetén használnak. Kíváncsnak tartom ezek újbóli összefoglalását, mert munkám további tárgyalása során ezeket a kifejezéseket használom.

Összes humusznak nevezzük a talajban levő összes elhalt szerves anyagot a posztmortális állapottól egészen a legstabilabb humusz-frakcióig. A talajban levő összes humuszt két nagy csoportra osztjuk, mégpedig az ún. *táphumuszra* és *tartós humuszra*.

Táphumusznak nevezzük az összes humusz azon frakcióit, amelyek könnyen lebonthatók, és amelyek a lebontás során a növények számára tápanyagokat mozgósítanak (mineralizáció). Ezek főként az egyszerű szénhidrátok, a hemicellulóz és a cellulóz, továbbá a könnyebben lebontható nitrogén-tartalmú anyagok, egyszerű növényi fehérjék stb., amelyek víz-zé, szénsavvá, nitrátokká, szulfátokká, foszfátokká stb. bomlanak le.

A *tartós humuszok* az összes humusz azon frakciói, amelyek a legnehezebben lebontható szerves anyagok, mint a ligninek, továbbá a baktérium-fehérjék, olajok, gyanták, viaszok stb. lebontása és újraépítése során keletkeznek (humifikáció). Az így keletkezett tartós vagy *valódi humuszok* további lebontása már igen nehezen és lassan következik be, inkább csak túlságosan levegős körülmények között.

A tartós humuszokat, amely tulajdonképpen gyűjtőnév, *humín anyagoknak* is nevezik. Ezek acetilbromidos oldás útján kémiailag is elválaszthatók a *táphumusztól* vagy másképp nem humín anyagoktól. Az acetilbromid ugyanis nem oldja a humín anyagokat.

Természetesen a két humuszfrakció-csoport élesen nem határolható el egymástól, mert határaikat legtöbbször a környezeti viszonyok szabják meg (aerob, anaerob viszonyok, a talaj nedvességtartalma, a hőviszonyok, reakciós viszonyok stb.). A tartósabb humuszok tekintetében fokozatok vannak attól függően, hogy a humifikálás milyen stádiumát érték el, azaz hogy milyen mértékben képesek ellenállni a mikrobiológiai lebontásoknak. Vannak a lignin-stádiumhoz közel álló átmeneti frakciók (humoligninsavak), majd *huminsavak*, mégpedig jó minőségű *sziürke huminsavak* és kedvezőtlen minőségű *barna huminsavak*. A huminsavak a mészszel telített agyagásványokkal *agyaghumusz-komplexumokká* mint a lebontásnak legjobban ellenálló humuszokká alakulnak, amely folyamat legtökéletesebben a giliszták bélcsatornájában következik be.

Meg kell még emlékeznünk az ún. *szelíd vagy telített humuszból*, amely akkor keletkezik, amikor a talaj elég meszet tartalmaz ahhoz, hogy a huminsavakat mészhumátokká kösse le. Ezek a legjobb minőségű humuszosok, amelyek vízben oldhatatlan, kicsapódott kolloidokként szerepelnek. Ezzel szemben áll a savanyú talajok *vad- vagy telítetlen humusza*, amelynek egy része vízben oldva kimosódik.

Megjegyzendő itt még az is, hogy a savanyú kémhatású talajok meszesedésével a már a talajban levő vadhumusz kedvezőtlen alkatában nem változik meg. A meszesítés inkább az utána újonnan keletkező humuszosok előnyös kialakulására, valamint természetesen a talaj kémhatására és jobb puffereképességére lesz hatással.

A *humín anyagok* keletkezésének kemizmusa egy rendkívül bonyolult és ma még tisztázatlan biokémiai folyamat, amelyben részt vesznek a talaj mikroszervezetein kívül a talajlakó állatok, sőt a háziállatok is. A humín anyagok erősen különböznek alapanyagaiktól, tehát új képződmények. Összetételükben különböző nagy molekulájú polimer anyagcsoportnak és azok átmeneti alakjainak keverékai. Eszerint a humín anyagok gyűjtőfogalmat jelentenek, és kémiaiilag nem meghatározott anyagok. Miután összetételükben is állandó dinamikában vannak, WAKSMANN a humuszt igen találóan folyton változó »állapotformá«-nak nevezi.

A talajerő és a humusz összefüggései

A humusz mindkét frakció-csoportjának, a tápláló és tartós humusznak megvan a maga szerepe a talajerő kialakításában. Egyik sem helyettesíthető a másikkal, egyik sem érvényesülhet a másik nélkül, hanem egymást inkább egészségesen kiegészítik. Mégis e szerepek viszonylagos fontossága mindig másként alakul a talaj típusától, a gazdaság üzemviszonyaitól és jelenlegi humuszállapotától függően. Ezt a fontossági sorrendet módjában van a termelést szervező mezőgazdának megfelelő biotechnikai beavatkozásokkal, a talajhasználattal és trágyázással irányítani, és ezáltal oda hatni, hogy az adottságok szerint a leginkább hiányzó humuszfrakciók megteremtésére törekedjék.

A táphumusz egyik hatását már érintettük. Lebontása, illetve a mineralizáció során a szerves kötésben levő tápelemek felvehető növényi tápanyagokká táruulnak fel. Mennél jobb összetételű a szerves anyag (N, P, K, Ca), de különösen mennél szűkebb annak C/N aránya (pillangósok gyökei, jól kezelt istállótrágya stb.), annál kimagaslóbb hatást fog kifejteni a növényre. Javítható a kevésbé jó összetételű, tág C/N arányú gyökermaradványok hatása, ha a nyomukban bekövetkező pentozán lebontási folyamatokat egyrészt a nitrogén-trágyázással, másrészt pedig az ennek nyomán alkalmazott beérlelő talajműveléssel siettetjük, amivel nemcsak a pentozán lebontási folyamatokat rövidítjük le, hanem a nitrogén-műtrágyák nitrogénjét szerves kötésbe irányítva, az utónövény számára állandóbb és folyamatosabb tápanyagszolgáltatást is biztosíthatunk. Általában folyamatossága és lökésmenete miatt a jó minőségű szerves anyag biológiai feltáródása során bekövetkező tápanyagszolgáltatás a növénytáplálkozásra a legtermészetesebb és egyben a legtermelékenyebb is, mert a tápanyag-

szolgáltatás tökéletesen alkalmazkodik a növény igényeihez. Ha ugyanis az időjárás (csapadék és meleg) kedvez a növény fejlődésének, ezzel párhuzamos ütemben táruznak fel a növényi tápanyagok is, mert a mikroszervezetek fizikai életfeltételei azonosak a növényekével.

A növény a tápanyagokat a humuszból tehát sohasem lökészerűen kapja, mint a műtrágyázáskor, soha nem jelentkezik azok túladagolásban, sem hiányosságban, hanem teljes összhangban állnak a növények úgyszólván mindennapi szükségleteivel.

De a táphumusz egyben azoknak a hasznos talajlakó állatoknak, elsősorban a gilisztáknak tápanyagát is jelenti, amelyek a tápláló humuszból a legstabilabb humuszt alakítják ki. Mennél gazdagabb táphumuszban, de különösen gyökerekben a talaj, ezek annál jobban elszaporodnak.

A táphumusz lebontásakor a mikroszervezetek rendkívül erős elszaporodásával, majd ezek autolizisének bekövetkeztekor értékes alapanyagok keletkeznek a humin anyagok felépítésére is.

További fontos szerepe a táphumusznak a talaj szerkezetének kialakításában jut kifejezésre, amikor is a táphumusz felhalmozásának hatására a mikroszervezetek fokozottabban szaporodnak el, és járulnak hozzá micéliumukkal, nyálkáikkal a morzsaelemek felépítéséhez tartós morzsákká (SEKERA). Vagyis a táphumusz teremti meg a morzsaképzés mikrobiológiai feltételeit (lásd részletesebben »A talaj szerkezete« című részben).

A táphumusz lebontásakor keletkező CO_2 az alapanyaga a növény lég-nemű táplálásának, az asszimilációnak, de van a CO_2 -nek még másik fontos szerepe is a talajban. Oldóan hat egyes ásványi tápanyagokra, elsősorban a Ca-ra, ami fokozza a talajreakció kiegyenlítő (puffer-) képességét, majd elősegíti a jó minőségű humusz anyagok kialakítását.

A teljesség kedvéért meg kell még említenem a táphumusz lebontásakor keletkező ún. serkentő anyagokat (LAIBACH—FISCHNICK), amelyek teljes felderítése még nem tisztázott, de már a legújabb kutatások nyomán megállapítást nyert, hogy ezek szerepe a növények fejlődésében figyelemre méltó.

A tartós humuszok (huminvegyületek), főként telített formáik, de leginkább az agyaghumusz-komplexumok szolgáltatják a talaj tartós szerkezetének kolloidkémiai feltételeit, amelynek közvetett (mikrobiológiai aktivitás) és közvetlen (tápanyag-, víz- és levegőgazdálkodás) előnyei a talaj termőerejére közismertek (lásd bővebben »A talaj szerkezete« című részben).

Itt egyelőre csak annyit kívánok megemlíteni, hogy a tartós humusz hatására kialakult talajszerkezet nagy hatással van a növényi gyökerek erősebb mérvű kifejlődésére is, ami végeredményben ugyancsak a humuszképzést, de különösen a táphumusz fokozását segíti elő. Vagyis a tartós humusz jelenléte a táphumusz felhalmozásának egyik fontos tényezője.

A talajerőgazdálkodás terén a jó minőségű, telített tartós humusznak kimagasló szerepe van még a növényi tápanyagok lekötő képességében, az ún. szorbció-kapacitásban, amely lehetővé teszi, hogy a fontosabb növényi tápanyagok, különösen a foszfátok és a mész nem mosódnak ki, hanem a humusz-kolloidok által lekötődnek, és ebben az állapotban a növények gyökerei számára fokozatosan felvehetőkké válnak.

A tartós humusznak a tápanyaggazdálkodás szempontjából értékes ezen tulajdonságát kolloid állapotának, az abban rejlő nagy felületi energiájának köszönheti. Hasonló tulajdonságot mutatnak ugyan fel az agyag-kolloidok is, ún. a kaolinit, a csillám és a montmorillonit, de közel sincs oly nagy szorbcíóképességük, mint a humusz-kolloidoknak. Hogy a számszerűség tükrében is lássuk ezt, ezek szorbcíós egyenértéke körülbelül így aránylik egymáshoz:

kaolinit	1
montmorillonit	11
csillám	3
telített humusz-kolloid	50, esetleg még ennél is több.

A legtökéletesebb agyaghumusz-komplexum a telített humusz-kolloid és a montmorillonit egyesüléséből származik, amelynek szorbcíós kapacitása a legnagyobb. Ezeket találjuk meg a legtermékenyebb mezősegi (csernozjom) talajokban.

Általában a talaj szorbcíós képessége jelentős fokmérője a talajerőnek, ami különösen kifejezésre jut a talaj önmagából fakadó és tartós hozamképességében.

Végül meg kell még röviden emlékezni a huminsavaknak az élő szervezetekkel kapcsolatos figyelemre méltó fiziológiai hatásairól is. Megállapítást nyert, hogy a huminsavak a gyökerek fejlődésére specifikus hatást fejtenek ki. NIKLEWSZKI kísérletei szerint, ha optimálisan látta el tápanyaggal a növényt, a gyökerek fejlődése a huminsavak hatására megtízszereződött.

A talajhumusz dinamikája

Az előzők során megállapítást nyert, hogy a táphumusz mikrobiológiai úton történő lebontása kedvező környezeti viszonyok között meglehetősen gyorsan lezajló folyamat. Ezzel szemben a tartósabb jellegű humuszok erősebben állnak ellen a lebontásnak, és ha igen kedvező, levegős viszonyok között jelentkezik is náluk némi lebontás, ez a folyamat rendkívül lassú, és gyakran kémiai oxidáció hatására jön létre.

Megállapítást nyert, hogy mindkét humusz-csoportnak megvan a maga fontos jelentősége a talajerő kialakításában. A mezőgazdának tehát arra kell törekednie, hogy talajának humuszában egyenlegként lehetően csökkenés ne álljon elő, sőt amennyiben lehetséges, azok ésszerű felhalmozására törekedjék a szervesanyag-gazdálkodás ésszerű megszervezése útján.

Míg a táphumusz tekintetében tág tér nyílik annak ésszerű felhalmozására és mineralizációjára, addig a tartós humusz dinamikája ennél sokkal szűkebb térre szorul. A talaj tartós humusza tehát inkább öröklött adottság, és annak fokozása távlati tevékenységet jelent. Ezzel szemben a talaj táphumuszának mennyiségi és minőségi fokozása a mezőgazda mindennapi és eredményes irányításának körébe tartozhatik.

A tartós humusz felhalmozása a talajban sok évezredes folyamat eredménye, amikor az őszállapotban levő talaj azt a maga megbolygatatlan za-

vartalanságában halmozta fel alkataba. A humusz tartósabb frakciói anyyival is inkább kialakulhattak, mert a talajt nem művelték, szellőztették, hanem a korlátoltabb oxigén-szolgáltatás során a tartóshumusz-képzés megfelelőbb előfeltételei is biztosítva voltak. E zavartalanság folytán azonban még a talajlakó állatok, főként a giliszták élettevékenysége is jobban biztosított volt, melyeknek amúgy is igen előkelő szerep jut a tartós humuszok kialakításában.

SPRINGER 11 éven át 400 q/ha istállótrágyát alkalmazott egy szántó-földi kísérletben, és megállapította, hogy az ellenőrző parcellával szemben, amely csak műtrágyát kapott, az istállótrágyázott parcellán alig volt kimutatható a humusztartalom-többlet.

WESTSIK vetésforgó-kísérletei keretében, amelyeket hosszú éveken át folytatott, a zöldtrágyázott vetésforgó talaja VÁRALLYAY vizsgálatai szerint semmi humusztöbbletet nem mutatott fel. Természetesen szerepe volt itt a homoktalaj szellőzőttségének is.

Hogy a tartós zöldtrágyázásnak humuszgyarapító hatása nem volt, azt számos kutató tapasztalta (MITSCHERLICH, SAUERLANDT, JENKINS, KUHNKE, CZOWTHER, H. MANN stb.). Oka ennek az, hogy a zöldtrágyák túlsúlyban táphumuszból állnak.

Ennek ellenére a zöldtrágyázott parcellákon a termések mindenütt kiemelkedtek a nem trágyázottakéval szemben, nyilván annak jeléül, hogy a szerves trágyában nyújtott táphumusz mineralizációja során bő tápanyagellátásban részesült a növény.

Már némi eredmények tapasztalhatók a több évtizedes istállótrágya tartamkísérletekben, mert hisz az istállótrágya jelentékeny tartós humuszt tartalmaz a szilárd ürülék révén.

A hallei tartamkísérlet eredményeit 70 év után humusztartalomra megvizsgálták; adatai 1949-ben a következők voltak:

1878-ban a humusztartalom volt	2,13%
1949-ben az istállótrágyázatlan	1,96%
1949-ben a N-, P-, K-műtrágyázott	2,09%
1949-ben az istállótrágyázott	2,75%

Végeredményben ez annyit jelent, hogy a 70 éven át minden évben megtrágyázott parcella és a 70 év előtti kiinduló parcella humusztartalma között csak 0,62% humusztöbblet mutatkozott.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a még szélsőségesen kialakított istállótrágyázási rendszer is (70 éven át évente történő istállótrágyázás) csak 1/2%-kal fokozta a talaj humusztartalmát.

A vonatkozó tartamkísérletek tudományos vizsgálata során megállapították, hogy — ha a rendszeresen istállótrágyázott talajok tartóshumusz-tartalma mennyiségileg nem is fokozódik —, minőségében, főként annak C/N arányában javuló tendencia mégis kimutatható, különösen, ha jól kezelt trágyát kapott a talaj. Ugyanez vonatkozik azokra a talajokra is, amelyeken rendszeresen folyik a pillangósok termelése. A humusznak ez a nagyobb nitrogén-tartalma (szürke huminsavak) fokozza a tartós hu-

musz szorbcióképességét, szerkezetkialakító képességét, általában a humusz-kolloidok felületi energiáit. Mindezek a talaj tartósabb talajerőfokozását vonják maguk után.

Az olyan talaj, amely hosszú éveken át rendszeres és jó minőségű istállótrágyázásban részesült, és amelynek amellelt céltudatos pillangós és fűveshere növénytermesztési rendszerben volt része, vagyis ha tartósabban szűk C/N arányú szervesanyag-ellátásban részesült, még akkor is tartósabban jó erőben marad, ha hosszú évekig nem istállótrágyázzuk. Az ilyen állapotban levő talajra azt mondja a gyakorlati mezőgazda, hogy a talaj »jó trágyaerőben van«. Ez a minősítés tudományosan ugyan nem volt tudatosítva, de jelentősége mindig súlyos megállapítást jelentett a gyakorlati szakkörökben.

Számos ilyen példát találhatunk a közvetlen a majorok mellett elterülő táblákon, amelyek a múltban közelségük miatt a távolabbi tábláknál sűrűbben részesültek istállótrágyázásban. Ezek a táblák még ma is éreztetik »jobb erőben« levő voltukat a távolabbiakkal szemben.

Jellemző és bizonyító példa erre egyik rothamstedti trágyázási tartamkísérlet is, ahol az 1852-től 1872-ig évente rendszeresen istállótrágyázott parcella a csak műtrágyázott parcellával szemben még a következő 50 évi nemtrágyázás után is éreztette az előző 20 év alatt kialakult »jó trágyaerőben« mutató hatását.

Ezzel szemben jelentékenyen rontja a talaj tartós humuszának minőségét, összetételét, C/N arányát az a körülmény, ha ritkábban szerves trágyázunk, rosszul kezelt trágyát alkalmazunk, kevés vagy semmi pillangóst nem termesztünk, és ha túlnyomóan tág C/N arányú gyökérzetet hozó növények termesztését vesszük be vetésforgóinkba, amelynek jellegzetes példája a nálunk sok vidéken divó kukorica—búza vetési sorrend. Mindezek a humusz, illetve vele a talajszerkezet leromlását vonják maguk után. Ennek legszükségesebb példái az amerikai feltört prérók termékeny síkságain mutatkoztak meg, ahol alig 3—4 évtized után az egyoldalú gabonatermelés, a szalma elégetése, a túlgépesített szellőztető talajművelés nyomán a humusz mennyiségileg lecsökkent, de főként minőségileg úgy leromlott, hogy az erózió következtében egész országrészek sivatagosodtak el.

Mindezekből a tudományos megállapításokból azt a tanulságot vonhatjuk le, hogy a talajerő kialakítása érdekében nem is annyira a talaj tartós humuszának mennyiségi fokozása, hanem inkább minőségi megőrzése és fejlesztése lesz a döntő tényező.

Míg a tartós humusz mennyiségi változása szűk határok között mozog, és fokozása vagy csökkenése csak az évtizedek tükrében jelentkezik, egészen másképp áll ez a kérdés a táphumusznál.

A vetésforgó keretében tág határok között ingadozó gyökér- és tarlómaradványok mennyisége, és a bennük jelentkező minőségi különbségek (C/N arány, nyersrost-tartalom stb.), továbbá az egyes idényekben lezajló mikrobiológiai lebontásuk nagy kilengéseket mutatnak fel a tápláló humusz pillanatnyi mennyiségében.

Ezek mennyisége és minősége a termesztett növény fajától, üzemen belül pedig a növénytermesztés megszervezésétől és a követett trágyázási

rendszerétől függ. Mennél több *humuszgyarapító növényt* termesztünk (füvesherések, herefélék, takarmánynövények), és egy bizonyos határon túl mennél kevésbé terheljük meg talajainkat a *talajrontó gabonafélékkel*, annál inkább leszünk képesek talajaink humusztartalmát mennyiségi és minőségi vonatkozásban felhalmozni. A *kapásnövények is jellegzetes humuszfogyasztó növények*, mert állandó szellőztető ápolásukkal alkalmat adunk a tápláló humuszok lebontására.

Nagyban befolyásolja a humusz fokozását és minőségét a *talaj típusa*, de különösen annak *szerkezetessége és mélyrétegűsége*. Ilyen körülmények között erőteljesebben fejlődnek ki a gyökerek, de a föld feletti részek is, amelyeknek mintegy fele az istállótrágyával újból a talajba kerül vissza.

A *klimatikus viszonyok befolyása* — különösen szélsőséges esetekben — átütő a humusz mennyiségi alakulására. A *trópusokon* pl. annak ellenére, hogy a vegetáció a legbujább, az esős periódus bekövetkezésekor a gyökér-humusz hetek alatt elbomlik (nedvesség és hőmérséklet optimuma). Ezért nem találunk a trópusok alatt humuszos talajt. Ezzel szemben a *tundrákon*, ahol a növényzet fejlődése a legszerényebb, az állandóan hideg időjárás és a talaj kötöttsége miatt a humusz szinte felhalmozódik.

A termékeny *mezősegi talajok* humusza azért halmozódhatott fel, mert a kontinentális klíma nyári szárazsága és a kemény telek kevés lehetőséget adtak a lebontásra, amit természetesen fokozott még a gyeptakaró alatt kialakult levegőszegénység is. Ezek a levegőtlen körülmények, továbbá a talajművelés teljes mellőzése magyarázzák meg annak okát is, hogy a *rétek és legelők talajának humusztartalma mindig nagyobb*, mint a barázdás szomszédú szántóföldeké. Nemcsak a kevésbé levegős viszonyok segítik elő a humuszképzést, és alakítják ki különösen a tartósabb humusz-frakciókat, hanem az a körülmény is, hogy a teljesen zavartalan adottságok között a giliszták erősebben elszaporodnak, és szabadabban fejthetik ki stabil-humusz képző tevékenységüket, mint a szántott kultúrák alatt. Ilyen ősfüvek feltörésével és szántóföldi használatával a termések néhány évig kimagasló eredményekre vezetnek, amikor is a talaj rendszeres megművelése, szellőztetése következtében az eddig szinte lezárt humusz és gyökérzet *viharos lebontás* alá kerül, ami a bekövetkező mineralizáció során bőven ellátja táplálékkal a növényzetet. Ez a viharos lebontási folyamat a talajviszonyoktól függően több-kevesebb évig tarthat, míg a tápláló humusz, sőt a kevésbé ellenálló tartósabb humusz-frakciók egy része le nem bomlik. A folyamat mindjobban lelassul, míg meg nem állapodik, amikor is a humusz egyensúlyi helyzetbe kerül (MILTER, 1932).

KREYBIG pl. megállapította, hogy egy mezőhegyesi ősgyep feltörése utáni 17 éves szántóföldi művelés során a humusztartalom 8,38%-ról 6,03%-ra, JENNY megállapítása szerint pedig a missouri prérók humusztartalma a szántóföldi használat következtében 60 év alatt 3,66%-ról 2,26%-ra csökkent.

A fokozott szellőztető talajművelési rendszer következtében a tápláló humusz lebontása mindig intenzívebb lesz. Ennélfogva mindig mérle-

gelni kell a fennálló adottságokat, hogy a humuszképzés összhangban álljon a takarékosabb talajművelés rendszerével.

Vannak, akik a műtrágyázást, de különösen az erős foszfátózást humuszfogyasztó beavatkozásnak minősítik azért, mert hatására intenzívebb mikrobiológiai tevékenység következik be. Ez a megállapítás elszigetelt szemléletben valóban helytálló. Van ennek azonban egy súlyosabb ellentétgyezője is, nevezetesen az, hogy a foszfátok ésszerűbb, harmonikusabb alkalmazásával még jelentősebben fokozódik a növények, de specifikusan a gyökerek fejlődése, amivel a humuszképzésnek még erősebb lökést adnak.

Külön ki kell térni az *istállótrágya humuszyarapító feladatára*, melynek szerepe kettős is lehet. Először a *közvetlen hatás*, amikor a talaj a bele jutott szerves anyaggal gyarapszik, másodsor a *közvetett hatás*, amikor ezen felül az istállótrágyát még további szervesanyag-képzésre használjuk fel. Ez akkor következik be, amikor az istállótrágyát humuszyarapító növények alá adjuk, tehát takarmánynövények, illetve gyökérumuszt termelő növények alá. Ez a szervezési tevékenység jelenti a humuszfelhalmozás egyik leghathatósabb tényezőjét, amelyről tapasztalataim alapján a későbbiekben a vetésforgó kérdésének tárgyalásakor számolok be.

A *mész jelenléte* a talajban önmagában is humuszmegőrzést jelent, mert hisz a méshumátok ilyenkor nem mosódnak úgy ki, mint pl. egy savanyú kémhatású podzol-talajban.

Voltak kutatók (LÖHNIS, STOKLASA), akik határozott számokban jelölték meg a *humusz évi lebontásának mennyiségét*. Úgy vélem, hogy ezt határozottan nemcsak módszertani nehézségek miatt nem lehet megtenni, hanem azért sem, mert a lebontásnak a talaj, a vetésforgó, a talajművelés, a trágyázás, az időjárás és még sok más egyéb hatás miatt annyi befolyásoló tényezője van, hogy az évi lebontás mennyisége az adottságoktól függően igen tág határok között ingadozik.

Eppen úgy nem lehet szabatosan megállapítani az ún. *humusz-mérleget* sem (lebontás és építés viszonyát), mégpedig ugyancsak módszertani nehézségek miatt. A gyakorlati életben azonban erre nincs is szükség. A mezőgazda, aki ismeri talaját és megfigyelheti annak mindennapi tüneteit, növénytermesztésének megszervezésében, követendő trágyázási, talajművelési rendszerében meg tudja állapítani, hogy *humuszgazdálkodása haladó irányzatú-e vagy hanyatló*.

Végül tehát — ami a humusz dinamikáját illeti — összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a *tartós humusszal kapcsolatban inkább annak minőség fejlesztésére állnak előtérben lehetőségek*, míg a *mennyiségi fokozás* csak távlati törekvésben juthat kifejezésre. Ezzel szemben a *tápláló humusz dinamikájának mind mennyiségi, mind minőségi vonatkozásban határozottan tág tere van*, és itt a *talajerőgazdálkodás gyorsabb kibontakozására gazdag lehetőségek állnak rendelkezésünkre*.

3. A TALAJ SZERKEZETE

A talaj szerkezetén általában a talaj szilárd alkotórészeinek térbeli elrendezését értjük, amely a minimális levegőt tartalmazó tömött talaj-

állapot (egyes struktúra) és a tökéletesebb morzsás állapot között az átmenetek egész sorozatában jut kifejezésre. A talajerő fokozása, illetve a növények fejlődése és a talajlakó szervezetek aktivitása szempontjából legalapvetőbb a talaj szerkezetének, közelebbről meghatározva a talaj tartós szerkezetének a szerepe.

A talajszerkezet kialakításának nagy számban voltak, és vannak még ma is tudományos úttörői. Ezúttal csak a legkiemelkedőbb fejlődési szakaszok képviselőit említjük meg. A kérdés jelentőségét először DOKUCSAJEV és WOLLNY ismerték fel, majd később VILJAMSZ, aki a talajszerkezet kialakítására földművelési rendszerében gyakorlati módszereket dolgozott ki. GÖRBING a szerkezet nélküli, beteg erdőtalajok egyszerű és gyakorlati vizsgálatára, valamint kauzális gyógykezelésére dolgozott ki eredményes, korszerű módszereket. Végül pedig SEKERA (1938) volt az, aki GÖRBING tapasztalatait a talaj szerkezetének biológiai felépítésére vonatkozó elméletével tovább fejlesztette, rendszerbe foglalta és lehetővé tette, hogy a talajerő bonyolult kérdéskomplexumában világosabb képet kapjunk, azt tudományos alapon tovább fejlesszük. Ettől függetlenül lényegében ugyanezt az elméletet dolgozta ki MISUSZTYIN (1945) a talajszerkezet biológiai felépítésének hangsúlyozásával.

A talajszerkezet módszertani vizsgálatában úttörő volt TYULIN, újabban hazánkban pedig DVORACEK és KLIMES-SZMIK végeztek a talajszerkezet problémakörében figyelemre méltó kutatómunkát.

A talaj szerkezetének kialakulása tekintetében vannak még egyéb elméletek is, amelyek még ma is erősen vitatottak. Én magam SEKERA és MISUSZTYIN elméletének alapján állok, annál az egyszerű oknál fogva, mert közel négy évtizedes tapasztalataimat, a megfigyelt jelenségeket ezzel az elmélettel világosan meg tudtam magyarázni, de ezt az elméletet kísérleteim során is bizonyítva láttam, sőt ezzel szilárd alapot és lehetőséget nyertem további kutatásaimban is.

Mint ismeretes, a talajszerkezet kialakulásában *alapvető a humusz szerepe*. Ez adottságot is jelent, de az emberi befolyás során annak további fejlesztését, illetve visszafejlődését is jelenti. Ezekről függ a talajszerkezet egész dinamikája.

A talajszerkezet elsődlegesen fizikai tulajdonságokat teremt, a víznek és levegőnek mint antagonistá tényezőknek optimális együttesét, amely a talaj mikroszervezeteinek és a növényeknek fokozottabb életfeltételeket biztosít. Ez a rendkívül bonyolult és összefüggő kérdéskomplexum végeredményben circulus vitiosus, mert hisz a talaj szerkezetességében rejlő kíváncsi fizikai tulajdonságok közvetlen kialakítói maguk a növények, illetve gyökérmaradványaik és a talaj mikroszervezetei, viszont az így kialakult tartós szerkezet ezeknek az élő szervezeteknek biztosít fokozott életlehetőséget. E circulus vitiosus megindítása első lépésként a humuszképzésben, a megfelelő szerves anyagnak a talajban történő felhalmozásában jut kifejezésre, valamint mindazokban a biotechnikai tényezőkben, amelyek azok felhasználását elősegítik. Minden talajadottság, talajállapot mondhatnók esetről esetre, szinte napról napra más és más technikai beavatkozást tesz szükségessé, amelyet legdöntőbben a talajban lezajló élet szab meg, illetve ezzel összefüggésben a növények életfelté-

telei írnak elő. Mindig a leginkább hiányzó tényezők kialakításán legyen a hangsúly, vagyis annak a harmóniának a megteremtésén, amely a leg-tökéletesebben szolgálja a növények fejlődését, a termések nagyságát és biztonságát. Mindezt csak akkor érjük el, ha lényegben mindig figyelembe vesszük a talaj életét, annak előfeltételeit, összefüggéseit és kihatásait, mert hiszen a mezőgazdának a talajjal kapcsolatos minden technikai és irányító tevékenysége a khatások összefüggő láncolatait mozgósítja magában a talajban, és ezen keresztül a növény fejlődésében.

A talajszerkezet kialakulása

Minden, a talajban lezajló élettévékenységhez, legyen szó a növények gyökereiről vagy a mikroszervezetekről, a táplálék mellett levegőre és nedvességre is szükség van. Ezek az előfeltételek csakis olyan talajban vannak jelen, ahol annak szilárd alkatrészei egy bizonyos térfogatrendszerben foglalnak helyet. Nem közömbös azonban, hogy ez a *pórustérfogat* mily arányú, továbbá, hogy a meglevő pórusok nagyságrendileg hogyan viszonyulnak egymáshoz.

A pórustérfogat optimális nagysága a talaj típusától függően 45—55% között ingadozik. DOJARENKO és KRAUSE megállapítása szerint átlagos viszonyokat feltételezve, a növényi gyökerekre és mikroszervezetekre *legelőnyösebb az 50%-os olyan pórustérfogat, amelynek fele nem kapilláris légpórusokból, másik fele pedig kapilláris vízvezető pórusokból áll.* A pórusok ilyen különfélesége csak akkor biztosított, ha a talajrészecskék nem tömötten, hanem az ún. *morzsás szerkezetben* helyezkednek el, minthogy ez utóbbi talajállapotban a morzsák között nagyobb, magukban a morzsákban pedig a legkisebb pórusok foglalnak helyet. Egyébként pedig a morzsák nagyságrendje az eddigi tudományos megállapítások szerint akkor a legmegfelelőbb, ha azokban a durva, közepes és finom pórusok egyenlő arányban helyezkednek el (3. ábra).

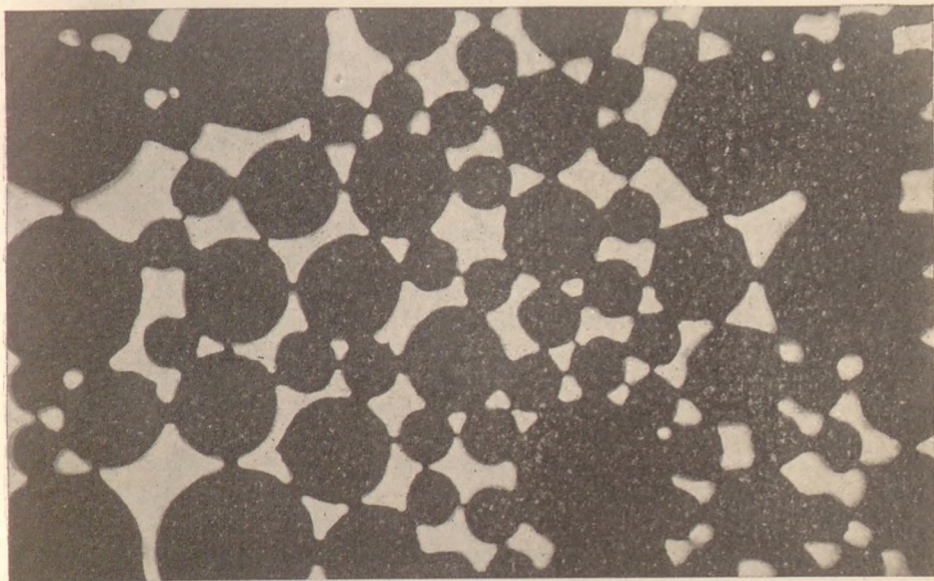
A durva pórusok (0,03 mm-nél nagyobb átmérőjűek) ugyanis a talaj átszellőztetését, vagyis a keletkező szénsav eltávolozását és a levegő beáramlását, egyszóval a talaj lélegzését teszik lehetővé. Ezek a pórusok, illetve csatornácskák egyben a gyors vízvezetést is szolgálják, a csapadék gyors elnyelését, hogy a víz az elpárolgásnak és a talajfelületi lefolyás veszélyének ne legyen kitéve.

A közepes nagyságú pórusok (0,03—0,003 mm átmérőjűek) a lassúbb vízvezetést és egyben a víz tárolását teszik lehetővé.

A finom pórusok (0,003 mm-nél kisebb átmérőjűek) pedig arra szolgálnak, hogy a talajvíz utolsó tartalékait megőrizzék, ami különösen szárazság esetén fordul elő. Ezek az utolsó víztartalékok még a mikroszervezeteket életben tartják, mert hiszen ezek ebben a tekintetben is élelme-sebbek, igénytelenebbek a növényeknél.

A durva, közepes és finom pórusok egyenlő aránya nyújt optimális életfeltételeket a gyökereknek, mikroorganizmusoknak és egyben a hasznos talajlakó állatoknak, a gilisztáknak is. Ebben a strukturális állapotban van meg *optimális együttesben a víz és a levegő a talajban.* Ez külsőleg

a talaj morzsalékos állapotában jut kifejezésre, mégpedig akkor, ha a morzsák nagyságrendje 1—3 mm között ingadozik. A morzsalékos talaj jellegzetes megjelenési formáját mutatják a réteken és legelőkön a friss vakondtúrák. Az ilyen szerkezetű talaj minden egyes morzsája — feltéve hogy tartós — egy-egy kis víztárolót jelent, amikor is a gyorsan lefolyó csapadékkal először a morzsák telítődnek, és csak a telítődés után



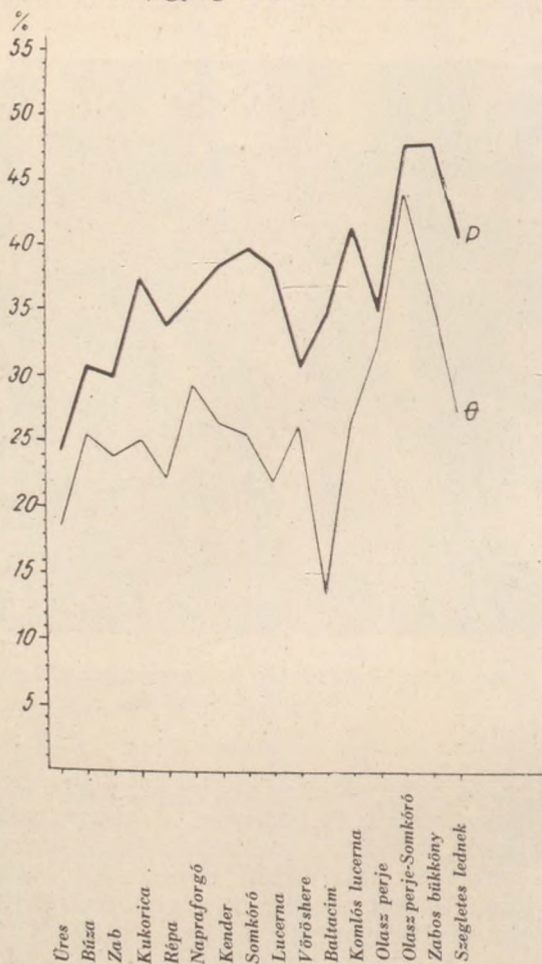
3. ábra. A talaj durva, közepes és finom pórusainak sematikus ábrázolása (SCHEFFER nyomán)

fennmaradó vízmennyiség vonul az alsóbb rétegekbe. A vízzel telített morzsák víztartalékaikat azután fokozatosan, a szükség szerint adják át a növények gyökereinek. Emellett a morzsákat állandóan levegő is körülveszi, ami egyben a zavartalan talajlégzést is biztosítja. Mindezek a körülmények kitűnő előfeltételeket nyújtanak a gyökerek fejlődésének, az intenzív mikrobiológiai tevékenységnek, és így a biológiai feltáródásnak is.

Felmerül a kérdés, hogy tulajdonképpen milyen energiák teremtik meg a talajerő szempontjából oly fontos tartós talajmorzsák kialakítását. A kutatók más és más elméletekkel magyarázzák ezt, de — amint említettem — én SEKERA és MISUSZTYIN elmélete alapján állok, és jelen munkám irányvonalait is ebben a szellemben viszem.

SEKERA vonatkozó kutatásai során 10-szeres nagyítású mikroszkóp alatt megfigyelte, hogy mi történik akkor, amikor egy talajmorzsára egy vízcseppet ereszt. A vízcsepp behatolt annak pórusaiba, majd ennek nyomán egy szinte földrengésszerű rázkódás következett be, amit hosszabb-rövidebb idő után robbanás követett, amikor is a morzsa nem a leg-

apróbb talajszemcsékre esett szét, hanem nagyobb egységekre, az ún. morzsaelemekre, vagy másként aggregátumokra. Ezek nem egyebek a talajmorzsák építőköveinél, számuk 20—50 között ingadozik. E morzsaelemek tartóssága, vízálló képessége összetételüktől függ. A legtartósabbak azok a morzsaelemek, amelyek megfelelő mennyiségű Ca-t tartalmaznak, mert utóbbi a talajkolloidokat (agyagot és humuszt) szinte vízálló malter-



4. ábra. A P szerkezetkialakító hatása a különféle növények összefüggéseiben a keszthelyi intézet tenyészedény-kísérleteinek keretében (eredeti)

anyaggá koagulálja. A morzsaelemek szilárdságát a Ca-on kívül a foszfátok is fokozzák, különösen olyan talajban, amelyben nincs elégséges mennyiségű foszfát (NITZSCH és SEKERA). A keszthelyi erdőtalaj igénybevételel tenyészedényekben kísérlet tárgyává tettük a P szerkezetkialakító hatását a különféle művelési növények összefüggéseiben; ennek eredményei a 4. ábrán láthatók. Eszerint csaknem egyöntetűen állapítható meg a P kisebb-nagyobb szerkezetkialakító hatása, de egyben megállapítható az

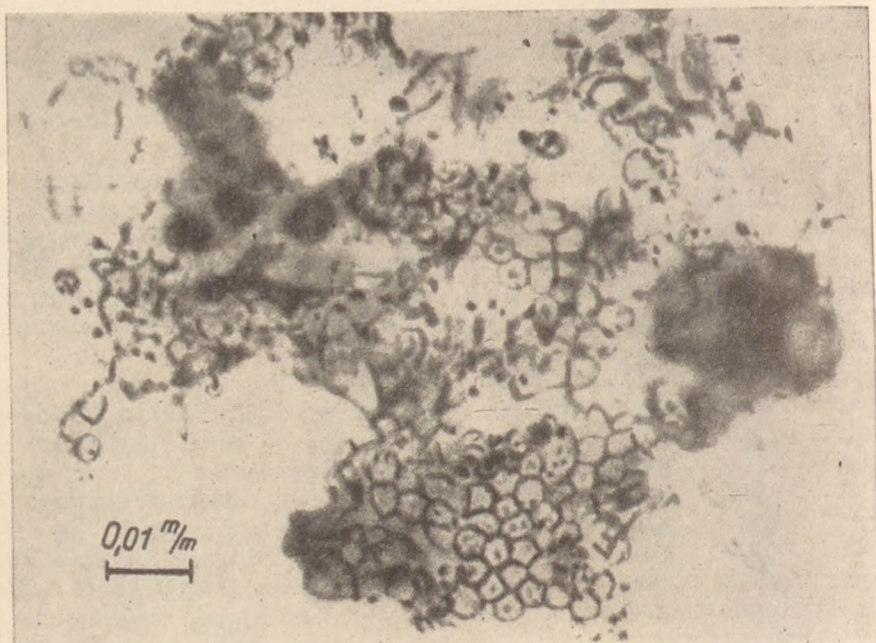
is, hogy a P-nek szerkezetkialakító képessége az egyes növények fajlagos befolyására komplex hatásként is jelentkezhet. Természetesen fokozza a morzsaelemek vízálló képességét a kolloidok mennél jobb minősége, tehát a nitrogénben gazdag, szürke huminsavakból és a montmorillonitokból keletkező agyaghumusz-komplexum. Mennél jobb minőségűek a kolloidok, és mennél gazdagabbak humuszban, ha amelletttelítettek is Ca-mal, annál tartósabbak és nagyságrendileg is annál nagyobbak.

Ellenkező esetben, különösen ha egyrészt a talaj mésztartalma fokozatosan lecsökken, másrészt pedig ha a humin anyagok a szerves trágyázás hiányossága miatt megfogyatkoznak vagy minőségileg leromlanak, akkor fokozatosan bekövetkezik a talajkolloidok peptizációja és a morzsaelemek szétesése, amely maga után vonja duzzadásuk során a pórusok eltömődését, a talaj teljes szerkezetnélküliségét, és végeredményben a talajélet kedvezőtlen alakulását (anaerob folyamatok).

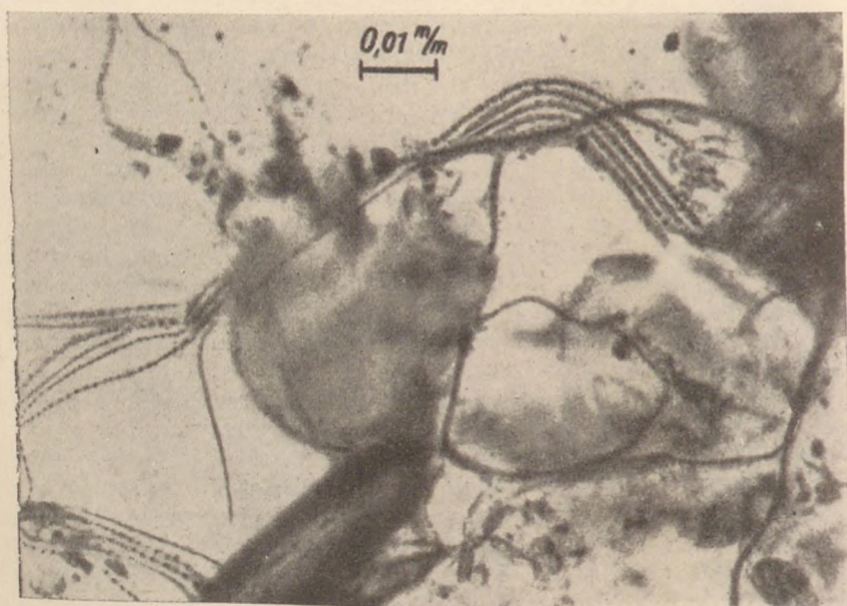
Ezek után felmerül a kérdés, hogy vajon mi tartja össze a vízálló morzsaelemeket tartós, ugyancsak vízálló morzsákká? SEKERA mikroszkóp alatt (100-szoros nagyítással) finom tüvel egy tartós morzsát elrombolni igyekezett, és azt tapasztalta, hogy ez sikertelen volt, mert ezt a morzsaelemek rugalmas összefüggése megakadályozta. Ez emlékeztetett egy olyan földlabdára, amelyet növényi gyökerek tartanak össze. Egy ilyen morzsát továbbra is megfigyelt mikroszkóp alatt, és megállapította, hogy a morzsaelemek morzsává történő összeragasztását, felépítését a baktériumok, mikroszkópikus gombák és Actinomyceták végzik nyálkáikkal, micéliumukkal. Bár már VAGELER is megállapította, hogy a morzsaelemek felületén e mikroszervezeteknek igen népes telepei találhatók (levegő és nedvesség együttese), de ebből tanulságot levonni nem tudott. Amikor SEKERA 1938-ban munkatársaival a vonatkozó vizsgálatok százait végezte, megállapította és mikrofelvételekkel dokumentálta a morzsaelemeknek tartós morzsákká történő biológiai felépítettségét, amelyet a mikroszervezetek nyálkái, anyagcseretermékei mint ragasztóanyagok, a gombáknál pedig azok micéliumai tartanak össze a vasbeton szerkezethez hasonlóan, de elősegítik ezt még a mikroszervezetek autolíziséből származó lebontási termékek is. Mindez hasonlítható egy meredek hegyoldalhoz, amelyet a sűrűn benőtt fák és bokrok védenek az eróziótól. Ha ugyanitt kiirtjuk a fákat és bokrokat, a hegyoldal az erózió áldozatául fog esni. Ugyanilyen mikroeróziónak, vagyis szétesésnek van kitéve a morzsa, ha nincsenek rajta sűrűn megtelepedett mikroszervezetek, és nincsenek ellátva ezek építő anyagaival. A morzsák biológiai felépítését különleges festési és rögzítési módszerekkel sikerült mikrofelvételeken dokumentálni, amit az 5. és 6. ábrákon mutatok be.

A vízálló morzsák tartóssága tehát csak akkor és addig biztosított, amíg a mikroszervezetek életfeltételei bőven megvannak. Így a víz és a levegő, amelynek együttesét a morzsaelemek tartóssága, szilárdsága biztosítja, és a szerves táplálék, amelyet legfőképpen a gyökerek elhalása nyújt, azon gyökereké, amelyek eloszlása a talajban a legtökéletesebb. Sűrű elágazásaikkal, hajszálgyökereikkel és gyökérszőreikkel keresztül-kasul járnak a talajt, és a morzsaelemek úgyszólván minden zegét-zugát.

Hogy minő befolyással van a talajba kevert 20% légszáraz, liszté őrölt szerves anyag a talaj tartós morzsaképzésére, azt az 1. táblázatból láthat-



5. ábra —



6. ábra

juk. Kísérleti célra semleges kémhatású (6,8 pH) és 1,8% humuszt tartalmazó keszthelyi szelíd erdei vályogtalajt használtunk oly módon, hogy a petri-csészékben elhelyezett talajmintákat 65% vízkapacitásnak megfelelő

1. táblázat

Talajérlelési kísérlet (a keszthelyi laboratóriumból)

K e z e l é s	1—3 mm morzsa %	
	1% szerves anyag	2% szerves anyag
1. Lucernaliszt	33,0	48,1
2. Szalmaliszt	47,0	61,6
3. Szalmaliszt + 3% pétisó	43,0	60,1
4. Baltacim gyökér	24,6	28,0
5. Szudáni cirokfű gyökér	19,7	28,5
6. Szudáni cirokfű gyökér + 3% pétisó	19,6	24,3
7. Érett istállótrágya	20,7	25,3
8. Éretlen istállótrágya	22,8	29,9
9. Fűgyökér	20,2	32,2
10. Fű- és baltacim gyökér	24,5	25,2
Átlag:	27,1	36,3
Kezeletlen talaj:	17,2	17,2
<i>Viszonyszámokban:</i>		
Kezeletlen talaj	100	
1 % szerves anyag	159	
2 % " "	211	

nedvességtartalommal 3 hétig érleltük 25 C° hőmérsékletű termosztátban. A laboratóriumi kísérletekből a következőket olvashatjuk ki:

1. A szerves anyaggal kezelt talajminta tartósan morzsás szerkezete a szerves anyag minőségétől és mennyiségétől függően 14—244%-kal volt nagyobb, mint a szerves anyag nélkül kezelté. A nagyobb mennyiségű szerves anyag jobb morzszaszázalékot alakított ki, mint a kisebb mennyiségű.

2. A szalmalisztnek kimagasló szerepe volt a szerkezet kialakításában, nyilván azért, mert ennek lebontása következett be leggyorsabban, de valószínűen csak rövidebb időtartamra.

3. A szerves anyag nagyobb nitrogén-tartalma nem kedvezett a szerkezet kialakításának, sőt hátrányosan hatott rá. Ugyanezt tapasztalta

AUFHAMMER és KÄMPF is (1952). Ez a kérdés, illetve annak oka még nem tisztázott. De sietek megállapítani azt is, hogy a laboratóriumi eredmények 3 hét leforgása alatt semmi körülmények között sem érinthették a nitrogénben gazdagabb szerves anyag kolloidkéimiai befolyását (jobb minőségű humin anyagok kialakulása), hanem tisztán a biológiai felépítés komponensére (táphumusz) mutattak rá.

Mindebből azt a tanulságot vonhatjuk le, hogy *mennél több szerves anyag áll a mikroszervezetek rendelkezésére, annál intenzívebb lesz a morzsák felépítése, és mennél folyamatosabb a táplálék nyújtása, vagyis mennél huzamosabb ideig tart a táplálék, annál hosszabb ideig állandósul a talaj szerkezetessége. A morzsák szilárdságában és tartósságában eszerint vannak fokozatok, de ebből következik az is, hogy a talajszerkezet egyben dinamikusan változó állapotot is jelent, amelynek tartóssága a mikroszervezetek életfeltételeinek biztosításától függ. A talajszerkezet dinamikája az egyes évszakokban is jelentkezik, amit befolyásol a növényzet fejlődése (beárnyékolás, learatás, stb.), az időjárás (hőmérséklet és csapadék), végül maga a talajművelés biológiai hatása (vízgazdálkodás, szellőztetés stb.).*

Mihelyt az életfeltételek szünetelnek, főként pedig hiányzik a szerves táplálék, a morzsák kezdik elveszíteni tartósságukat. Különös jelentősége van ennek a vetésforgó szakszerű összeállításánál, amire később még tüzetesebben kitérek.

Nagy különbség van a *biológiailag felépített*, leginkább legömbölyített morzsák és az ún. *poliéderez*, szögletes alakú *álmorzsák* között mind alkatuk, mind pedig a talajerőre gyakorolt hatásuk tekintetében. Ez utóbbit a Tiszántúl savanyú réti agyagtalajain tapasztaltam. Ez a poliéderez szerkezetű talaj a sok, de nem jó minőségű (ragacsos) humuszt tartalmazó, savanyú vegyhatású talajtípusokon akkor válik érzékelhetővé, amikor ezek a nyári meleg és a napfény hatására álszerkezetűvé szétporladnak. De ugyanilyen poliéderez álszerkezet tapasztalható a savanyú erdőtalajok alsóbb rétegeiben is.

A morzsák tartós kialakításának tehát két tényezője van. Az első az ún. *kolloidkéimiai tényező*, amely a *morzsaelemek kialakulását* segíti elő. Előfeltétele a mésszel telített agyaghumusz-komplexum jelenléte. Erősen befolyásolja a talaj morzsaképző képességét annak kötöttsége is. A leghajlamosabb a talaj morzsaképzésre, ha az középkötött vagy gyengén középkötött. Mennél jobban eltér ettől, annál nehezebben alakítható ki annak tartósan morzsás szerkezete. Ha túlságosan kötött a talaj, akkor szélsőséges kolloidális alkata folytán nedvesség esetén duzzadó képessége, szárazság esetén pedig zsugorodó képessége miatt hiányoznak majd belőle a mikroszervezetek fizikai életfeltételei, mégpedig duzzadás esetén a levegő, zsugorodás esetén pedig a nedvesség. A másik végletnél, a homokon viszont a kolloidok hiányossága miatt nincs meg a lehetőség a koagulációra.

Meg kell azonban jegyeznem azt, hogy a kolloidokban szegény homoktalajokon a víz- és levegőgazdálkodás miatt amúgy sem fontos a szerkezet kialakítása, mert ezek levegőssége és vízellátása (a gyökerek gyors lehatolása) biztosítva van.

A talaj hajlamát a morzsaképzésre tehát a kolloidkéimiai komponensek (Ca, humusz, kötöttség mérvé), a morzsaelemek viszonylagos nagysága és szilárdsága határozza meg.

Hogy az egyes talajtípusokban *milyen különböző morzsaképző képességek jelentkeznek*, mutatják a 2. táblázatban foglalt eredmények. Meg kell itt természetesen jegyezni, hogy *nemcsak a talajtípus, hanem a talaj pillanatnyi állapota* (elővetemény, trágyázottság, talajművelés stb.) is *hathatósan befolyásolja annak morzsaképző hajlamát*. Ezt a vizsgálati módszert alkalmasnak tartjuk még arra is, hogy egy-egy gazdaság táb-

2. táblázat

*Különböző talajtípusok szerkezetkialakító hajlama
(a keszthelyi laboratóriumból)*

T a l a j t í p u s	Kezeletlen	2% szalma- maliszttal kezelt	többlet %	A talaj szaga érlelés után
	m o r z s a %			
1. Javított termőszik, Karcag	10,0	20,2	10,2	kissé iszapos
2. Mezőségi talaj, Tápiószele	9 0	34,8	25,8	szagtalan
3. Mezőségi talaj, Iregszemcse	14,0	49,0	35,0	gyengén földszagú
4. Mezőségi talaj, Keszthely	20,4	62,9	42,5	gyengén földszagú
5. Könnyű öntéstalaj, Keszthely	13,0	49,4	36,4	gyengén földszagú
6. Ötéves gyeptörés, Keszthely	32,2	65,2	31,0	gyengén földszagú
7. Mezőségi talaj, Selyp	10,8	52,0	41,2	erősen földszagú
8. Kötött réti agyag, Szarvas	0	0	0	erősen iszapos

láinak viszonylagos morzsaképző hajlamosságát tenyészedényekben megállapíthatjuk. Döntően fontos körülmény itt természetesen a talajmintavétel megbízhatósága, sok helyről vett minták összekeverése stb. A nátriumsók (szikes talaj) jelenléte a bekövetkező peptizáció miatt természetesen teljesen lehetetlenné teszi a morzsaelemek kialakulását.

A tartós morzsa képzésének másik tényezője *biológiai jellegű*, amely a már vázolt biológiai felépítésből áll és amelynek előfeltétele a *szerves táplálék* (táphumusz) *mennél bővebb és mennél folyamatosabb nyújtása*.

Végeredményben *mindkét tényezőnek humuszra van szüksége*, de *míg a kolloidkéimiaiak tartós humuszra, addig a biológiaiak táphu-*

muszra. A morzsák, illetve a talaj szerkezete azonban csak abban az esetben lesz tartós, vagy vízálló, ha kialakulásának mindkét tényezője megkapja előfeltételeit. Mennél inkább rendelkezésre állnak a kolloidkémiail előfeltételek a tökéletesebb koaguláció következtében, annál szilárdabbakká és nagyobbakká válnak a morzsaelemek. Továbbá mennél nagyobbak a morzsaelemek, annál inkább hajlamosabb a talaj a tartósmorzsa-képzésre, egyrészt azért, mert ez esetben a levegő- és vízviszonyok együttese tökéletesebb lesz, ami a gyökerek behálózó képességét és a mikroszervezetek életfeltételeit fokozottabban szolgálja, másrészt a nagyobb morzsaelemek viszonylag kisebb felületén az azonos mikroba-energia hatása intenzívebben érvényesül. Ezzel szemben ha meglazulnak a kolloidkémiail előfeltételek, úm. a mészkimósása, a tartós humusz mennyiségi, de főként minőségi leromlása, a szerves trágyázás hiányossága, vagy a pillangósok nélküli növénytermesztési rendszer követése folytán, akkor már a tartós morzsák biológiai felépítésének is komoly akadályai lesznek. De továbbmenve, hiába állanak rendelkezésre a legjobb kolloidkémiail előfeltételek a szilárd morzsaelemekben, pl. egy kitűnő mezősegi talajban, a kívánatos 1—3 mm átmérőjű tartós morzsák nem alakulnak ki, ha hosszabb időn át nem részesül a talaj táphumuszban (humuszgyarapító növények, istállótrágya stb.), illetve ha a vetésforgóban nem gondoskodunk kellően a táphumuszról mint baktérium-tápanyagnak törés nélküli folytonosságáról.

Hogy a talaj termőerejének legfontosabb tényezőjét, a talaj tartós szerkezetét kialakíthassuk, annak összes előfeltételeit figyelembe kell venni, mert ha e láncolatból csak egy is hiányzik, akkor a talaj tartós szerkezete már nem alakul ki. Alapvető a *mészkérdés rendezése*. Hazai viszonyaink között ez főként az ország délnyugati és északkeleti peremvidékein jelentős, és egyes Tisza menti tájakon. Vizsgálunk kell a talaj kolloidkémiail alkatát, különösen humusz-kolloidjait. Mindezek kifejezésre jutnak a morzsaelemek nagyságrendjében.

A *természettől humuszban szegényebb, világosabb színű talajokon különös fontosságot jelent a jó minőségű tartós humusz képzése*. Ez esetben életfeltételt jelent a sok és jó minőségű istállótrágya, amelynek 30—40 %-a tartósabb jellegű humuszból áll, továbbá a kevésbé levegős viszonyok között tenyésző évelő takarmányok (füvesherék, herefélék), amelyek szintén elősegítők a jó minőségű tartós humusz képzésének. Ilyenkor különös figyelemmel kell még lenni a giliszták életfeltételeire is, amelyek legszorgalmasabb munkásai és megteremtői a kívánatos agyaghumusz-komplexumnak.

A talajtípusok másik végletén a legjobb minőségű, humuszban gazdag, *mészartalmú mezősegi talajokon a súlyt inkább a táphumusz folytonosságának biztosítására vessük, megfelelő növénytermesztési rendszer megszervezésével*. Ez azonban természetesen nem jelenti azt, hogy itt az istállótrágyának ne volna jelentősége, de sorrendiségben mégis annyit, hogy míg a humuszban szegényebb talajokon ez életfeltétel, a legjobb mezősegi talajokon csak fontos tényezőt jelent.

A talajerő fokozása érdekében általában azt az irányelvet vegyük figyelembe, hogy tényezői, építőkövei közül beavatkozásainkkal elsősorban mindig azokra helyezzünk súlyt, amelyek hiányosan vannak jelen. Ezt viszont csak úgy tudjuk megállapítani, ha tisztában vagyunk adottsá-

gainkkal és azokkal a tényezőkkel, amelyek a komplexum egészében, illetve annak kialakulásában részt vesznek.

Eszerint a talajban vannak biológiailag felépített *tartós* vagy más-ként *vízálló morzsák*, és olyan morzsák, amelyek a szerves anyag hiányos-sága miatt elvesztették tartósságukat és a *víz hatására szétesnek* (mikro-erózió). Morzsák keletkeznek akkor is, amikor a talajt annak legoptimá-lisabb nedvességi állapotában (nyirkos állapot) szántjuk és boronáljuk, de ezek morzsássága csak akkor lesz tartós, ha a talaj szerves anyaggal, főként sűrűn behálózott gyökérmaradványokkal bőven ellátott. Ha ez nincs így, akkor az esőzés hatására a tünetileg és pillanatnyilag legmorzsásabb talaj is elveszti morzsalékosságát, tömötté válik, sőt ha erősen leromlott ta-lajról van szó, megszáradás után megcserepesedik.

A viszonylag sok tartós morzsát tartalmazó, szerkezetes talajt *egész-séges talajnak* nevezzük, mert abban a növények, mikroszervezetek és gi-liszták fokozottabb fejlődést és aktivitást árulnak el. Ezzel szemben a mi-nimális tartós morzsát tartalmazó, szerkezet nélküli, tömött talaj *beteg talajnak* minősül, amit azonban módjában van a mezőgazdának a megfe-lelő biotechnikai beavatkozásokkal az adottságok szerint hol könnyebben, hol pedig nehezebben rendbe hozni, vagyis viszonylag szerkezetessé tenni.

A szerkezet tartósságának is vannak fokozatai. Mennél bővebben és mennél folyamatosabban ellátott a talaj, illetve a benne lakó mikroszer-vezetek szerves táplálékkal és egyéb életfeltételekkel, elsősorban vízzel, majd nem túl sok levegővel és megfelelő hőmérséklettel, annál tartósabb lesz a talaj szerkezete. Az ilyen *biológiailag felépített tartós szerkezetű talajra* a gyakorló mezőgazda a »talajérettség« vagy »beérett talaj« kife-jezést használja.

A talajérettség tünetei a következők: A talaj a rendesnél sötétebb szí-nű (baktérium-telepek), rugalmasabb, porhanyósabb, könnyebben meg-művelhető és térfogatában megnövekedett. Mindez éppen nagyobb pó-rustérfogatánál fogva. A gyakorló mezőgazda ilyenkor azt mondja, hogy »a föld megkelt«. A talajnak kellemes földszaga van (a mikroszerveze-tek anyagcseretermékei).

A gyakorló mezőgazda már régóta ösztönszerűleg is azt a célt tűzte ki maga elé, hogy a talaja beérett állapotba kerüljön, mert ezzel ért el nagy és biztos terméseket. Ma már tudjuk, hogy ez nem egyéb a talaj tar-tós szerkezetének, illetve a morzsák biológiai felépítésének kialakításánál, amelynek megteremtésére a kellő biotechnikai eljárások megfelelő alkal-mazásával ma már megvannak a lehetőségek.

Mindebből megállapíthatjuk, hogy a talajszerkezet kialakulásának, felépítésének és leromlásának folyamatai állandóan változnak, és ennek lényege — a kolloidkémiai alapfeltételek biztosítása mellett — a szerves anyagban, a baktérium-táplálék megteremtésében, annak folyamatossá-gában és általában a mikroszervezetek életfeltételeinek biztosításában rejlik.

Így beszélhetünk pl. *beárnyékolási talajérettségről*, amely nem je-lent valami különlegesen tartós talajszerkezetet, illetve talajérettséget, hanem azt, hogy a talajt jól beárnyékoló növény kedvező mikroklímát te-remt a mikroszervezetek részére, nevezetesen nyirkosan tartja a talaj fel-színét (elpárolgás megakadályozása és fokozott harmatképzés), a csapó

esők szerkezetrontó hatását és a talajéletre ártalmas hőmérsékleti ingadozásokat kiküszöböli stb. Ezek mind olyan tényezők, amelyek a mikroorganizmusok és a giliszták életfeltételeit szolgálják, illetve élettevékenységüket fokozzák.

De beszélhetünk még talajművelési érettségről is, ami azonban csak akkor jelentkezik, amikor a talaj szerves anyaggal bőven ellátott, és a megfelelő talajműveléssel a talajélet számára szükséges víz-, hő- és levegőgazdálkodási viszonyokat megteremtjük. Ebben a szellemben magyarázható még az ún. *istállótrágyázási érettség* is, sőt az *elővetemény-érettség* is, amikor bőven látjuk el a talajt mikroba-táplálékkal. Mindeme talajérettségi formák végeredményben annyit jelentenek, hogy fokozottabb mértékben teremtik meg a mikroorganizmusok életfeltételeit, aminek következménye a talajmorzsák biológiai felépítése, a tartós szerkezet kialakítása. Ez azonban természetesen csak akkor következik be, ha a talajélet összes feltételei hiánytalanul és tartósan adóttak a talajban. Mihelyt a talajérettség szűnőben van, jele annak, hogy a mikroorganizmusok tevékenysége is hanyatlóban van.

Íki kell még röviden térnünk az ún. *kifagyási érettségre* is, ami akkor következik be, amikor az ősszel rögzösen, sokszor szalonnásan felszántott talaj a tél fagyának hatására omlóssá válik. Kétségtelen, hogy a tavaszi magágy megteremtésében nagy segítséget jelent ez a kifagyási porhanyósság. De hangsúlyozni kell, hogy ez korántsem jelent valódi szerkezetkialakulást, mégpedig annál az egyszerű oknál fogva, mert a talaj morzsássága ez esetben nem biológiai felépítésből, hanem csak a fagy mechanikai elaprításából származik. Az ilyen talaj az első eső hatására elveszti még álszerkezetét is, és szerkezet nélkülivé válik. Ez tehát múltó hatás, és csak arra jó, hogy a tavaszi elmunkálás mechanikailag könnyebé váljék. Természetesen nem vonatkozik ez azokra az esetekre, amikor a talaj már ősszel szerkezetessé, jól beéretté vált, mert ebben az esetben annak érettsége tavaszra, a felmelegedés hatására — különösen ha szerves anyagban gazdagabb — még jobban fokozódik.

Érintenem kell itt még az újabban megjelent azokat a vegyszereket is, amelyeket a talaj szerkezetének kialakítására használnak. Anélkül, hogy a szerkezetkialakító, talajjavító anyagok jelentőségével kapcsolatban állást foglalnék — mert hiszen gyakorlati jelentőségük ma még nem tisztázott —, a teljesség kedvéért azokat HEDRICK és MOSARY (1952) kutatók tapasztalatai alapján a következőkben ismertetem.

A talajjavító szerek legismertebbje »*Krilium*« néven kerül forgalomba. A Krilium szintetikus úton készült, vízben oldható, nagy molekulájú polielektrolit. Mint polianionnak 100 vagy még ennél is több értékű negatív töltése van; kolloidkéimiai adottságainál fogva képes a talaj morzsás szerkezetének kialakítására. Az eddigi kezelések két és fél évig hatékonyak maradtak annak ellenére, hogy a talajt öntözték és erősen szelöltették.

A Krilium szerkezetkialakító hatása az eddigi kísérletek szerint még a humuszban szegény, legkötöttebb talajokon is érvényesült. Laboratóriumi vizsgálatok alapján megállapítást nyert, hogy a *Krilium mintegy tízszer nehezebben bontható le a mikroorganizmusok által, mint a jó minőségű humusz anyagok*. Ez nagy jelentőségű a szerkezet hosszabb tar-

tamú fenntartása miatt. A Kriliumnak semmi mérgező hatása nincs sem a növényi, sem pedig az állati szervezetekre, sőt ha a talaj táphumusszal volt telítve, a gyökerek, a mikroszervezetek és a giliszták fejlődése élénk aktivitást mutatott.

Kötött talajokon a következő terméstöbbletet érték el:

reték	15 %
kelkáposzta	20 %
gabonák	20 %
burgonya	45 %

De megállapították azt is, hogy egyes növények viszont kevésbé reagálnak erre.

A Kriliumnak és általában a gyantaszerű polianionoknak gyakorlati jelentősége tekintetében állást foglalni ma még annyival kevésbé lehet, miután drágaságuk alkalmazásukat egyelőre nem teszi gazdaságossá.

A hektáronként szükséges mennyiség 700 kg. Elképzelésünk szerint érdemes volna vele szikes talajon kísérletezni, ahol esetleg a sikeresen megteremtett szerkezetes talaj nyomán telepített humuszgyarapító növényekkel (füveshere, napraforgó, somkóró stb.) feltölthetnénk a talajt humusszal, és a termőréteget is valamivel mélyíthetnénk. Sőt megfelelő öntözéssel e talajgyógyítás után talán még a nátriumsók kimosására is inkább meglenne a lehetőség.

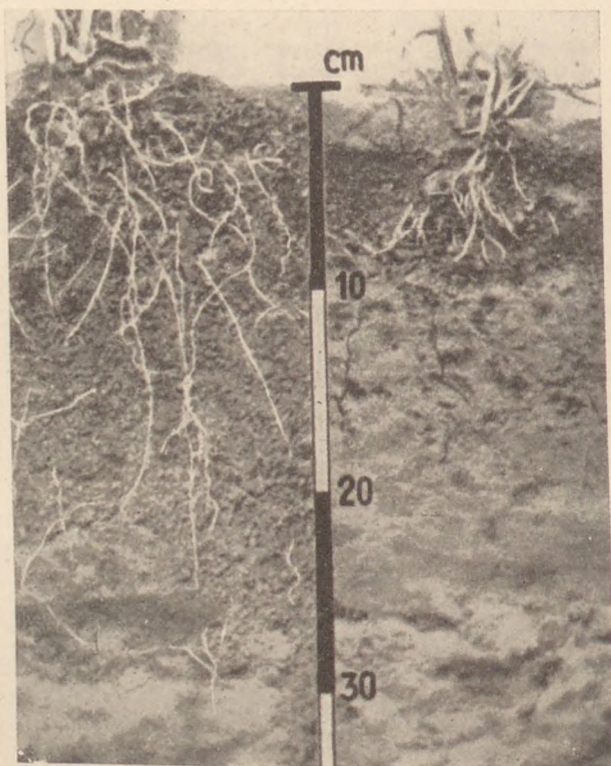
A talaj szerkezetességének jelentősége a talajerőre

A talaj tartós szerkezete — mint már említettem — megteremti a talaj ama pórusrendszerét, amely *mind a növényi gyökerek, mind pedig a hasznos mikroszervezetek és a giliszták legkedvezőbb fizikai életfeltételeit biztosítja.*

E feltételek jelenléte nélkül nem érvényesülhetnek a talajban levő növényi tápanyagok, sem a talajba juttatott szerves anyag, istállótrágya vagy műtrágya, mégpedig annál az egyszerű oknál fogva, mert a tápanyagokat feltáráó aerob mikroszervezetek nem képesek kifejteni hasznos tevékenységüket, a növényi gyökereknek kívánatos tovaerjedése, lehatolása és behálózó képessége pedig akadályozott. Ennek oka nem is annyira a talaj tömörsége, hanem levegőtlenessége (CO_2 -tartalma), és a felvehető tápanyagok hiányossága (biológiai aktivitás hiánya). A talaj szerkezetessége nélkül eszerint nincs lehetőség a talajerő fokozására.

Mindezekre beszédesen mutat rá az a módszer, amelynél a talajt ásópróbakkal vizsgáljuk. Mint gyakorlati mezőgazda, már régebben súlyt helyeztem arra — mielőtt még GÖRBING ún. ásódiagnózisát ismertem volna —, hogy a növényeknek nemcsak föld feletti részét, hanem gyökérzetét is megfigyeljem. Ebből igen sok érdekes kérdésre kaptam feleletet. *A gyökerek fejlődése, elhelyezése a talajszelvényben a legjobb jelzője a meglevő szelvény szerkezetnek* (7. ábra). Tudvalevő ugyanis, hogy a talaj szelvénye a szerkezetességet illetően különféle rétegeket mutat, amire még egyébként később tüzetesebben visszatérek. Szelvényeltömődést mutatnak pl. a köz-

ismert eketalp-betegségek vagy a természettől mostohább adottságú erdőtalajok, réti agyagtalajok stb., amelyekben már sokkal vastagabb szerkezet nélküli tömődöttségek jelentkeznek az egészen sekély felső szerkezetes réteg alatt. Az ilyen talajok szelvényvizsgálata rendkívül tanulságos képet tár elénk, amikor is azt tapasztaljuk, hogy a *legfelső szerkezetes rétegben* (8—12 cm) a gyökerek dúsan, gazdag elágazottságban fejlődnek, a tömő-



7. ábra. A gyökerek legjobb jelzői a meglevő szelvénytípusnak (GÖRBLING nyomán)

dött rétegbe azonban már minden átmenet nélkül kevés számú, vékony, fejletlen gyökér képes csak behatolni, sőt súlyosabb talajtömődöttség esetén egyes karógyökerű növények főgyökere a tömődött réteg felett mintegy elhajlik. A legalkalmasabb jelzőnövények a pillangósok, amelyek még az alig érzékelhető talajtömődéseket is szinte érzékeny műszerként jelzik, miután a nagyon is levegőigényes gyökérgümők csak addig a rétegig fejlődnek ki, amelyben a talaj szerkezetessége még megvan. Természetesen egyetlen ásóminta nem mutat rá híven pl. egy tábla állapotára, mert hisz a talaj szelvénytípusában bizonyos hullámzások is jelentkeznek, ezért a szelvényvizsgálatok mintáit sok helyről kell venni. A mintavételekből rendkívül hasznos támpontokat kapunk a követendő talajművelésre nézve, amire egyébként később még bővebben kitérek.

Ugyanez vonatkozik az istállótrágya és a műtrágya érvényesülésére is. Kézenfekvő, hogy egy jó szerkezetű talajban az istállótrágya lebontása, mineralizációja sokkal tökéletesebben folyik le, mint egy kevésbé jó szerkezetűben. A szerkezet nélküli talajban a már említett ásópróbák világosan megmutatják a 2—3 évvel előbb adott istállótrágya-csomók eltözegeződött nyomait. Az ilyen eltözegeződött szigetekcskék, amelyeket a redukációs folyamatok hoztak létre, szinte elvesztek mind a talaj, mind a növény számára. Hogy ennek milyen nagy a gyakorlati jelentősége, igazolja egyik keszthelyi kísérletünk (szelíd erdőtalaj), ahol egymás mellett, több ismétlésben beállított parcellán zab és füveshere után kívántuk tisztázni az istállótrágya termésfokozó hatását. Az utónövény szudáni cirokfű volt. Az eredmények k. h.-ra átszámítva a következők:

160 q/k. h. istállótrágya, zab után terméstöbblet	440 kg széna
160 q/k. h. istállótrágya, füveshere után terméstöbblet	1240 kg széna

Ez annyit jelent, hogy a *füveshere utáni talaj jobb szerkezetessége miatt mintegy háromszor nagyobb termést adott az istállótrágya hatására, mint zab után a kevésbé jó szerkezetű.* Azt is meg kell jegyeznem, hogy míg a füveshere-parcellában az istállótrágyának nyomát alig találtuk meg, addig a zabos parcellákban eltözegeződött csomók voltak láthatók.

Ugyancsak ebben a kísérleti csoportban kívántuk megtudni a foszfátok hatását is. Eszerint

200 kg szuperfoszfát/k. h., zab után terméstöbblet	60 kg széna
200 kg szuperfoszfát/k. h., füveshere után terméstöbblet	205 kg széna

Vagyis a *szuperfoszfát hatásfoka* több mint háromszor akkora volt a füveshere után, mint a zab után.

Ezek a kísérletek, amelyeket még többször és több talajtípuson is tisztázni szeretnénk, arra engednek következtetni, hogy *mind az istállótrágya, mind pedig a foszfát-trágyák hatásfoka szoros összefüggésben van a talaj szerkezetességével*, ami annyival kevésbé közömbös, miután mind a szerves trágyák, mind pedig a foszfát-műtrágyák terén készleteink nagyon is korlátozottak, sőt szűkösek.

Míg az istállótrágya hatásfoka egy kevésbé jó szerkezetű talajban a jövő számára annak hátrányos lebontása (redukációs folyamat) folytán szinte elveszett, addig a foszfátokat a talaj tartalékolja, és azok egy kedvezőbb szerkezetesség bekövetkeztekor biológiailag mozgósításra kerülnek. Ezek a kísérleti eredmények visszaidézték bennem majdnem négy évtizedes foszfát-műtrágyázási tapasztalataimat, amelyek arra a sejtésre engednek következtetni, hogy *a foszfát-kérdés szinte megoldatlan problémája a harmonikus tápanyagszolgáltatáson kívül még a talaj szerkezetében is rejlik.* Eme korrelációk felderítése inkább célhoz vezetne, mint a tömegesen megejtett foszfát-vegyvizsgálatok és a belőlük levont következtetések.

Bár tömeges vizsgálatok arra vonatkozóan még nem történtek, hogy a talajok szerkezetessége és a foszfátok értékesülése között milyen az összefüggés, azonban eddigi tapasztalataim alapján máris meg szeretném állapítani, hogy a foszfátok sok helyen tapasztalt hatástalanságának egyik jelentős tényezője a talaj szerkezetességének, tevékenységének, biológiai aktivi-

tásának hiányosságában rejlik. A vonatkozó vizsgálatok folyamatban vannak.

Az a véleményem, hogy a trágyázás terén sehol sincs olyan bizonytalanság, és sok helyen annyi ésszerűtlen eljárás, mint éppen a foszfatozásnál. Természetesen vannak ennek a kérdésnek még egyéb tényezői is, mint a harmonikus táplálás figyelembevétele, a foszfátok közvetlen hatása a nitrát-asszimilációra és a talaj szerkezetére, majd azok kedvező befolyása specifikusan a gyökerek fejlődésére — amelyek komplex módon hatnak a talaj szerkezetére és végeredményben aktivitására —, végül maga a talaj típusa. Mindezekre még a későbbiek során visszatérek.

A talaj szerkezetének kialakítása nélkül tehát a szerves és műtrágyák hatásfoka nem érvényesül gazdaságosan, úgyhogy az egész trágyagazdálkodás emeltyű-kérdése a talaj szerkezetességének hathatós és mennél folyamatosabb megteremtésében, fenntartásában rejlik.

A talaj szerkezetessége ismert, kedvező vízgazdálkodási viszonyai mellett nemcsak a talajba adott trágyák jobb érvényesítését teszi lehetővé, hanem az abban levő tartalékok mozgósítását is. Mindezek erős lökést adnak az intenzívebb szervesanyag-képzésnek (gyökérmaradványok többlete és takarmány + alomszalma = istállótrágya-többség), ami üzemen belül megindítja a termőerő fokozásának »begerjesztését«.

A szerkezetes talajnak nagy a jelentősége még abban is, hogy omlósságánál, morzsalékosságánál fogva a talajművelés energiaszükségletét lényegesen kíméli. Viszont a talaj szerkezetességét, érettségét elő tudjuk segíteni, illetve meg tudjuk teremteni magával a talajműveléssel is, feltéve, hogy az tényleg a biológiai előfeltételeket (víz, levegő, hő) igyekszik szolgáltatni, és természetesen, ha ugyanakkor rendelkezésre is áll a mikroszervezetek táplálását szolgáló szerves anyag.

Szelvénytípus és vízgazdálkodás

A talaj tökéletesebb vízgazdálkodásához nem elégséges az, hogy a talaj egy bizonyos rétegében szerkezetes legyen, hanem sorsdöntően fontos az is, hogy ez a szerkezetesség mennél mélyebben alakuljon ki, mégpedig egyrészt azért, hogy a talajra hulló csapadék mint tartalékvíz akadálytalanul beszivároghasson a mélyebb rétegekbe, másrészt pedig, hogy a talaj vízkapacitása minél nagyobb legyen. Mennél vastagabb ugyanis egy talaj szerkezetes rétege, annál nagyobb lesz vízkapacitása, és így a növény szárazság esetén annál tovább él benne. Rendesen a humuszréteg mint termőréteg vastagságát tekintik mértékadónak. Ez megfelel a tényeknek, de csak az esetben, ha a talaj szelvénytípusa mélyen lehatol, úgyhogy abba a víz akadály nélkül is beszivárog, és a gyökér is mélyre lehatol.

Egybehangzó tudományos megállapítások szerint ugyanis szárazságban a növények csak akkor fejlődnek jól, ha a gyökerek egy része — bár kis része — a szükséges vizért az alsóbb rétegekbe (átlag 1,5—2,5 m) le is hatolhat. Bár a kapilláris vízemelés is hoz fel némi vizet, de azt csak olyan kis mennyiségben, ami a növények vízellátására nem elégséges.

Mi történik egy oly állapotú talajban, amelynél az eketalp-rétegben, vagy ennél még vastagabban egy szerkezet nélküli, tömődött réteg áll elő?

Ilyenkor az a helyzet, hogy ez a záróréteg megakadályozza a tartalékvíz lezívargását, de annyi is jelent, hogy a talaj vízkapacitása a talaj sekély szerkezetrétegségének megfelelően sokkal kisebb lesz. Az ilyen *kedvezőtlen szelvénytípusú talajt majdnem olybá kell tekinteni, mintha a talaj termőrétege csak olyan sekély volna, mint maga a szerkezetes réteg*. A gyökerek zöme csak ebben a sekély rétegben helyezkedik el, csak igen kevés és sínylődő gyökér hatol be a tömődött rétegbe, mégpedig a levegőnek és felvehető tápanyagoknak már említett hiánya miatt. Az ilyen záróréteges talaj megakadályozza az altalaj feltöltését tartalékvízzel, és nagyon sokszor előfordul, különösen kötöttebb erdőtalajokon, hogy a csapadékbőség ellenére a záróréteg alatt száraz rétegeket találunk.

A záróréteges talajban tehát a növények gyökerei szűk élettérre szorulnak, soha nem érik el a gyökér optimális terjeszkedési mélységét. Az ilyen szűk térre szorult növény gyorsabban fogyasztja el az amúgy is kis vízkapacitású talaj szerényebb vízkészletét és tápanyagkészletét.

Mennél mélyebben szerkezetes a talaj, és mennél jobban ereszti le a tartalékvizet a mélyebb rétegekbe, annál inkább függetleníthetjük magunkat a bekövetkező szárazságtól. Tehát nem a föld kiterjedése a döntő, hanem annak gyökerekkel behálózott »élettere«.

A legjobb mezősi talajokon az ilyen túl vastag zárórétegek ritkábban fordulnak elő, mint Zala, Vas, Baranya, Abaúj és Zemplén erdőtalajain. Ennek az igen káros talajállapotnak megszüntetése, meggyógyítása megfelelő talajműveléssel és talajhasználattal, savanyú talajállapotban pedig meszeséssel lehetséges, amelynek részleteire később még visszatérek.

Ezeknek a veszedelmes zárórétegeknek a megszüntetése jelenti a szárazság elleni küzdelem legeredményesebb technikai tevékenységét, mert ezzel a talaj vízkapacitását és vele a gyökér élettérét fokozzuk, és egyben biztosítjuk a tartalékvíznek az altalajban való tárolását és felhasználását.

De ugyanúgy tudunk védekezni a záróréteg megszüntetésével a túlnedvesedés ellen is. Az ilyen beteg talaj kis vízkapacitása és vízátnemeresztő tulajdonsága miatt a másik végletbe esik.

A talaj vízgazdálkodásához tartozik még az ún. *talajharmat* képzése is. Mennél szerkezetesebb a talaj és mennél vastagabb a szerkezetes réteg, annál több talajharmat képződésére számíthatunk. A talajharmat ugyanis a talaj pórusaiban csapódik le az azokban levő páradús levegőből. A tartósan morzsás és páradús levegővel telt talaj tehát sokkal hatékonyabb harmatképző alkalmat nyújt, mint a szerkezet nélküli, tömött talaj. A harmatképzés hatékonysága ezek szerint főként a talaj pórustérfogatótól és a pórusok összfelületétől függ. Fontos természetesen a harmatképzés szempontjából még az is, hogy a nyári idényben viszonylag hűvösen tartjuk a feltalajt, amit szigetelő réteget jelentő porhanyó talajréteg kiképzésével (kapálás, tarlóhántás stb.) érhetünk el.

Azzal kapcsolatban, hogy a talajharmat sokszor milyen számottevő segítséget jelent aszályos nyarakon, utalok a jól végzett tarlóhántásokra, amelyek lehetővé teszik még ilyenkor is a talaj felnyirkosítását és beérését. A talaj szerkezetessége és szelvénytípusa hazai szélsőséges, száraz klimatikus viszonyaink között kimagasló jelentőségű, úgyhogy ezzel a kérdéssel különleges céltudatossággal kell minden magyar mezőgazdának foglalkoznia.

A talaj szerkezetének leromlása

Az ősállapotban levő, mészből nem szegény talajok a maguk sok évezredes megbolygatatlanságukban nagy mennyiségű és jó minőségű humuszt halmoztak fel, aminek következtében a talaj szerkezetessége szinte tökéletesen alakulhatott ki. Ilyenek a lösztalajokon kialakult mezősségek és a mészből nem szegény lomberdők. Előbbiek már csak elvétve találhatók, mert a mindinkább fejlődő népsűrűség a szükségletek parancsoló kielégítése miatt hazánkban e területeket szántóföldi kultúra alá vonta.

Hogy az ősállapotban levő mezősségi talaj és a már régebben szántóföldi kultúra alatt álló barázdás szomszédú mezősségi talaj szerkezetessége között milyen nagy a különbség, arra DVORACEK MIKLÓS megállapításai mutatnak rá (3. táblázat).

3. táblázat

*Ősállapotban levő mezősségi talaj és vele barázdás szomszédú szántó szerkezetének vizállósága
(DVORACEK nyomán)*

A mintavétel helye	1 mm-nél nagyobb vizálló morzsa %	
	Feltalaj	Altalaj
Mezőhegyes, ősállapotban levő mezősség	52,4	33,7
Mezőhegyes, szántó	1,1	8,0
Kisújszállás, ősmező (réti agyag)	23,3	18,1
Kisújszállás, szántó (réti agyag)	1,6	14,1
Szarvas, ősmező (savanyú öntés)	65,0	60,0
Szarvas, szántó	9,0	29,5
Kunhegyes, ősmező (mezősségi vályog)	26,8	15,6
Kunhegyes, szántó	3,1	5,8

Míg a feltalajban (5—20 cm) rendkívül nagy a különbség az ősállapotban levő talaj szerkezete és a szántó között, addig az altalajban (20—40 cm) ez a különbség lényegesen kisebb, jelölül annak, hogy a feltalaj évenként többszöri talajművelő szellőztetése erősebb lebontásokat okozott a humuszban. Veszélyes ez különösen ott, ahol a humusz mennyiségi és minőségi utánpótlásáról nem történt gondoskodás, mert ez maga után vonta a szerkezet erősebb mérvű leromlását.

Az ősállapotban levő talaj szerkezetességét művelés alatt álló kultúratalajban, amelyben túlsúlyban egyéves növényeket termesztünk, a maga tökéletes szerkezeti állapotába soha nem lehet visszaállítani, azt legfeljebb csak megjavíthatjuk. Egy ősállapotban levő talaj feltörése és művelésbe vonása tulajdonképpen a természet rendjébe brutális beavatkozást, és egyben erős szerkezetrontást is jelent. Ennek kultúrtechnikai oka a szel-

lőztető talajművelés folytán a humusz erősebb lebontása, oka továbbá a talaj adottságának megfelelő természetes flóra (pl. fűvek) helyett igen sokszor humuszfogyasztó és talajrontó növények beiktatása, végül pedig az a körülmény, hogy a termelt szerves anyag nagy részétől megfosztjuk a talajt, amikor a termést letakarítjuk, és annak csak egy része kerül az istállótrágyával újból vissza a talajba.'

Az őszállapotban levő talajok tehát természetből fogva is kitűnő szerkezetűek, amelyet azonban a kultúrába vett talajokon soha sem tudunk elérni, hanem csak céltudatos kultúrbeavatkozásokkal megközelíteni. Kivételek természetesen azok a savanyú vegyhatású őstalajok, amelyek a kultúra során meszezés alá kerülnek. Ekkor ugyanis kolloidkémiai viszonyaik gyökeres megváltozása következtében szerkezetileg javulást mutatnak fel.

Általában azonban minden szántóföldi kultúra alatt álló talaj hajlamos kisebb-nagyobb mértékben a szerkezet további leromlására, de ezt a folyamatot céltudatos talajhasználat, trágyázással és talajműveléssel részben megakadályozhatjuk, sőt erősen meg is javíthatjuk. Mindezekre a további fejezetekben térek ki tüzetesebben.

A talaj szerkezeti leromlásának oka az esetek legnagyobb részében a sok és jó minőségű szerves anyag, a baktérium-tápanyag hiánya, illetve a folyamatosság hézagossága. Ez a tápanyag a szerves trágyázásban, főként pedig a növények gyökérzetében, azok elhalt maradványaiban jut kifejezésre, mert a gyökerek sokkal homogénebben és sűrűbben hálózák be a talajt, mint akár a legegyszerűsebben elteregtetett istállótrágya.

További oka a szerkezetesség leromlásának a *biológiai életfeltételek hiányossága*. Ilyen hiányosságok a túlságosan nagy szárazság, továbbá a levegő hiánya a talajban pangó víz miatt, amikor is redukációs folyamatok következnek be, majd a túlságosan erősen hullámzó hőmérsékleti ingadozások.

A talaj legfelsőbb rétegében szerkezetrombolást okozhatnak még a csapó esők, amelyek a leromlásra hajló talaj legfelső rétegén cserepese-dést idéznek elő, ami nem egyéb eme réteg szerkezetnélküliségénél.

A nagyobb esőzések általában lemossák a talajban levő, szerkezet nélküli (küli finom iszapot az alsóbb rétegekbe, amely megakad ott, ahol a víz lefelé hatolása a talaj tömörsége miatt meglassúbbodik. Ezt a tömődöttséget legtöbbször vagy az eke talpa idézi elő, vagy a talaj bizonyos mélységében jelentkező tömöttebb réteg.

Az *eketalp-betegség* különösen a kellenél nedvesebb talajállapotban végzett szántásnál következik be, mert ilyenkor a barázdafenék szinte számára kenődik. Mennél sekélyebb az eketalp-réteg, az eketalp-betegség hatása annál károsabb, de annál könnyebben szüntethető is meg. Az így kialakuló eketalpréteg vastagsága a talaj, a klíma és a mezőgazda kultúrbeavatkozásának függvényében néhány milliméter és sok centiméter között ingadozik. A talaj rétegeiben bekövetkező szerkezetromlás tehát kisebb mértékben a talaj felületén, de inkább a feltalaj alsóbb rétegeiben tapasztalható. Míg a legfelső réteg leromlásának főképp biológiai okai vannak, minthogy a kiszáradás, a nagy hőingadozások és a szerves anyag gyors lebontásának hatására keletkezett nem vízálló morzsákat a csapó eső telje-

sen tönkreteszi, addig az eketalpnál kifejlődött tömődöttség közvetlen előidézője az esőzés, illetve az iszapos víz lerakódása bizonyos rétegben.

Komoly szerkezetrombolás következik be akkor is, amikor az erősen *kiszáradt talaj hirtelen nagy esőt kap*. Amint már említettem, ilyenkor a víz, behatolva a morzsákba, a bennük levő levegőt robbanásszerűen kiszorítja, és különösen akkor, amikor a morzsák biológiai felépítettsége vesztett tartósságából, a morzsák kisebb morzsákra vagy morzsaelemekre esnek szét.

Ugyancsak szerkezetrombolás következik be egy *hirtelen szárazság hatására is* (nyári szárító szelek), amikor is a morzsákból eltávozó víz levegőt szív be maga után, és ugyancsak robbanásszerű romlás áll elő. Az ilyen robbanásszerű folyamatok során keletkező morzsaleválások eltorlaszolják a pórusokat, és így következik be fokozatosan a talaj szerkezetromlása, a talaj tömődöttsége, de mindez csak a kevésbé tartós szerkezetű talajban. Ezzel szemben a biológiailag felépített morzsák erősen ellenállnak a már vázolt mikroeróziós folyamatoknak, legalábbis addig, amíg azt a szerves anyag, a baktérium-tápanyag folytonossága biztosítja.

A mikroeróziós jelenségekből azt a gyakorlati tanulságot vonhatjuk le, hogy megfelelő talajművelési eljárásokkal (hengerezés és porhanyó réteg kialakítása) igyekezzünk a talaj erősebb és gyorsabb kiszáradását megakadályozni abból a célból, hogy a hirtelen bekövetkező nagyobb esőzés nyomán kisebb legyen a mikroeróziós rombolás. Különös jelentősége van ennek szélsőséges, kontinentális klímák alatt.

A talajszerkezet leromlik még az ember, az állatok és a gépek tiprásának hatására is. Mennél nedvesebb, humuszban szegényebb és kötöttebb a talaj, és mennél kevésbé tartós annak szerkezete, annál nagyobb abban ilyenkor a rombolás. Igen rombolóan hat még a talaj szerkezetére, ha azt a kelletténél nedvesebb állapotában szántjuk, általában műveljük. Mennél kötöttebb a talaj, annál szűkebb határok között ingadozik az a megfelelő nedvességtartalom, amellyel még ártalom nélkül művelhető (perctalajok).

ÖSSZEFOGLALÁS

1. A tartós talajszerkezet kialakulásában két tényező játszik közre, úm. a kolloidkémiai és a biológiai. Az előbbi teremti meg a morzsaelemek szilárdságát, és a tartós humuszképzés (istállótrágya, komposzt, évelő takarmányok) útján befolyásolható előnyösen. Ez a tényezőcsoport azonban főként a talaj típusában rejlik, és egyben magán viseli a tartós morzsaképzés hajlamának bélyegét. Alapvető szerepe van itt a mésznek és a foszfátnak mint koaguláló tényezőnek. A biológiai tényezők, nevezetesen a mikroszervezetek életfeltételeinek jelenléte teszi lehetővé azt, hogy a morzsaelemek tartós morzsákká épüljenek fel, mégpedig a mikroszervezetek élettani tevékenysége révén (nyálkák, micéliumok, autolízises termékek stb. építőkövei).

2. A tartós morzsaképzés legjobban befolyásolható és egyben sorsdöntő tényezője a gyökérhumusz mint baktérium-tápanyag felhalmozása és folyamatos biztosítása. Mennél inkább biztosított, hogy a táphumuszt bőségesen és hosszú időtartamon át megkapja a talaj, annál tökéletesebben alakulnak ki a tartós morzsák.

3. A talaj tartós szerkezetének tüneti megnyilvánulása a *talaj érettségében jut kifejezésre*. A talajerő kialakításának a talajérettség állapota a legfontosabb előfeltétele és tényezője.

4. A *legtökéletesebb tartós szerkezet az őszállapotban levő talajokban* (mezőségek és lomberdők) található meg, feltéve, ha mészből nem szegények. A szántóföldi kultúrbeavatkozás ezt a tökéletes állapotot erősen lerontja ugyan, de szerkezetük céltudatos biotechnikai eljárásokkal még megfelelő színvonalon tartható. Az ilyen kultúrtalajokat még egészséges talajoknak minősítjük.

5. A talajszerkezet leromlása után a talajt *betegnek* tartjuk, amikor is a talajban kisebb-nagyobb mértékben szerkezet nélküli, tömődött rétegek keletkeznek. Éppen ezért a talaj egészségi állapotának elbírálásában nélkülözhetetlen eszköz a *talaj szelvényének* ásóval történő vizsgálata; ezzel megállapítható annak ún. *szelvénytípusa*.

6. A beteg talaj szelvényében jelentkező *tömődött rétegek* (eketalpréteg és egyéb vastagabb, tömört rétegek) komoly zavarokat és akadályokat jelentenek a *gyökerek fejlődésében, a tápanyag- és vízgazdálkodásban*. Különösen gyakoriak ezek a talajbetegségek a savanyú vegyhatású talajtípusokban.

7. A szerkezetes, egészséges talajok *szerves- és műtrágyaértékesítő képessége* lényegesen nagyobb, mint a beteg, biológiailag inaktív talajoké. A foszfátkérdés szinte megoldatlan problémájának összefüggéseit részben a talaj szerkezetének alakulásában véljük keresni.

8. A *talaj szerkezetének leromlása* akkor következik be, amikor annak kolloidkémiai, de főként biológiai komponenseiből egy vagy több láncszem hiányozni kezd. A legalapvetőbb tényező a mész és a gyökérhumusz.

9. Kevésbé tartós szerkezetű, tehát kis ellenállású talajok leromlását elősegíti még a *talaj hirtelen kiszáradása* és az ilyen kiszáradt talajok *hirtelen átnedvesedése* is (nagy esők). Ugyancsak talajrontó hatása van a talajfelület tiprásának ember, állat és gépek által túl nedves és kötött talajokon. Ugyanilyen leromlással jár a túl nedves és túlszáraz állapotban történő talajművelés is.

10. A *talaj tartós szerkezetének kialakítása, ápolása minden ízében biológiai folyamatok irányításából áll*. Csak az képes erre, aki tisztában van talajának, talaja adottságainak jelenlegi állapotával és azzal, hogy az egyes kultúrbeavatkozások hatására milyen biológiai folyamatok és reakciók következhetnek be, illetve hogy a talajérettséget milyen biotechnikai eljárásokkal érheti el a legkisebb áldozattal. Ezekkel a gyakorlati kérdésekkel részletesen a következő fejezetben foglalkozom.

II. A TALAJERŐGAZDÁLKODÁS BIOTECHNIKAI TÉNYEZŐI

Ha a mezőgazda pusztán termesztési tevékenységet fejt ki, és a termesztés mellett nem foglalkozik céltudatosan a talajerő kellő ápolásával, fenntartásával, illetve fokozásával, hosszabb-rövidebb idő elteltével leromlik a talajerő, és ennek nyomán a termesztés technikájában rejlő energiák (talajművelés, trágyázás, stb.) határfoka mindinkább hanyatló irányzatúvá válik.

Míg a termesztés az agrotechnika megfelelő alkalmazása során pillanatnyi eredményekben, a termésekben jelentkezik, addig a céltudatos talajerőfokozás, illetve -gazdálkodás inkább távlati célokban, a termesztés jövő fokozásában és biztosításában jut kifejezésre. Mennél kedvezőtlenebb talajtípussal, illetve szegényebb talajerejű talajállapottal állunk szemben, annál nagyobb szerepet kell juttatnunk a talajerőfokozás céltudatos és rendszeres alkalmazásának.

Bár a két tevékenység — a termesztés és a talajerőgazdálkodás — az esetek legnagyobb részében alig választható el egymástól, sőt igen sokszor egybefonódik, mégis módjában áll a mezőgazdának akár átmenetileg, akár pedig kialakult szervezési formában is hol a termesztésre, hol pedig a talajerőfokozásra helyezni a súlyt.

Tévedés volna azt hinni, hogy a talajerőfokozás egyedüli forrása az istállótrágyázás. Legalább oly hathatós, sőt sokszor súlyosabb tényezőt jelent ebben a talajhasználat, vagyis a növénytermesztés megszervezése. Mindezekre később térek ki bővebben.

Egyelőre erről a kérdésről csak annyit, hogy mennél céltudatosabban terjesztjük ki a talajjavító, illetve a humuszgyarapító növényeket a humuszfogyasztó és talajrontó növények rovására, annál gyorsabban és erősebben növekszik a talajerő. A két irányzat, nevezetesen a jövedelmezőséget célzó árutermelés szorgalmazása és a talajerőt fokozó növények kiterjesztése a talaj típusától és kultúrállapotától függően hol ellentétes érdekű, hol pedig összeegyeztethető. Mindez a talaj- és üzemszervezéstől függ, s az esetek legnagyobb részében ezek egymás mellett kompromisszumos módon oldhatók meg. De ha azt akarjuk, hogy talajunk ne romoljék le, kellő rendszerességgel és céltudatossággal mindig szem előtt kell tartanunk a talajerő dinamikus állapotát és annak ápolását.

A talajerőgazdálkodás nem egyéb szervesanyag-gazdálkodásnál. Mennél jobb minőségű szerves anyagot halmozunk fel a talajban, és azokat a hasznos lebontások, illetve felépítések során mennél termelékenyebben hasznosítjuk a növények számára, annál inkább fokozódik a talajerő.

A talajerőgazdálkodás egyensúlyának az a lényege, hogy milyen arányban áll a talajban a szerves anyag mennyiségi és minőségi felhalmozása annak lebontásával. Ha évről évre több és jobb szerves anyag jut a talajba, mint amennyi abból lebontásra kerül, akkor a szervesanyag-gazdálkodás, illetve talajerőgazdálkodás terén haladó irányban vagyunk. Természetesen ez a *humusz-mérleg* módszertani nehézségek miatt évről évre nem állapítható meg, legfeljebb több évtizedes ún. tartamkísérletek tükrében mutathatók ki a kisebb eltolódások (Halle, Rothemstad). De megnehezítik a humusz-mérleg megállapítását a különböző humusz-frakciók (táp- és tartós humusz) arányváltozásai is. Ezek a belső minőségi változások szorosan összefüggenek a talajhasználattal (élelő és egynyári növények aránya), az istállótrágyázás mérvével (tartós humusz), a talajművelési rendszerrel, sőt a talaj típusával is.

A humusz-mérleg mikénti állásának jellegzetes fokmérője a talaj tartós szerkezetének állapota, annak dinamikája, amely legtöbbször rámutat a humusz-mérleg haladó vagy hanyatló voltára.

Mindezek az egymásba fonódó tényezők a legszorosabb összefüggésben és kölcsönhatásban állanak egymással, valamint mozgó erejükkel, a talaj biológiájával. Ezért nevezzük a talajerőgazdálkodás kultúrtechnikai tényezőit:

*a talajhasználatot,
a trágyázást és
a talajművelést*

biotechnikai tényezőknek. Bár minden egyes tényező szoros kölcsönhatásban áll a másik kettővel, mégis mindegyiket önmagában, de kellő összefüggésében tárgyalom, hogy a tényezők egyenkénti megismerése után érthetővé váljék egymásra hatásuk, komplex alkalmazásuk és üzemgazdasági szintézisük.

A) A TALAJ HASZNÁLATA

A talaj használatán egy üzemben belül a növénytermesztésnek azt a rendszerét értjük, amelyre jellemző az egyes növények, illetve növényi csoportok aránya egymáshoz és elrendezésük a vetésforgóban. Ez jelenti az egész üzemszervezés és egyben a talajerőgazdálkodás alapját.

A talajhasználat végeredményben kultúrbeavatkozás eredménye, elterően az őállapotban levő talaj növényzetétől, amely az anyakőzet és a klíma hatására alakult ki. Ilyen körülmények között a maga természetes szelekciója során azokat a növényeket és azokat az asszociációkat hozta létre a természet, amelyek a mindenkorai ökológiai adottságok között ott a legjobban díszlettek, és így a legtöbb és legjobb humuszt alakították ki.

Ezzel szemben az ember, amikor szükségleteinek kielégítésére a legkülönbözőbb növények termesztését tűzte ki célul, kénytelen volt erősen megzavarni a természet eddigi rendjét, mert olyan növények termesztését is beiktatta szükségleteinek kielégítésére, amelyek nem szolgálták a talaj termőerejét. Az emberi beavatkozás következtében beálló változások széles skálája szokott jelentkezni attól függően, hogy a me-

zőgazda pusztán az árutermelés nézőpontjából szervezi-e meg növénytermesztési rendszerét, vagy pedig céltudatosan arra is gondot fordít, hogy éppen a távlati természet biztosítása érdekében egyben talajának termőerejét is fenntartsa, fejlessze.

A növényeknek tehát egyszerre kétféle hivatást kell a mezőgazdaságban teljesíteniük: ellátni az embert élelemmel, ruházattal és egyéb szükségleti termékekkel, de ugyanakkor a talajerőt is fenn kell tartaniuk, fokozniuk, tehát a folyton lebomló, illetve fogyó szerves anyagot saját testiükkel visszapótolniuk. A szerves anyag visszapótlásának ugyanis egyedüli forrása asszimiláló képességével maga a növény, amely egyrészt gyökér- és talómaradványaival, másrészt pedig a föld feletti részekből visszamaradt termékek (istálló-, zöldtrágya, komposzt stb.) újabb talajbajuttatásával a talajt szerves anyaggal gazdagítja.

A talajban visszamaradó, valamint az abba visszaáramló szerves anyag mennyiségétől és főként minőségétől függ egy mezőgazdasági üzem keretén belül a talaj termőerejének alakulása. A talaj szerves anyagának, illetve humuszának minőségét lényegesen befolyásolja annak viszonylagos N-tartalma (C/N-arány), továbbá a táp- és tartós humusz aránya, és természetesen alapvetően az, hogy ez a humusz milyen talajélettérben (lúgos vagy savanyú vegyhatású talaj, szerkezetes vagy szerkezet nélküli talaj, mechanikai összetétel, klíma, talajművelési rendszer stb.) alakult ki.

Bár a talajerő kialakulásának már említett biotechnikai tényezői közül a talajhasználat, illetve a növény a legdöntőbb és legmélyebben gyökerező bázis, mégis — különösen a gyakorlati életben — a legelhanyagoltabb ágazat is oly értelemben, hogy a növénytermesztési rendszerben igen sokszor háttérbe szorul a talajjavító növények fontosságának felismerése és mérlegelése.

A növény gyökérzetének hatása a talajra annak szervesanyag-ellátásában, majd azon át a talaj szerkezetének kialakításában és a gyökérmáradványok mineralizációja útján az utónövény tápanyagellátásában jut kifejezésre, de többé-kevésbé a tartósabb humusz-ellátásban is.

A föld feletti részek viszont egyrészt közvetlen hatásukban, nevezetesen beárnyékoló vagy kevésbé beárnyékoló voltukban, másrészt pedig ama közvetett hatásukban jelentkeznek, hogy viszonylag mennyi és milyen minőségű szerves anyagot juttatnak az üzemben belüli szervesanyag-körfolyamatnak, ami kőként az istállótrágyában, majd másodsorban a komposztban és zöldtrágyában jut kifejezésre.

Míg a gyökér- és talómaradványok, továbbá a zöldtrágya teljes mértékben belekerülnek az üzem szervesanyag-körfolyamatába, mégpedig helyileg ugyanoda, ahol megtermettek, addig a föld feletti termékek sorsa mostohább a szervesanyag-forgalomban. Ezeknek ugyanis jelentékeny hányada vész el az üzem számára egyrészt azért, mert a növényi termékek az üzemből kikerülnek (árutermelés), másrészt pedig, mert a visszamaradó termékek veszteséget szenvednek a feltakarmányozás (kb. 50 %) és az istállótrágya erjedése (kb. 35 %) során. Igaz viszont, hogy az így nyert szerves anyag, nevezetesen az istállótrágya, nemesített formában kerül vissza a talajba (szűkebb C/N arány, tartósabb humusz-frakciók, egyéb serkentő anyagok stb.).

Ha így szemléljük a szerves anyag veszteséges és veszteségmentes folyamatait az üzemben belül, máris világossá válik, hogy a *gyökérmарadványok jelentősége kimagasló*, de abból a szempontból is, hogy *morfológiai alkatuknál fogva homogén módon hálózák be a talajt, és ezáltal tökéletesebb eloszlásban nyújtanak táplálékot a mikroszervezeteknek*. Fokozza ezt a gyökerek legfinomabb elágazásainak, a hajszálgyökereknek és a gyökérszőröknek a tenyészidő alatti folytonos Ojrafejlődése és elpusztulása, ami folyamatos táplálékot nyújt a mikroorganizmusoknak. *Mind-ezek a folyamatok teszi lehetővé a talajszerkezet biológiai felépítését.*

Az *istállótrágya* is elősegíti a talajszerkezet kialakítását, de nem oly mértékben, mint a gazdag elágazású gyökerek, mert hiszen még a leg-egyenletesebb elteretetéssel és a leggondosabb alászántással sem lehet a homogén elosztást úgy biztosítani, mint a gyökerekkel. További előnye még a gyökérzetnek mint szervesanyag-forrásnak az istállótrágyával szemben az, hogy szálai lehatolnak a talaj alsóbb rétegeibe is, aminek fontos szerepe van a vízgazdálkodás és légcseré szempontjából, továbbá az alsóbb rétegek biológiai felporhanyításában is. Egyébként is az altalaj humuszellátásának egyedüli forrásai a mélyre hatoló gyökérmарadványok. Szabadföldi gyökérvizsgálataim során azonban meg tudtam állapítani azt is, hogy abban az esetben, *ha az istállótrágyát gazdag gyökérzetű (humuszgyárapító) növények alá adtuk, ott annak a talajszerkezet kialakításában kimagasló közvetett hatása is jelentkezett, mert a feltalajt sűrűn behálózó gyökérzet mindenütt rábukkant az istállótrágya-csomókra, amelyek serkentően hatottak az egész gyökérzet fokozottabb kifejlődésére.*

A talajerő dinamikája az egyes növények elővetemény-hatására és az azt befolyásoló agrotechnikára alakul ki. Mielőtt azonban erre rátérnénk, a növényt ebből a szempontból elemeiben kell vizsgálnunk, és így elsősorban gyökérzetével kell foglalkoznunk.

1. A NÖVÉNY HATÁSA A TALAJRA

A gyökérzet szerepe

A növényzet gyökereinek legalább olyan a befolyása a talajerőre, mint az istállótrágyának. *Mennél kisebb az állatsűrűség egy mezőgazdasági üzemben, annál nagyobb a gyökérmарadványok szerepe a talajerő kialakításában, és ilyenkor annál céltudatosabban kell azokkal, mint a szervesanyag-felhalmozás tényezőivel számolnunk és gazdálkodnunk.*

A növényzet gyökérzetének hatásával és értékével nem foglalkoztunk eddig olyan behatóan, vagy legalábbis nem olyan mértékben, mint ahogyan azt ez a kérdés megérdemelné. Valószínűen azért, mert ezek előteremtése különösebb céltudatosságot nem igényel, ezek önmaguktól teremnek a célkitűzést jelentő föld feletti termékekkel együtt, eltérően az istállótrágyától, amelyet elég nagy áldozat árán kell előállítanunk, a helyszínre kiszállítanunk és a talajba bedolgoznunk.

Hogy a növényi gyökereknek milyen a hatása az utónövényekre, azt egyszerű kísérlettel igyekeztem tisztázni. A kiszántott füveshere gyökérzetét ugyanis egy parcellán eltávolítottuk abból a célból, hogy a gyöke-

rek hatását az utónövény termésére megállapíthassuk. Az utónövény kender volt. Az eredmény viszonyszámokban:

a gyökerétől megfosztott füveshere	100,
a gyökeres	134.

Megjegyzendő azonban, hogy ez a 34 %-os terméstöbblet még közel sem tükrözi vissza a jó minőségű gyökérzet kedvező hatását, mert egyrészt a kétéves füveshere időközben már amúgy is leválasztott egy bizonyos mennyiségű elhalt gyökeret, amely időközben lebomlott, másrészt pedig a feltalajból (20 cm) kiszedett durva gyökerek után még mindig maradt vissza elég nagy mennyiségű finom gyökér. De ezenkívül a talaj alsóbb rétegeiből sem kerültek kiszedésre a gyökerek. Ha a kiszedésre nem került, és a talajban visszamaradt gyökerek kedvező hatása nem érvényesül, úgy az észlelt 34 %-os terméstöbblet-különbség nyilván ennél még nagyobb lett volna.

A növényi gyökereknek már az őszállapotban levő talajok kialakulásában is kimagasló szerepük volt, amikor az anyakőzet fokozatosan átalakult termőtalajjává. De épp olyan fontos, sőt talán sokszor még fontosabb a gyökerek szerepe a kultúrtalaj termőerejének ápolásában különösen akkor, ha növénytermesztésünk megszervezésekor ezzel a döntő tényezővel mint szervesanyag-forrással is céltudatosabban számolunk.

Amint a későbbiekben majd kifejtem, a növények gyökerei főként az utónövény fejlődésére gyakorolnak döntő hatást, amit elővetemény-hatásnak nevezünk. De van távlati hatásuk is, mégpedig a tartóshumuszképzésben. Hogy a különféle növényeknek ezzel a gyökérhatásával közelebbről megismerkedjünk, a növények gyökereit behálózó képességükben, összetételükben, egyszóval mennyiségi és minőségi vonatkozásaikban kell megvizsgálnunk. De rá kell mutatnom mindazokra a tényezőkre is, amelyek a gyökér mennyiségi és minőségi kialakulására hatást gyakorolnak. Mindezek ismeretének gyakorlati jelentősége abban rejlik, hogy a gyakorló mezőgazda tisztába jöjjön azzal, vajon milyen agrotechnikai és szervezési tevékenységet fejtsen ki a gyökérfejlődés és ezzel a szervesanyag-fokozás kedvező alakulására.

A gyökérzet hatása a talajerőre

Gyakorlatilag, amint már említettem, a növényzet gyökereinek jelentősége főként *elővetemény-hatásukban* jut kifejezésre. Ez az elővetemény-hatás végeredményben komplex-tényezőkből adódik, amelyek két legfontosabbika a gyökérzet *talajszerkezetet kialakító hatása és tápanyag-hatása.*

A talajszerkezet kialakítása a gyökérzet szinte tökéletesen homogén behálózó képességéből, illetve az elhalása során beálló biológiai felépítés következményéből adódik. Nincs az a szerves anyag, amely oly tökéletes eloszlásban helyezkedne el a talajban, mint a gyökérzet, aminek a mikroflóra és mikrofauna táplálásában igen nagy a jelentősége. Itt dombozik ki a gyökérzet hatásának fölénye a talajba vitt szerves trágya felett.

A tápanyaghatás viszont az elpusztult gyökerek mineralizációjában mutatkozik. Az elhalt gyökerek lebontása során felszabaduló növényi tápanyagok nagymértékben az utónövény táplálására szolgálnak, mégpedig azért, mert biológiailag feltáródó növényi tápanyagok inkább mentesülnek a talaj szorbciós hatásai alól. Az utónövény gyökerei ugyanis főként az elővetemény elhalt gyökérzetének környezetében igyekeznek elhelyezkedni, tehát ott, ahol a talaj szerkezete a legjobban kialakult, és ahol a mineralizáció során a gyökér a legtöbb tápanyagot leli. Nagy előnyt jelent növénytáplálkozási szempontból még az is, hogy a feltáródó tápanyagok folyamatosan és úgyszólván csak olyan mértékben alakulnak át, ahogy arra a növénynek szüksége van. Amikor a talaj kedvező hő- és nedvességi, sőt levegőviszonyainak összhatására a mikroszervezetek aktív tevékenysége során a mineralizáció lendületbe jön, vele párhuzamosan indul meg a növényi gyökérzet, illetve a növénytáplálás igénye is, úgyhogy a növényzet a tápanyagokat sohasem lökészerűen, hanem szükségleteinek megfelelően, folyamatosan veheti igénybe. Ha pedig olyan kedvezőtlen biológiai feltételek állnak elő (hideg, szárazság, a talaj levegőtlensége stb.), amelyek a növény fejlődését átmenetileg megakadályozzák, akkor a gyökerekben, tehát szerves kötésben lévő tápelemek sem bontódnak le, hanem mintegy tartalékolva mentődnek át a kedvezőbb viszonyokra, amikor is a mineralizáció folyamata újból megindul.

Van ezeken kívül a növényi gyökereknek egyéb hatása is. Különösen a mélyebben lehatoló gyökerek végeznek úttörő munkát a kevésbé agresszív gyökerű utónövények számára. Ez utóbbiak az így keletkező mintegy függőleges alagszövek nyomán mélyebbre lehatolhatnak, úgyhogy egy bekövetkező szárazság után is képesek annak tovább ellenállni. Ilyen úttörő növények például a lucerna, de különösen a somkóró, amely agresszív jellegű gyökérzetével a kötöttebb talajok mélyebb rétegeibe is utat tör magának. Az ilyen mélyre lehatoló gyökerek nemcsak a kedvezőbb vízgazdálkodási viszonyokat biztosítják, hanem az altalaj szellőzését is, és egyben a mélyebb rétegekben nemcsak a mikroszervezetek, hanem a giliszták benépesítésével is megteremtik a talaj életét. Mindez különös fontosságú kötöttebb talajviszonyok esetén.

Bizonyos körülmények között fontos szerep jut a gyökereknek a *tárhumusz-képzésben* is. Vonatkozik ez elsősorban a nitrogénben gazdagabb gyökerű és kevésbé aerob viszonyok között lebomló gyökerekre (rétek, legelők, füvesherék, herefélék). Az ilyen élő növények évekig nem részesülnek szellőztető talajművelésben, és az időközben leváló, elhalt gyökérmaradványok korlátolt aerob viszonyok között tartósabb humuszfrakciókat képeznek. Természetesen fontos szerep jut itt még a gilisztáknak is, amelyek a talaj megbolygatatlansága következtében jobban elszaporodnak, és ennél fogva intenzívebb tartós humuszképző tevékenységet fejtenek ki.

Általában a gyökérzet kérdéskomplexumának tanulmányozása során WAEWER, KÖNEKAMP, GRIGORIJ, KREYBIG, KÖHNLEIN-VETTER, majd saját vizsgálataim, legutóbb pedig KOLTAY ÁRPÁD munkatársammal együttesen végzett vizsgálatok alapján alakítottam ki azokat a megállapításokat, amelyeket különösen a talajerő tekintetében tartottam fontosnak. Mindezeket a következő fejezetben részletezem.

A gyökér behálózó képessége

Amint már említettem, a gyökerek homogén behálózó képessége az a tényező, amely leginkább hat a talaj szerkezetének kialakítására. A gyökerek sűrű elágazása hajszálgyökereikkel és gyökérszőreikkel egyetemben úgyszólván behálózza a talajt, főként pedig a talaj felső rétegének minden zegét-zugát. A gyökerek behálózó képessége függ természetesen a növény fajától, illetve gyökerének morfológiájától, és a talaj típusától, rétegzettségétől, sőt a trágyázástól és a talajművelési rendszertől is. Mennél töké-



8. ábra. Az őszi repce gyökerének tökéletes behálózó képessége
(Eredeti, foto: MANNINGER, Martonvásár)

letesebben hálózza be a gyökér a talajt, annál jobban alakítja ki a talaj szerkezetét. Vizsgálataink szerint a művelési növények közül a legtökéletesebb behálózást az őszi repce (8. ábra) és általában a fűvek, a pillangósok közül a bükkönyfélék és a szegletes lednek, a legdurvább és egyben kisebb mérvű behálózottságot pedig a cirokfélék (kivéve a szudáni cirokfűvet), a pillangósok közül pedig a szója mutatták.

A tenyészidő alatt folyton fejlődő, majd funkciójukat befejező és elhaló gyökérrészek már a tenyészidő alatt is állandó táplálékot nyújtanak a mikroszervezeteknek, és olyan növényfajok után, ahol ez a gyökérhalálozási folyamat erősebb mértékben jelentkezik, már a tenyészidő alatt is érezhetővé válik a talajszerkezet kialakulásának javulása (biológiai felépítés).

Az újrafajlódás és pusztulás aránya szabja meg mindig a pillanatnyi gyökérmennyiséget. Ha az előbbi dominál, úgy növekvő irányt mutat a gyökér mennyisége. Ez a növekvő irányzat jelentkezik az egyszikűeknél egészen a virágzásig, ennek befejeztével egészen a mag éréséig hirtelen hanyatló irányt vesz fel a gyökér mennyisége. A kétszikűeknél ez az élő gyökérmennyiségi dinamika nem mindig olyan jellegzetes, mint az egyszikűeknél (pázsitfűféléknél). Hogy a tenyészidő alatt bekövetkező gyökérfejlődési és pusztulási folyamat pontosan mily mértékben következik be, ezt sajnos módszertani nehézségek miatt ma még nem sikerült elszigetelve megállapítani. Egyelőre csak a különböző fenofázisban állapították meg a gyökér szervesanyag-mennyiségét, amely pl. a rozsra hektáronként így alakul (KÖNEKAMP):

a bokrosodás végén	15,60 q
szárbainduláskor	20,90 q
magéréskor	15,50 q

A vonatkozó beható tudományos vizsgálatok szerint (KÖNEKAMP, VETTER, WAEWER) a gyökerek zöme (mintegy 83—95%-a) a feltalajban, a felső 20 cm-es rétegben található, vagyis ott, ahol főként a levegő és nedvesség együttesen van jelen, illetve ott, ahol a mikroszervezetek és gyökerek leginkább megtalálják életfeltételeiket. Mennél lazább a talaj és mennél szárazabb az éghajlat, a gyökerek annál inkább valamivel mélyebben helyezkednek el. Kötöttebb talajviszonyok között inkább a felsőbb rétegekben összpontosulnak, és öntözött talajon természetesen ugyancsak a talaj felsőbb rétegében igyekeznek elhelyezkedni. Éppen emiatt veszedelmes lehet olyan rendszertelen öntözés, ahol a tenyészidő első szakaszában öntözünk, és így a gyökereket a felszínre csaljuk. Ha az így kialakult helyzetben a tenyészidő második részében elhagyjuk az öntözést, a növények fokozottabban sinylik meg az esetleg bekövetkező szárazságot.

Annak a körülménynek, hogy a növényi gyökerek átlag 83—95%-a a feltalajban helyezkedik el, nagy jelentősége van a szerkezet kialakításában, de figyelembe kell vennünk ezt a körülményt a talajművelésben és a trágyázásban is. Erre egyébként később még visszatérek.

A mennyiségileg kisebb rendű, de a mélyebb rétegekbe hatoló gyökereknek is fontos a szerepük (vízvezetés, gázcsere, alsóbb rétegek humuszellátása stb.), és lehatolásuk függ nemcsak a növényfajtól, hanem a talaj rétegzettségétől is.

Az eddigi vizsgálatok szerint az egyéves növények gyökerei 1—3 m közötti mélységig hatolnak le, feltéve, hogy ezt a talaj beteg rétegzettségé (szik, kőpad, altalaj-savanyúság, kavics, glej, talajvíz, tápanyaghiány) meg nem gátolja. Akadályozója a gyökerek mélyebb rétegekbe való törekvésének még az eketalprétben jelentkező szerkezetnélküliség is. A vonatkozó tudományos vizsgálatok szerint ily esetben nem a talaj kötöttségében

rejlő fizikai ellenállás akadályozza a gyökerek tovaterjedését, hanem a *szerkezet nélküli talajban felgyülemelő szabad CO₂*, amely a megállapítások szerint a *legnagyobb gyökérméreg*. Ezt bizonyítja az is, hogy a legkötöttebb talajban is jól fejlődtek a gyökerek, ahol a talajba a CO₂-t abszorbeáló aktív szén keverték (BERGMANN, 1954). Egyébként is ismeretes egyes gyomnövények ama tulajdonsága, hogy még a járdakövek repedéseiben is megtelepednek.

A szénsav mint gyökérméreg adja magyarázatát annak is, hogy a gyökerek zöme a gázcserét jobban biztosító felsőbb rétegekben helyezkedik el. Ebből a szempontból nagy jelentőségűek a már említett mélyebbre lehatoló gyökerű növények is (somkóró, lucerna, napraforgó), amelyek a függőleges alagcsövek képzése útján lehetővé teszik a mélyebb rétegekben is a gázcserét, és ezáltal az utónövények gyökereinek mélyebbre hatolását.

Ugyancsak a felgyülemelő CO₂ az oka annak, hogy a túl nedves agyagtalajokban a gyökerek nem fejlődnek. Az ilyen talajokban pang a gázcsere, és felgyülemlik a CO₂. Hangsúlyozzuk, hogy nem a víz a közvetlen oka ennek, hiszen a vízkultúrákban jól fejlődnek a növények, hanem a CO₂ felgyülemlése.

ROTMISSTROFF vizsgálatai szerint az évelők közül a lucerna gyökerei hatolnak le a legmélyebben. Mostak ki már 10 méternél jóval mélyebbről is lucernagyökereket. Az egyéves növények közül pedig a napraforgó és a kukorica gyökerei hatolnak aránylag legmélyebbre (2—3 m), de természetesen csak olyan talajviszonyok között, amelyeknél a gyökerek viszonylag jó gázcsérés rétegeket találnak (homok, lösz).

A gyökerek behálózó képességét befolyásolja *morfológiájuk* is. A bojtos gyökerűek általában jobban behálózzák a talajt, mint a karógyökerűek, de vannak kivételek. Természetesen *a sűrű állományú növényzet a talajt jobban behálózza, mint a tág térállásban levő* (csalamádé kukorica, négyzetes kukorica), de a sűrű állományban levő gyökerek sem oldalra, sem pedig mélységben nem hatolnak olyan távolságra, mint a tág térállásban levők.

A gyökérzet fejlődését befolyásoló tényezők

A gyökérzet a talajnak mindig abba a rétegébe, részébe törekszik, ahol életfeltételeit leginkább megtalálja, ott sűrűsödik, ott hálózza be a talajt a legjobban. Az a régi megállapítás, hogy a mostoha talaj-élettér a növényt erősebb gyökérképzésre készíti, nem helytálló. Ilyen életfeltételek a *levegő, a nedvesség és a tápanyagok optimális együttese*, amit egyedül a szerkezetes talaj nyújthat tökéletesen. A *talajszerkezet és vele a szelvény szerkezet állapota alapvetően befolyásolja a gyökérzet kifejlődését*. A gyökerek csakis a szerkezetes és tápanyagokban gazdag rétegeket hálózzák be, a szerkezet nélküli rétegekbe csak kevés számú gyökér hatol. Az ásópróbákkal feltárt gyökerekből szinte tökéletesen rámutathatunk a talaj szerkezetprofiljára. Mennél sekélyebb a talaj szerkezetessége, annál sekélyebb rétegben hálózza be a növény sűrű gyökérszettel a talajt. Mindez természetesen kedvezőtlenül befolyásolja a növény víz- és tápanyagellátását is (gyakorlati víz- és tápanyagkapacitás). Jelentős befolyást gyakorol az egész növényre

természetesen a *tápanyagellátás*, nevezetesen a *trágyázottság*. Mégis az elsődleges hatás a gyökérzetben mutatkozik. A *szerves és műtrágyák hatása először mindig a gyökereken jelentkezik, és a föld feletti rész ezek fokozott kifejlődését követi csak* (R. MEYER, 1928). Nagy jelentőségű ez a trágyázásban részesült tarlóvetésekre nézve, ahol a gyökérhumusz gyarapítása a cél, és rövid tenyészidő áll csak rendelkezésünkre. Kísérleteink szerint a trágyák közül az istállótrágyának van legnagyobb gyökérfejlesztő hatása, valószínűen nemcsak azért, mert a tápanyagokat teljességben nyújtja és gyökérserkentő anyagokat (humin anyagok, heteroauxinok stb.) tartalmaz, hanem azért is, mert egyben a talajszerkezet kialakítását is szolgálja. Az istállótrágyázott talajban a gyökerek különösen ott, ahol a trágyás zónába kerülnek, erősen elágazódnak, s itt a hajszálgyökerek és gyökérszőrők sokkal sűrűbben alakulnak ki. Éppen ezért tapasztalatom szerint nagy gyakorlati jelentőségű az, hogy a talajerőgazdálkodás érdekében az *istállótrágyát legalábbis átmenetileg elsősorban a gyökérhumuszt szolgáltató növények alá adjuk a vetésforgóban addig, míg talajunk kívánatos humuszmérlege helyre nem áll.*

Érdekes, hogy az *N-műtrágyák hatására a gyökerek általában hossz-irányban kevésbé fejlődnek, rövidebbek maradnak, de ennek ellenében lokálisan erősebben ágazódnak el*, és így fokozottabb mérvben hálózák be a feltalajt. Ez a fokozott behálózó képesség kedvező hatással van a szerkezet kialakítására. A 4. táblázat feltünteti az ezzel kapcsolatos tenyészédényt-kísérletünk adatait, amelyek szerint a N-műtrágyával kezelt növények után a talaj tartós szerkezete 32%-kal volt jobb, mint a kezeletlen növények után. A növények 40 napig voltak a tenyészédényekben.

4. táblázat

Az N közvetett hatása a talaj szerkezetére

N ö v é n y	O	N
Napraforgó	22,2	33,2
Repce	29,6	35,4
Kender	26,6	33,4
Somkóró	25,8	38,6
Lucerna	22,0	31,4
Vöröshere	26,4	30,6
Baltacim	13,4	22,2
Komlós lucerna	26,8	34,4
Borsó	31,0	36,2
Szója	32,6	45,6
Cukorrépa	33,2	44,0
Átlagos viszonyszám:	100	132

Hogy az N-műtrágyázás (100 kg pétisó/k. h.) milyen hatást fejt ki a feltalajban (20 cm) levő gyökerek mennyiségére, arra az alábbi, a keszt-helyi gazdaságban beállított kísérleti eredményeink mutatnak rá, amelyek szerint a következő gyökérmaradvány szervesanyag-mennyiség keletkezett (q/k. h.):

	Ø	N
füves vöröshere	38,83	42,19
füves baltacim	41,43	45,39
füves lucerna	33,57	45,61
átlagos viszonyszám:	100	117

Vagyis a tenyésztő kezdetén adagolt 100 kg/k. h. pétisó 17%-kal több gyökér-szervesanyagot alakított ki. Megjegyzendő, hogy a szénatermésben ugyancsak jelentkezett az első évben 16%-os terméstöbblet.

Az N általában fokozza a sejtek aktivitását. Ez idézi elő azt, hogy az oldalgökerek intenzívebben fejlődnek ki, ez akadályozza meg a gyökerek hossznövekedését, de van olyan feltevés is (BERGMANN), hogy a gyökerek hossznövekedését a sejtaktivitás nyomán keletkezett többlet CO₂ fékezi le. Végeredményben megállapíthatjuk, hogy az N-műtrágya hatására a gyökerek kisebb térre tömörülve, a feltalajt jobban behálózzák.

Van ennek a kérdésnek azonban egy másik oldala is, nevezetesen a vízgazdálkodás. Száraz viszonyaink között a túlzott N-fejtrágyázásban a tenyésztő legelején óvatosságot kell tanúsítanunk. A mélyen lehatoló gyökerek ugyanis rendszeren már a tenyésztő első szakaszában kifejlődnek. ROTMISSTROFF vizsgálatai szerint pl. a búza mélyen lehatoló gyökerei a következőképpen fejlődnek:

1. héten	20 cm
2. héten	32 cm
3. héten	51 cm
a szárbaindulás kezdetén	103 cm
érésben	103 cm

Amikor tehát a gyökerek már mélyebben lehatoltak, a nagyobb adagú N-fejtrágyázást nyugodtabban megadhatjuk.

Erre vonatkozó tenyészedeny-kísérleteink arra is rámutattak, hogy a P-műtrágya hatására a gyökerek hossznövekedése erősen megindult, és hogy az a hajszálgökerek és gyökérszőrök kifejlődésére volt különösen serkentő hatással. Míg tehát az N-műtrágya hatására különösen a feltalajban erősödtek meg a gyökerek, addig a P-műtrágyák egyrészt a gyökér hossznövekedését fokozták, másrészt pedig a finom gyökerek (hajszálgökerek és gyökérszőrök) mennyiségét dúsították, úgyhogy a P-műtrágyák inkább tekinthetők fajlagos gyökértrágyáknak.

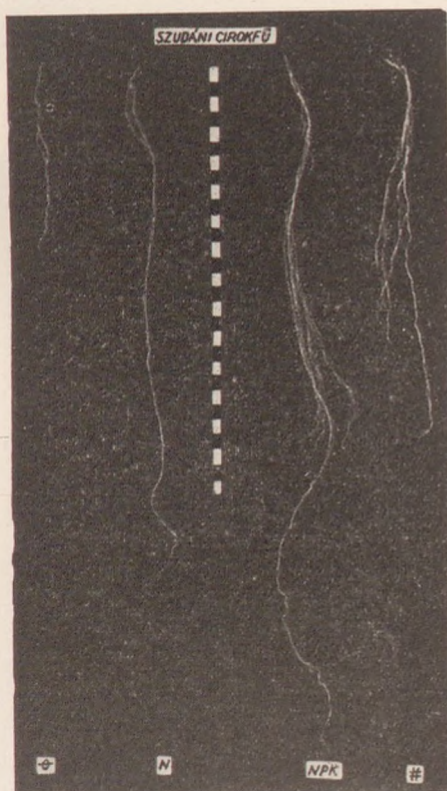
GERICKE kutatási eredményei szerint a P-műtrágyák különösen elősegítik a növény gyökérzetének kezdeti fejlődését, és a gyökérzetet a mélyebb rétegekbe lehatolásra készítetik, ami a szárazság elleni küzdelemben is gyakorlati jelentőségű.

Mindebből a gyakorlat részére azt a megfontolást vonhatjuk le, hogy a műtrágyák és általában a trágyák alkalmazásakor nemcsak a terméseket, hanem a gyökérhumusz fokozását is figyelembe kell vennünk, különösen akkor, amikor humuszgyarapító növények trágyázásáról van szó. Ennélfogva önmagában téves az a megállapítás, hogy a műtrágyák, de különösen a foszfátok alkalmazása a humusz fokozottabb lebontását eredményezik. Ez valóban meg is felel a tényeknek. Van azonban ennek a tételnek egy súlyosabb ellentényezője, nevezetesen az, hogy a foszfátok hatására még erősebben fokozódik a gyökerek fejlődése, a gyökérhumusz-képzés.

Egyébként a tenyészedényekben végzett gyökérvizsgálataink arra is rámutattak, hogy az egyes trágyák hatása a növények gyökereire esetenként specifikusan is jelentkezhet (l. 9—15. ábrák).

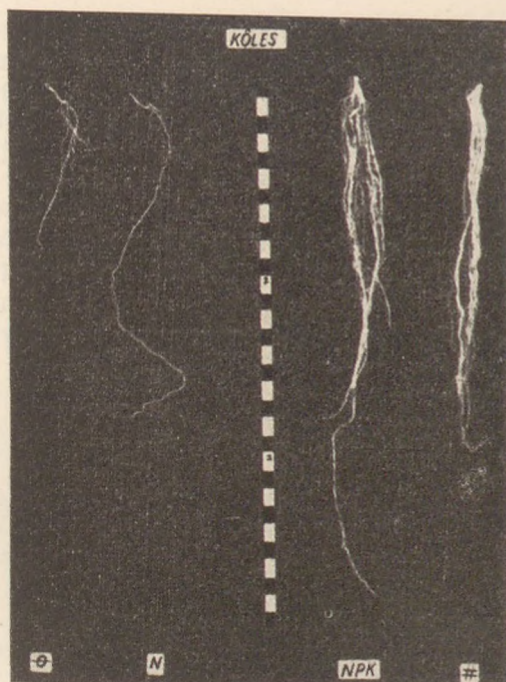
Az egyes trágyafélék hatása a műveleti növények gyökérzetének fejlődésére specifikusan is jelentkezhet: 9—15 ábra.

(Eredeti felvételek, foto: MANNINGER, Martonvásár)

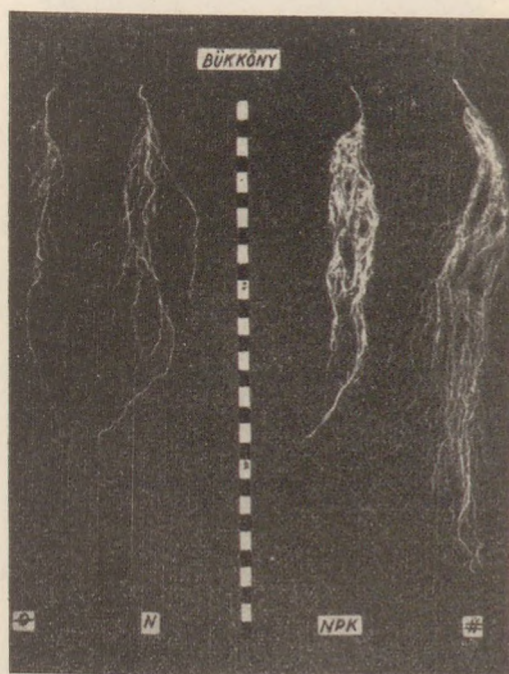


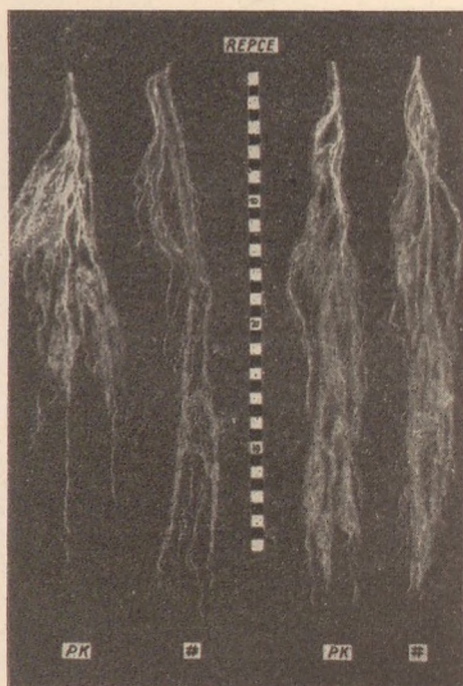
9. ábra

10. ábra

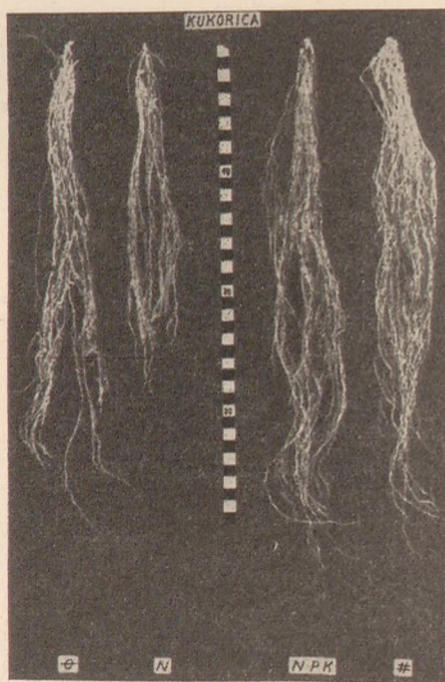


11. ábra

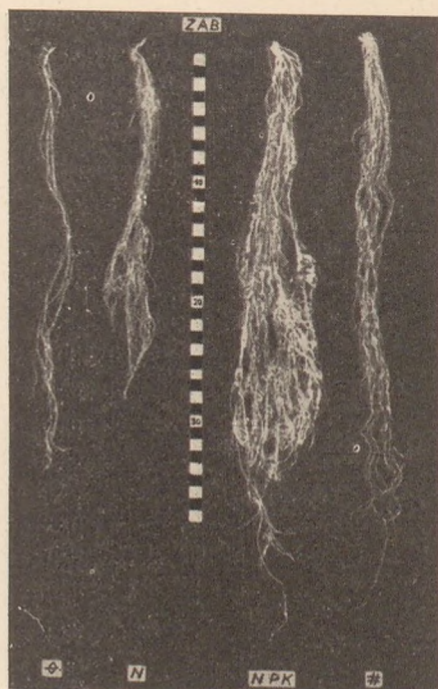




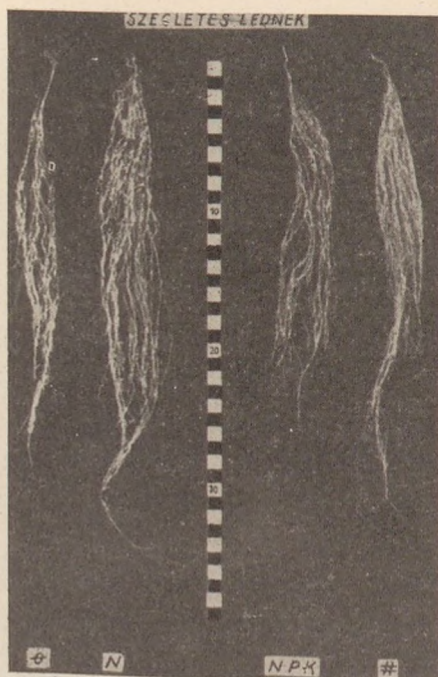
12. ábra



13. ábra



14. ábra



15. ábra

A talaj típusa és egyben termőereje ugyancsak alapvetően befolyásolja a gyökerek mennyiségét. *Legkedvezőbb a gyökér fejlődésére a talaj közép-kötöttsége, ha az mészben nem szegény.* Mennél kötöttebb a talaj, a gyökerek elágazásai annál finomabbak, és mennyiségük annál kisebb. Homokos vegyületű talajokon megfordított a helyzet (KOLTAY, 1954).

Előnyös a gyökerek fejlődésére a talaj *humuszgazdagsága*, de befolyásolja azt még az *elővetemény* jó vagy kevésbé jó volta is. A jó elővetemény természetesen még fokozottabban javítja a humuszmérleget, ha utána humuszgyarapító növény következik.

Ami a talaj víztartalmát illeti, ez a *gyökerek fejlődésére akkor a legkedvezőbb, ha a vízkapacitás 65—70%-os.* Ha ennél több vizet tartalmaz a talaj, már a légcserében áll elő pangás, CO₂-mérgezés tünetei jelentkeznek, és a gyökérnövekedés megakad. A kelleténél kevesebb víz hatására a föld feletti részhez viszonyítva viszonylag több lesz ugyan a gyökér, de egy bizonyos határon túl a gyökerek fejlődése korlátozottá válik (GORDIENKO).

A követett *talajművelési rendszert* igen előnyösen használhatjuk fel a növényi gyökerek fokozottabb kifejlesztésére, különösen az alsóbb rétegek behálózására, és ezzel a talaj biológiai felporhanyítására, ha a mélyművelést céltudatosan kötjük össze a mély gyökérzetű növények beiktatásával és azok trágyázásával. Mindezek részleteire még visszatérek.

A gyökerek mennyiségi kialakulását befolyásoló tényezők

A gyökerek mennyiségére természetesen maga a *növény faja* gyakorol alapvető befolyást.

Az erre vonatkozó gyökérvizsgálatokat KOLTAY ÁRPÁD munkatársammal végeztem a következő módszerekkel:

A vizsgálatokat részben KNOP-oldattal öntözött, világos homokkal telt tenyészedényekben, részben pedig mezősegi talajon, szabadföldi kísérleti parcellából kiemelt 20 cm mély talajmonolitokon végeztük. A homokkal telt tenyészedények aljára 4 cm vastagságban erősen ledöngölt agyagot tettünk abból a célból, hogy az egyes növényfajok gyökérzetének agresszivitását is tanulmányozhassuk. Egyébként is ezek a tenyészedény-kísérletek pusztán elvi jelentőségűek voltak, mert ezzel az egyes növényfajok gyökérfejlődésének viszonylagos mértékét kívántuk a tenyészidő első szakaszában, tehát annak első 60 napján megállapítani. Érdekesnek tartottuk ezt első sorban azért is, hogy támpontokat nyerjünk a egyes növények viszonylagos gyökérfejlődése, behálózó képessége és minőségi összetétele tekintetében.

Az 5. táblázat mutatja a gyökérmosás utáni eredményeket, amelyek egyrészt a gyökér és a föld feletti részek szárazanyag-mennyiségét tüntetik fel, másrészt pedig azt, hogy a gyökér-szárazanyag hány %-a a föld feletti résznek. Az utóbbi adatnak gyakorlati jelentősége van akkor, amikor másodvetéses növényre gondolunk. Ilyenkor fontos a talajerő fokozásában, hogy a növény energiáját a gyökér útján elsősorban a talaj mennél tökéletesebb behálózására és szervesanyag-ellátására összpontosítsa. Ez esetben a talaj szervesanyag-ellátása mennél kevesebb föld feletti rész kifejlődése árán, tehát mennél kevesebb víz igénybevételével történhetik. Mennél na-

5. táblázat

Egyes műveleti növények gyökerének és föld feletti részeinek szárazanyag- és viszonylagos gyökérmennyisége 60 napos korban

N ö v é n y	Gyökér- szárazanyag g	Föld feletti rész szárazanyag g	Gyökér-száraz- anyag % a föld feletti szárazanyag- súlyhoz viszonyítva
<i>Pázsitfűfélék:</i>			
1. Őszi búza	7,10	9,70	73,19
2. Tavaszi árpa	10,40	11,30	92,03
3. Zab	6,90	18,12	38,07
4. Édes szudáni cirokfű	7,30	7,40	98,64
5. Közönséges szudáni cirokfű	3,90	7,50	52,00
6. Édescirok	3,95	5,60	70,53
7. Hegéri szemescirok	4,90	8,45	57,98
8. Kukorica	7,70	65,80	11,70
9. Olaszperje	0,45	0,62	72,58
10. Réti csenkesz	0,72	1,40	51,42
11. Mágocsi rozsok	3,90	2,92	133,56
<i>Pillangósok:</i>			
12. Bab	0,63	6,60	9,54
13. Lencse	0,40	1,98	20,20
14. Tavaszi bükköny	1,00	2,95	33,89
15. Pannonbükköny	2,05	3,23	63,46
16. Szöszös bükköny	2,10	4,30	48,83
17. Szegletes lednek	1,75	6,60	26,51
18. Szója	1,49	8,05	18,51
19. Lóbab	2,98	4,05	73,58
20. Lucerna	3,60	3,48	103,44
21. Egynyári somkóró	2,55	7,90	32,27
22. Trigonella	3,20	8,60	27,20
23. Baltacim	0,85	2,25	37,77
24. Szarvaskerep	0,62	1,09	46,88
25. Kecskeruta	0,60	0,75	80,00
<i>Egyéb növények:</i>			
26. Cukorrépa	18,20	15,15	120,13
27. Napraforgó	3,00	24,90	12,04
28. Kender	1,05	3,85	27,27
29. Olajlen	1,50	2,20	68,18
30. Repce	6,08	17,80	34,15
31. Tök	2,81	15,75	17,84
32. Mustár	2,25	6,45	34,88

gyobb a gyökér-szárazanyag súlyszázaléka a föld feletti részek szárazanyag-súlyához viszonyítva, annál kevesebb vízmennyiség szükséges a talaj gyökérrzettel való behálózására. Hazai száraz viszonyaink között a másodvetésses talajjavító növények alkalmazásakor ennek különös fontosságot kell tulajdonítani. A vizsgálatok során különösen kiemelkedik e téren az édes szudáni cirokfű (98%), az édescirok (70%), a pillangósok közül elsősorban a lucerna (103%), a kecskeruta (80%) (*Galega officinalis* és *orientalis*), majd

a pannonbüköny (63%). A fűvek közül pedig különösen a mágocsi rozsnok (133%) és a szálkás perje (72%) emelkedik ki. Megjegyzendő, hogy szabadföldi kísérleteink szerint a viszonylagos gyökérmennyiség tekintetében egészen kiemelkedő az őszi káposztarepce. A megvizsgált növények gyökérszázaléka 9—133 között ingadozott, és nagy átlagban 50% körül van. Természetesen mindezek csak homokkultúrában és a tenyészidő 60. napján észlelt adatokat jelentik, amelyek csak viszonylagos támpontokul szolgálnak.

KOLTAY ÁRPÁD vizsgálati eredményei szerint az egyes növények gyökereinek behálózó képességét és agresszivitását 60 napos korban a következőkben jellemezhetjük:

Az egyes növények gyökereinek hosszúsága főként azt mutatta, hogy azok milyen agresszivitással hatoltak be a tenyészedény fenekén erősen ledöngölt kötött agyagba.

Pázsitfűfélék:

1. *Őszi búza:* A gyökér hossza 50 cm. Tipikus bojtos gyökérzet, amely 17—18 cm mélyen hatolt le a homokba. Egy tucatnyi vékony gyökér az agyagréteget elérve, rendkívül gazdagon szétterült, és a talajszint alattinál tömegesebb hajszálgyökér-hálózatot képzett. Az erősen tömörített agyagréteg nem akadályozta a gyökerek lehatolását. Gyökér-szárazanyag a föld feletti részek szárazanyagához viszonyítva 73%.

2. *Tavaszi árpa:* A gyökér hossza 70 cm. A 15 cm mélységig lehatoló bojtos gyökérzet alatt kb. 100 gyökér érte el az agyagot, és abban igen dúsan elágazó hajszálgyökér-hálózat képződött. Gyökér-szárazanyag 92%.

3. *Zab:* A gyökér hossza 78 cm. A bojtos gyökérzet 15—18 cm-ig terjedt, egy tucatnyi gyökér hatolt le az agyagig, és ott hajszálgyökerekben rendkívül gazdag gyökérzet alakult ki. Gyökér-szárazanyag 38%.

4. *Édes szudáni cirokfű:* A gyökér hossza 88 cm. A függőlegesen lefutó gyökerek kevés elágazással hatoltak le az agyagig, és ott erősen szétterültek. Nagyon sok a finom hajszálgyökér. Gyökér-szárazanyag 98%.

5. *Közönséges szudáni cirokfű:* A gyökérzet hossza 83 cm. Az édes szudáni cirokfű gyökeréhez hasonló, de gyengébb, s az agyagban is lényegesen ritkább. A gyökér súlya is jóval kisebb, mint az édes cirokfűé, bár a föld feletti részek tömegében különbség nem mutatkozott. Gyökér-szárazanyag 52%.

6. *Édescirok:* A gyökérzet hossza 90 cm. A függőleges lefutású gyökerek csak az agyagban ágaztak el nagyobb mértékben. Lényegesen kevesebb a gyökér, mint a szudáni cirokfűnél, de vastagabb. Gyökér-szárazanyag 70%.

7. *Hegari szemescirok:* A gyökérzet hossza 90 cm. A homokban alig van gyökere, de az agyagot elérő 10 gyökér szétterült. Gyökér-szárazanyag 57%.

8. *Kukorica:* A gyökérzet hossza 84 cm. 35 függőleges lefutású gyökér az agyagban ágazott el, nagyon finom, feltűnően sok gyökérszört mutató hajszálgyökér-hálózattal. Gyökér-szárazanyag 11%.

9. *Olaszperje:* A gyökérzet hossza 38 cm. A növény kicsi maradt, de így is nagyon finom, a föld feletti részhez viszonyítva nagy tömegű gyökere volt. Gyökér-szárazanyag 72%.

10. *Réti csenkesz:* A gyökérzet hossza 54 cm; tömeges, finom bojtos gyökérzet, de a föld feletti részhez viszonyítva kevesebb gyökeret adott, mint az olaszperje. Gyökér-szárazanyag 51%.

11. *Mágocsi rozsnok:* A gyökérzet hossza 59 cm. Sötétbarna színű, óriási tömegű, nagyon finom, a talajt pókhálószerűen behálózó gyökérzet. 16 cukorzíneg vastagságú gyökér hatolt le az agyagrétegig, s ott a talajszint alattihoz hasonlóan hálózta be a talajt. Gyökér-szárazanyag 133%.

A kalászosok és a mágocsi rozsnok gyökérfejlődésében jellegzetes kétrétegűség mutatkozott. A felszín alatt kialakult bojtos gyökérzetet kívül az agyagréteget elérő kevés számú gyökér erősen elágazott. Az agyagot elérő gyökereket a mesterségesen tömörített réteg nem akadályozta a lehatolásban.

Pillangósok:

12. *Bab*: A gyökérzet hossza csak 17 cm. A főgyökér nagyon kevés elágazással függőlegesen hatolt az agyagig. A feltűnően kis tömegű gyökérzeten azonban igen sok *Rhizobium* található. Gyökér-szárazanyag 3%.

13. *Lencse*: A gyökérzet hossza 46 cm. A vékony gyökérzeten csak az agyagrétegben alakult ki tömegesebb hajszálgyökér-hálózat. A *Rhizobiumok* 90%-a is itt található. Gyökér-szárazanyag 20%.

14. *Tavaszi bükköny*: A gyökérzet, amelynek hossza 46 cm, a gyökérnyakban elágazott, és 4 gyökér hatolt le az agyagrétegbe. Nagyon sok a *Rhizobium*, főként az agyagban levő gyökereken. Gyökér-szárazanyag 33%.

15. *Pannonbükköny*: A gyökérzet hossza 58 cm. A tavaszi bükkönyhöz hasonlóan kétrétegű a gyökérzet, és ugyancsak az agyagban mutatkozott sok *Rhizobium*. Gyökér-szárazanyag 63%.

16. *Szöszös bükköny*: A gyökérzet hossza 44 cm. Ugyancsak kétrétegű volt a gyökérzet, a hajszálgyökér-hálózat főtömege az agyagban alakult ki, nagy mennyiségű *Rhizobiummal*. Gyökér-szárazanyag 48%.

17. *Szegletes lednek*: A gyökérzet hossza 70 cm. A gyökérzet a homokban gyenge, az agyagot elérve azonban rendkívül gazdagon elágazott, és a gyökereken hatalmas tömegű *Rhizobium* képződött. Gyökér-szárazanyag 26%.

18. *Szója*: A gyökérzet hossza 55 cm. A gyökérzet itt is kétrétegű. A karógyökér közvetlen a talajszint alatt elágazott, majd az agyagig hatolva, abban szétterülő hajszálgyökér-hálózatot képezett, *Rhizobium*-telepek nélkül. Gyökér-szárazanyag 18%.

19. *Lóbab*: A gyökérzet hossza 62 cm. Az ugyancsak kétrétegű gyökérzet lényegesen durvább, vastagabb, mint a többi pillangósé. Az agyagban sok a hajszálgyökér, hatalmas *Rhizobium*-telepekkel. Gyökér-szárazanyag 73%.

20. *Lucerna*: A gyökérzet hossza 55 cm. Az erős karógyökér csak 20 cm-nél ágazott el, az agyagrétegben nagyon sok *Rhizobiumot* mutatott. Gyökér-szárazanyag 103%.

21. *Egynyári somkóró*: A gyökérzet hossza 58 cm. Ceruzavastag karógyökere ugyancsak 20 cm-nél ágazott el, a gyökérzet a többi pillangóshoz viszonyítva nem nagy tömegű. Gyökér-szárazanyag 32%.

22. *Trigonella*: A gyökérzet hossza 51 cm. Gyökér-szárazanyag 27%.

23. *Baltacim*: A gyökérzet hossza 60 cm. A függőleges lefutású karógyökér 3 és 21 cm mélységben elágazott. Hajszálgyökér-hálózata a lucernáénál finomabb és nagyon sok *Rhizobiumot* mutat. Gyökér-szárazanyag 37%.

24. *Szarvaskerep*: A gyökérzet hossza 42 cm. Emeletszerűen egymás felett két rétegben elhelyezkedő, nagyon finom hajszálgyökér-hálózat jellemezte. Gyökér-szárazanyag 46%.

25. *Kecskeruta*: A gyökérzet hossza 50 cm. Az erőteljes karógyökér igen sok elágazással finom, szerteágazó hajszálgyökér-hálózatot növesztett. *Rhizobium* nem volt található a gyökereken. Gyökér-szárazanyag 80%.

26. *Komlós lucerna*: A gyökérzet hossza csak 29 cm. A karógyökér a felszín alatt elágazott, és a pázsitfűvek gyökéralkatához hasonló, rendkívül finoman szerteágazó gyökértömeget képzett. Gyökér-szárazanyag 14%.

A pillangósok gyökérzete ugyancsak kivétel nélkül lehatolt az agyagba, és a felszínhálózat nagyobb részét ott képezte. A bükkönyök, a lucerna, a lóbab és a kecskeruta kivételével aránylag kevés a gyökér a föld feletti részek szárazanyagához viszonyítva. A *Rhizobiumok* nagyobb részben az agyagrétegben voltak találhatóak, pedig a tömődöttség, valamint a megrekedő víz következtében itt levegőtlen közeg uralkodott. Ennek valószínű magyarázata az, hogy a mikroszervezetekben szegény, világos homokkal szemben az agyag gyökérlakó baktériumokkal volt fertőzött, továbbá az, hogy a tápanyagokban szegény homokkal szemben az agyagban megvoltak mindama komplett növényi tápanyagok, amelyek a gümők kialakulására ingerként hatottak.

Egyéb növények:

27. *Cukorrépa*: A gyökérzet hossza 76 cm. A karógyökér, azaz maga a répa 1 cm-től lefelé sűrű hajszálgyökér-tömeget mutat. A főgyökér egyenesen hatolt az

agyagig, s abban sok finom hajszálgyökeret képezve elágazott. Gyökér-szárazanyag 120%.

28. *Takarmányrépa*: A gyökérzet hossza 90 cm. A karógyökér 55 cm-nél ágazott el, és az agyagban a cukorrépához hasonlóan szétterült. Nagyon finom hajszálgyökér-hálózat jellemezte. Gyökér-szárazanyag 39%.

29. *Olajlen*: A gyökérzet hossza 60 cm. A karógyökér 4 cm-rel a felszín alatt elágazott. Az agyagba hatoló gyökerek nagy tömegű, rendkívül vékony hajszálgyökérzetet képeztek. Gyökér-szárazanyag 68%.

30. *Őszi káposzta-repce*: A gyökérzet hossza 44 cm. A két ágra szakadt karógyökér egyenes lefutású. A nagyon dús hajszálgyökér-hálózat rendkívül finoman hálózza be a talajt. A pókhálófinomságú hajszálgyökerek a kimosás után nemezszerűen összeálltak. Gyökér-szárazanyag 34%.

31. *Mustár*: A gyökérzet hossza 26 cm. A felszín alatt nagyon finom hajszálgyökér-hálózat alakult ki. Egyetlen gyökér hatolt le az agyagig, és ott ismét dúsan elágazott. Gyökér-szárazanyag 34%.

Általában meg lehetett még azt is állapítani, hogy az N hatására mindenütt a legkisebb volt a gyökér viszonylagos szárazanyag-mennyisége. Kivétel csak a repce, ahol az N éppen ellentétes hatást fejtett ki, valószínűen azért, mert a repce talán a legigényesebb az N-nel szemben. Tapasztaltuk ezt a szabadföldi kísérletekben is, és ugyanezt észleltük a füveknél is. Ezzel szemben minden növénynél a P volt az, amely a föld feletti részhez viszonyított gyökérmennyiséget a legnagyobb mértékben alakította ki. Az istállótrágya ugyan a leghatékonyabb volt a gyökérzet kifejlődésére, de viszonylag sokkal inkább a föld feletti részek kialakulására. Más szóval ez annyit is jelent, hogy míg az istállótrágya hatása inkább a növény föld feletti részeinél jelentkezett elsődlegesen, addig a P főként a gyökerekre hatott, úgyhogy a *gyökerek specifikus trágyájának a P tekinthető*, de természetesen csak ott, ahol a felvehető P-tápanyagban a talaj hiányt mutat.

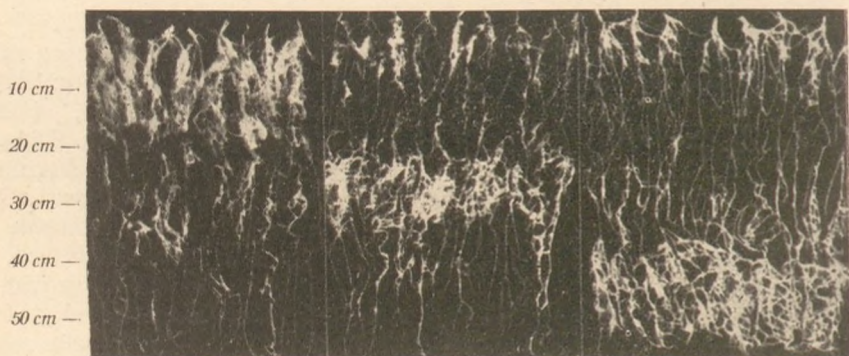
A vonatkozó irodalmi adatok alapján általában minden trágya, amely a föld feletti részek, vagyis a termés kialakítására fokozóan hat, ugyancsak fokozza a gyökérzet mennyiségét is, de hangsúlyoznom kell, hogy ez a termésfokozás korántsem párhuzamos a föld feletti részek és a gyökérzet között. Ez annyit jelent, hogy különbséget kell tenni a *trágyafélék abszolút és relatív gyökérfejlesztő hatása között*.

A trágyák azonban nemcsak a gyökérzet abszolút mennyiségét fokozzák, hanem azok behálózó képességét is (GÖRBERG, ROEMER), aminek nagy a gyakorlati jelentősége a talajszerkezet biológiai felépítésében.

Az előző években hosszas viták folytak afelett, hogy a tápanyagban gazdag vagy szegény talajokon fejlődnek-e nagyobb gyökérmennyiségek. Utóbb szabatos kutatási vizsgálatokkal megállapították (GERICKE, ROEMER), hogy a gyökérzet erősebben kifejlődik normális tápanyagellátás esetén, mint tápanyagszegény talajban. Viszont tápanyagban szegényebb talajban a gyökerek viszonylagos mennyisége (gyökér-szárazanyag %) lesz nagyobb a föld feletti részhez képest.

A trágyák hatással vannak még arra is, hogy a gyökerek a mélyebb rétegekben fejlődnek ki (ROEMER). A mélyebben aláakart trágya a gyökérzetet a mélyebb rétegekben fejleszti ki, miután a *gyökerek ott fejlődnek előszeretettel, ahol legjobban megtalálják életfeltételeiket*. Igazolják ezt GLIMEROOTH (1953) kísérletei is, amelyek szerint a gyökerek az N-mű-

trágyák hatására ott sűrűsödtek be, ahol azokat a talajba elhelyezték (16. ábra). Van azonban a normálisan mélyre alátakart trágyának is hatása a gyökerek hosszirányú kifejlődésére. Szabatos összehasonlító kísérletek alapján ugyancsak GLIMERTH állapította meg, hogy a teljes trágyázásban részesített parcella gyökerei gyorsabban és erőteljesebben hatolnak le a mélyebb rétegekbe, mint a trágyázatlan parcelláké, miután a trágyázott parcellák növényeinek növekedési energiája általában nagyobb. Ennek a megállapításnak nagy a gyakorlati jelentősége nemcsak a szárazság elleni küzdelemben, hanem abban is, hogy ezzel az alsóbb rétegek humuszellátását is elősegítjük különösen akkor, ha a trágyázást altalajlazítással kombináljuk. Mindezekre a talajművelés fejezetében térek ki tüzetesebben.



16. ábra. A gyökerek ott sűrűsödtek be az N hatására, ahol azt elhelyezték (GLIMERTH nyomán)

Szabadszabó földi műtrágyázási kísérleteink alapján (mezőszéki vályogtalaj) megállapítottuk, hogy a műtrágyák közül elsősorban az N-nek volt némi pozitív N-fokozó hatása a gyökerek összetételére; nevezetesen 100 kg pécisó/k. h. hatására átlagban 12%-kal több nitrogént találtunk a gyökerekben. Ezzel szemben egyedül a P hatására 31%-kal csökkent a gyökerek N-tartalma, mégpedig valószínűen azért, mert az N-ben amúgy is szegény talajban a P hatására bekövetkezett nitrát-asszimiláció a talajban még nagyobb N-hiányt idézett elő. Mindez arra utal, hogy a harmonikus táplálás megteremtése nemcsak a növény fejlődésére fontos, hanem amiatt is, hogy az utónövény érdekében a gyökerek kedvező összetételére is hatással legyünk (mineralizáció és humifikálás).

GERICKE erre vonatkozó kiterjedt vizsgálatait során megállapította, hogy a teljes trágyázásban részesült parcellákon a gyökerek N-, P-, K-, és Ca-tartalma mintegy 50%-kal volt több, mint a trágyázatlan parcellákon. Mindezek a megállapítások arra figyelmeztetik a gyakorló mezőgazdát, hogy a növények trágyázásakor az utóhatást is vegye figyelembe, ami nemcsak a trágyafélék közvetlen hatásában (növényi és talajtrágya) jut kifejezésre, hanem a gyökerekben, nevezetesen azok mennyiségi változásában és minőségi összetételében is.

A gyökerek mennyiségi kialakulását befolyásolja még a növények használatának gyakorisága. Vonatkozik ez elsősorban a többször aratható takarmánynövényekre. E növények annál kevesebb gyökérzetet alakítanak ki, mennél sűrűbb időközökben kaszáljuk, illetve legeltetjük azokat. Kísérletünk szerint ez a szudáni cirokfűnél így alakult:

	zöldtermelés/k. h.	gyökér-szárazanyag 20 cm mélyen/k. h.
1. háromszori kaszálás	229	36 q
2. kétszeri kaszálás	289	40 q

Beható kutatásokat végzett ez irányban KLAPP, különösen legelőkön. 50 helyről vett gyökérfelvételzésének átlagában a ha-kénti gyökérmennyiség szárazanyagban a következő volt:

folytonos legeltetéssel:	69 q
szakaszos legeltetéssel:	84 q
kaszálással hasznosítva:	120 q

A továbbiakban megállapította azt is, hogy a folytonos legeltetés hatására a gyökértömegek az alsóbb rétegek rovására inkább a felsőbb rétegekben összpontosultak:

Rétegmélység	Kaszálással	Szakaszosan	Folytonos legeltetéssel
	g y ö k é r %		
0—10 cm	83	87	89
10—20 cm	12	9	8
20—30 cm	5	4	3

150 gyepes terület vizsgálata során megállapította, hogy azok gyökérmennyiségének 70—90%-a közvetlen a talaj felső 10 cm-es rétegében helyezkedett el, és csak 10—30%-a volt található a 10 cm alatti rétegekben. Teljesen hasonló megállapításokra jutott ebben az irányban LARIN szovjet kutató is.

Mennél inkább képes a talaj a szerves anyag lebontására (jó szerkezetű, mészben nem szegény, közepesen nyirkos talaj), aránylag annál kevesebb a gyökérmaradványok mennyisége. Ezzel szemben savanyú vegyhatású, túlságosan nedves vagy nyáron át szélsőségesen száraz viszonyok között a szerves anyag jobban felhalmozódik a talajban (KURSCH 1952). Ezzel magyarázható a száraz klímájú mezősségi talajok humuszgazdagsága is. Természetesen mindezekre a fűvek asszociációja is hatással van.

KÖHNLEIN és VETTER beható vizsgálatai szerint befolyást gyakorol még a gyökerek mennyiségére a növény fejlődési stádiuma. Ugyanazokon a kísérleti parcellákon felvett gyökérmennyiségek zölden és érett állapotban a következő eredményeket nyújtották q-ban ha-ként szárazanyagban:

N ö v é n y	Zölden	Éretten
repce	5,00	4,63
tavaszi árpa	8,11	6,02
bükköny	7,70	4,63
borsó	5,60	3,98
csillagfürt	10,46	6,12

Maga a talaj mechanikai összetétele is befolyást gyakorol a gyökérzetre. KOLTAY ÁRPÁD tenyészvény-kísérletei szerint a legnagyobb mennyiségű gyökérzet közép kötött vályogtalajon termett, ezután mindjárt a homok következett, bár itt a gyökerek elágazása kisebb mérvű volt és durvább. Mennyiségileg utolsó helyen állt az agyagtalaj. Ott a gyökerek igen finomak voltak és itt alakult ki a legtöbb hajszálgyökér (17. és 18. ábra).



17. ábra. Búza gyökérzete agyagtalajon (Eredeti, foto: MANNINGER, Martonvásár)



18. ábra. Búza gyökérzete vályogtalajon (Eredeti, foto: MANNINGER, Martonvásár)

Végül még néhány szót kell szólnom az egyes művelési növények gyökérmennyiségének megállapításáról. A különböző szerzőknél a felvett eredményekre nézve rendkívül nagy eltéréseket találunk. Ez természetes, ha nemcsak a különféle talajok típusát, trágyázottságát, megművelését, és az

elővetemény-hatásokat vesszük számba, de magát az évjáratokban rejlő időjárási hatásokat is, amelyek éppen olyan kilengéseket okozhatnak a termett gyökérmennyiségben, mint a föld feletti termésben. De azt is meg kell állapítanom, hogy a felvett gyökérmennyiségek csak igen durványos támpontokat nyújtanak a talaj szervesanyag-ellátására. Nemcsak azért, mert a mennyiség mellett ebből a szempontból ugyanolyan fontos azok behálózó képessége és minőségi összetétele, hanem azért is, mert ma még módszertani nehézségek miatt nem tudjuk, hogy az egyes művelési növényeknél a tenyészidő alatt mennyi gyökérrész hal el. A tenyészidő végén felvett gyökérmennyiség tehát csak egy pillanatfelvételt ad az élve megmaradt gyökérmennyiségről, úgyhogy a tenyészidő végén észlelt gyökérmennyiség mindig kevesebb, mint amennyit a gyökér az egész tenyészidő alatt összesen nyújtott a talajnak. Emellett még figyelembe kell venni azt a gyökértöbbletet is, amely a szántott réteg alatt alakul ki, és amely a szokványosan 20—22 cm-es felső talajréteg gyökérfelvételekor kimarad a számításból.

A területegységre vonatkoztatott gyökérmennyiség (k. h.-kénti gyökérszárazanyag 20 cm-es mélységig) felvételének csak akkor van némi gyakorlati jelentősége, ha a felvételek azonos talajviszonyok között (trágyázottság és elővetemény) és azonos évjáratban történnek, mégpedig nyomban a növény learatása után. Esős időjárásban ugyanis rendkívül gyorsan bomlanak le a gyökerek, különösen ha azok N-ben gazdagabbak (pillangós).

Gyökérfelvételeinket részben elővetemény-kísérletünkéből, részben pedig kisparcellás versenyvetésforgós kísérleteinkből vettük, megfelelő monolitok útján. Eredményeink a keszthelyi szelíd erdőtalajra (1,8% humusz, pH 6,8, kötöttségi szám 38) vonatkoznak. A felvételeket VISINSZKY KÁROLY, TÓTH ANDRÁSNÉ és BUZÁS KATALIN munkatársaim végezték (6. táblázat).

6. táblázat

Gyökérmaradványok (20 cm mélységig) szárazanyagban k. h.-ként
(Keszthely)

Őszi búza	6,80 q
Rozs	6,90 q
Zab	7,20 q
Tavaszi árpa	5,10 q
Tavaszi árpa vörösherével, ősszel felvéve	16,40 q
Borsó	3,30 q
Lednek	4,80 q
Bab	8,40 q
Kukorica	14,30 q
Szudani cirokfű	18,80 q
Csalamádé	21,30 q
Napraforgó	22,60 q
Repce	8,50 q
Zabosbüköny	9,60 q
Lucerna 4 éves	59,00 q
Lucerna 2 éves	41,00 q
Füves lucerna 2 éves	48,00 q

A talaj szervesanyag-ellátása terén a gyökereken kívül gyakorlatilag még a tarlómaradványoknak is számottevő a szerepük. Befolyásolja ezt a kalászosoknál és a kaszával aratandó egyéb növényeknél a meghagyott tarló magassága. Erre vonatkozóan vizsgálatokat nem végeztünk, de igen értékes támpontokat nyújtanak KÖHNLEIN és VETTER (1953), akik kiterjedt vizsgálataik alapján megállapították, hogy a kalászosok esetében, 5—8 cm-es tarlót feltételezve, a tarlómaradványok a gyökérmadványoknak 33—43%-a, egyéb növényeknél pedig 32—49%-a.

Általában megállapítható, hogy a tarlómaradványok mintegy $\frac{1}{3}$ -át, $\frac{1}{2}$ -ét jelentik a gyökérmadványoknak, ami ugyancsak jelentős tényezőt jelent a talaj szervesanyag-ellátásában.

Külön elbírálásban kell részesíteni a magcsillagfürtöt, amelynek elhullott levelei és lepergett hüvelyei miatt a tarlómaradványok az amúgy is igen gazdag gyökérzetű csillagfürt gyökérmadványainak 51—65%-át teszik ki. Ugyancsak erősen eltér az átlagtól a burgonya szedése után visszamaradt burgonyaszár, amelynek szárazanyaga ha-ként mintegy ötször annyi (fajtánként és termésmennyiségként 13—25 q), mint a gyökérzeté. Ha még figyelembe vesszük a burgonya szárának aránylag nagy N-gazdagságát (kb. 2%), akkor a talaj értékes szervesanyag-ellátása érdekében nagy gyakorlati fontosságot kell tulajdonítanunk a burgonyaszár rendszeres komposztálásának.

KÖHNLEIN és VETTER ugyancsak megállapították, hogy a még zöld állapotban levő burgonyaszár a már teljesen száraz állapotban levőnél mintegy 50%-kal több szárazanyagot nyújt, továbbá, hogy a zöld szár növényi tápanyagban, de különösen N-ben 50—60%-kal gazdagabb (2,70%) a száraz állapotban levő szár N-tartalmával szemben (1,74). Ez végeredményben annyit jelent, hogy míg a zöld állapotban levő burgonyaszárban ha-ként mintegy 60 kg N-t nyerünk, addig a száraz burgonyaszárban csak 20 kg-ot. Ezt a különbséget az okozza, hogy a száraz burgonyaszárról a levelek lehullanak.

A gyökérmadványok összetételét befolyásoló tényezők

A gyökérmadványok minőségi összetétele döntő tényezőt jelent a talajerő alakulására, és közvetlenül kihat az utónövényre is.

Ennek felderítése érdekében KOLTAY ÁRPÁD munkatársammal 33 növényen végeztünk gyökérösszetételi vizsgálatot. A növényeket televény nélküli homokkal és KNOP-oldattal kezelt tenyészedeényekben neveltük, és a gyökerek 60 napos korukban kerültek vegyvizsgálat alá (7. táblázat).

Az eredményekből a következő tanulságokat vonhatjuk le:

A vizsgált pillangós növények gyökér-szárazanyagának N-tartalma 2,18 és 3,97% között ingadozott, átlagban tehát 2,93% volt. A pillangósok N-tartalmát megközelíti még az olajlen és repce gyökere.

A nem pillangós növények gyökereinek N-tartalma 0,98 és 1,54% között váltakozott, átlaguk pedig 1,21% volt, vagyis a pillangósok gyökerei kereken $2\frac{1}{2}$ -szer annyi N-t tartalmaztak, mint a nem pillangósoké.

7. táblázat

Egyes műveleti növények gyökereinek beltartalma
(Martonvásár)

N ö v é n y	N %	P %	K %
<i>Pázsitfűfélék:</i>			
1. Búza	1,32	1,57	1,08
2. Tavaszi árpa	1,54	1,20	0,66
3. Zab	1,21	1,37	1,16
4. Édes szudáni cirokfű	1,20	1,34	0,72
5. Közönséges szudáni cirokfű	1,10	1,24	1,17
6. Édescirok	1,38	0,80	1,03
7. Hegari szemescirok	0,98	1,24	1,65
8. Kukorica	1,15	1,28	0,76
9. Olaszperje	1,07	1,62	1,57
10. Réti csenkesz	1,61	1,44	1,31
11. Mágocsi rozsnok	0,83	0,78	0,42
<i>Pillangósok:</i>			
12. Bab	2,18	2,08	0,57
13. Lencse	2,58	1,85	0,54
14. Tavaszi bükköny	3,97	1,42	1,93
15. Pannonbükköny	2,81	2,23	3,17
16. Szőszös bükköny	2,86	3,00	2,38
17. Lednek	3,17	1,88	1,61
18. Szója	2,58	1,55	1,20
19. Lóbab	2,43	1,59	0,98
20. Lucerna	2,55	1,64	1,21
21. Egynyári somkóró	3,01	1,81	1,99
22. Trigonella	3,32	2,73	2,67
23. Baliacím	3,17	2,00	1,86
24. Szarvaskerep	3,62	2,50	2,95
<i>Egyéb növények:</i>			
25. Cukorrépa	1,43	1,53	1,50
26. Napraforgó	1,11	1,01	0,72
27. Kender	1,17	0,64	0,39
28. Olajlen	2,18	1,33	0,55
29. Repce	2,06	1,22	1,15
30. Tök	2,95	2,11	1,89
31. Mustár	1,01	0,68	0,28
32. Pohánka	1,34	0,92	0,45

A pillangósok gyökerei ezen felül általában még P-ben is gazdagabbak, mintegy 50%-kal több P-t tartalmaznak, mint a nem pillangósok gyökerei.

A pillangósok mellett említést érdemel még a tök és a repce, amelyek megközelítik a pillangósok gyökereinek értékes beltartalmát.

A továbbiakban megállapítottuk a pillangósok és nem pillangósok C/N-arányát is (8. táblázat). Eszerint míg a pillangósok gyökereinek átlagos C/N aránya 1:15,7, addig a nem pillangósoké 1: 44. Hogy ezek az aránykülönbségek mit jelentenek a gyökerek lebontásakor keletkező nitrát-asz-szimiláció mértékére nézve, az a számszerűség tükrében is világossá válik.

8. táblázat

Egyes műveleti növények gyökereinek C/N aránya 60 napos korukban
(Martonvásár)

N ö v é n y	N	:	C
1. Zab	1	:	75,5
2. Árpa	1	:	39,7
3. Kukorica	1	:	45,5
4. Kender (karó)	1	:	47,8
5. Kender (hajszál)	1	:	42,5
6. Napraforgó	1	:	38,6
7. Repce (karó)	1	:	42,5
8. Repce (hajszál)	1	:	32,6
9. Borsó	1	:	22,0
10. Lednek	1	:	15,7
11. Tavaszi bükköny	1	:	18,3
12. Lóbab	1	:	19,8
13. Lucerna	1	:	14,5
14. Komlós lucerna	1	:	17,3
15. Somkóró (egynyári)	1	:	16,9
16. Somkóró (kétéves)	1	:	14,8
17. Kecskeruta	1	:	13,2

Gyakorlati nézőpontból felette értékesek KÖHNLEINnek és VETTERnek a fiatal és elvénytült gyökerek beltartalmára vonatkozó vizsgálatai. A vizsgálatokat csak kétféle fejlődési stádiumban végezték: virágzáskor és a magérés stádiumában, mert hiszen a gyakorlatban is rendszeren ekkor következik be a növények, nevezetesen a takarmánynövények és magtermelésre szánt növények aratása.

Eszerint a zölden vágott növények gyökerei úgyszólván kivétel nélkül nemcsak mennyiségben, hanem beltartalmilag is értékesebbek ugyanazon növények éretten aratott gyökereinél. Az N-, P- és K-tartalom legtöbbször lényegesen nagyobb a zöld növényekben. Ezzel szemben igen érdekes, hogy a Ca-tartalom az elvénytült növények gyökereiben nagyobb, valószínűen azért, mert az érés felé a Ca a föld feletti részekből a gyökerekbe vándorol.

A 9. táblázatban látható, hogy az egyes műveleti növények az utónövény számára mennyi növényi tápanyagot hagynak hátra gyökér- és tarlómaradványaikban. Ennek jelentőségét a talajerő további ápolása szempontjából csak akkor mérhetnők fel, ha nélkülöznünk kellene az évről évre szerves kötésbe kerülő növényi tápanyagokat és szerves anyagokat, amit a növényi gyökér- és tarlómaradványok útján nyerünk.

9. táblázat

Egyes műveleti növények gyökér- és tarlómaradványainak
ha-kénti tápanyaghozama kg-ban (KÖHNLEIN ÉS VETTER nyomán)

N ö v é n y	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Őszi keverék	25	7	25
Sárga csillagfürt	25	5	15
Repce	16	5	13
Mustár	10	3	14
Lucerna, 3 éves	158	35	64
Vöröshere	66	13	41
Napraforgó, siló	14	5	58
Kukorica-csalamádé	20	6	50
Borsó, magnak	37	7	6
Őszi árpa	19	6	11
Őszi búza	11	5	6
Rozs	11	4	13
Zab	16	6	10

Ha pl. a keszhelyi erdőtalajon kiszámított 3 éves lucerna tarló- és gyökérmaradványait összehasonlítjuk 180 q/k. h. közepes minőségű istállótrágyával (10. táblázat), a következőket kell megállapítanunk:

10. táblázat

Istállótrágyázás és lucernakiszántás szervesanyag- és tápanyagmérlege
kat. holdanként
(Keszthely)

K e z e l é s	Szárz- anyag q	N	P ₂ O ₅	KO ₂
		k i l o g r a m m		
1. Lucerna után 59 q gyökér-szárz- anyag	59,00	135	36	67
2. 180 q istállótrágya (24% szénanyag)	43,20	90	45	108
Mérleg a lucerna javára	+15,80	+45	-9	- 41

A lucerna kiszántása során lényegesen több szerves anyag és N jut a talajba, mint közepes istállótrágyázással. De ha figyelembe vesszük a szántott réteg alatt keletkezett és számba nem vett gyökérmaradványok meny-

nyiségét és különleges talajjavító hatását, meg kell állapítanunk azt is, hogy a kiszántott lucerna a szervesanyag-képzésben, valamint egyenletes és mélyebb rétegben történő elhelyezkedésében erősen túlszárnyalja az állótrágya hatásfokát. Ezt igazolják a gyakorlati tapasztalatok is, amelyek különösen a kiszántott lucerna nagyobb és tartósabb hatásában jutnak kifejezésre.

A K-ban jelentkező hiány gyakorlati szempontból nem jelentős annál is inkább, mert a mérlegben nagyobb hiányt felmutató kálium a lucerna-talajokon a nagy tartalékok miatt csak kivételesen okoz tápanyaghiányt.

A növény föld feletti részének hatása a talajerőre

Bár a talajerő kialakításában a növény gyökérzetének legtöbbször nagyobb a szerepe, mint a föld feletti részeknek, mégis meg kell állapítanunk, hogy egyes növények föld feletti részeinek szinte nélkülözhetetlen és kimagasló feladatuk van a talajerő fenntartásában. Ez a szerep két irányban jut kifejezésre, nevezetesen beárnyékoló képességükben és az üzemen belül a szervesanyag-körfolyamat kialakításában.

A gyakorlati életben beszélünk beárnyékolási talajérettségről, ami egyes növények beárnyékoló hatására jön létre. Amint már érintettem is, a talajérettség nem egyéb, mint a talaj tartós szerkezetének kialakult volta. A beárnyékolás hatására ugyanis fokozottabb mérvben biztosítottak a mikroszervezetek fizikai életfeltételei, aminek következtében a morzsa-képző folyamatok, a morzsaelemek biológiai felépítése intenzívebb lehet. A beárnyékoló növény hatására ugyanis közvetlenül a talaj felett és magában a talajban is kedvező mikroklimatikus viszonyok létesülnek. A beárnyékoló növény védi a talaj felső rétegeit a kiszáradástól, azt nyirkosan tartja, minthogy a talajfelület relatív páratartalma nagyobb, de nincs kitéve a napfény szárító hatásának sem. Ezenkívül letompítja a hőmérsékleti ingadozásokat, ami ugyancsak a mikroszervezetek zavartalanabb fejlődését biztosítja, sőt a mikroba-asszociációk megszilárdítását is lehetővé teszi. Védi a talajt a csapó esőben rejlő megterhelésektől, a mikro- és makroerózióktól. Természetesen pusztán a beárnyékolás nem képes a talaj tartós szerkezetének kialakítására, csak hathatósan elősegíti azt, ha a talajélet egyéb előfeltételei is adottak, főként ha a mikroszervezetek tápláléka, az elégséges mennyiségű, jó minőségű szerves anyag folyamatosan rendelkezésre áll, és tartós humuszban (morzsaelemekben) sem szenved hiányt a talaj.

Vannak olyan beárnyékoló növények, amelyek a tenyészidő végéig, illetve a magérésig megtartják ezt a becses tulajdonságukat, mint pl. a szegletes lednek és a pillangósokkal kevert kalászosok. De nagyobb számban vannak olyanok, amelyek csak a szárbaindulásig vagy a virágzásig árnyékolják be a talajt, és tartják nyirkosan annak felső rétegét. Ezért is kimagasló a szerepük talajérettség tekintetében a zölden levágandó takarmánynövényeknek, amelyek a beárnyékolás mellett még jelentős mennyiségű és minőségű szerves anyagot is felhalmoznak a talajban. Sőt még a talaj nedvességét sem veszik nagyon igénybe, mert hiszen a magéréskor bekövetkező talajkiszáritás időszaka előtt kerülnek levágásra. Egyes növényeknek a tenyészidő végén megnyilvánuló talajszárító hatása rombolóan

hat, különösen a talaj legfelsőbb rétegének szerkezetére. Ilyen tünetek jelentkeznek a kalászosok érésekor, különösen szárazság idején, s ez klimatikus viszonyaink között úgyszólván rendszeresen előfordul. Már az előzőkben is említettem a talaj kiszáradásával járó szerkezetrombolást, ami nemcsak a talajmorzsák kiszáradásának mechanizmusával magyarázható, hanem talajbiológiai okokra (nedvesség hiánya) is visszavezethető.

Ha figyelemmel kísérjük a gabonafélék talajfelületét, tapasztalhatjuk, hogy szárbaindulásig, vagyis amíg a jól megbokrosodott növény tökéletesebben borítja a talajt, a felület még szárazság esetén is érett állapotban marad meg. De szárbaindulás után, különösen pedig az érés közeledtére, amikor a növény elveszti beárnyékoló képességét, a talaj felülete szerkezetességét többé-kevésbé szintén elveszti. Bekövetkezik ez elsősorban a talaj szerkezet leromlására hajlamos, tehát humuszban szegény, túlságosan kötött, savanyú vegyhatású talajokon, amelyek ilyenkor megcserepedednek, kőkeménnyé válnak, sőt meg is repedeznek. A talaj felületének ilyen leromlása száraz évjáratokban különösen az őszi búzánál nagy termés-csökkenéseket okozhat. A tenyészidő végéig jól beárnyékoló zabnál ilyen tünetek ritkábban fordulnak elő, de nem fordulnak elő talajfelületi szerkezetleromlások akkor sem, ha a kalászosokat pillangósokkal, pl. búkköny fajokkal keverve vetjük, mégpedig azért, mert ezek a kalászosok szárbaindulás után is beárnyékolva tartják a talajt, de azért sem, mert a tenyészidő alatt leváló, elhalt gyökérrészek jó minőségű, N-dús szerves anyaggal látják el a talajt. E tényezők komplex hatására a talaj szerkezetessége szinte megszilárdul, és a talaj érettsége biztosított lesz. Élénk emlékezetemben van még az a kb. 30 év előtti tapasztalatom, amikor egy búzatábla szélén 3 hold őszi borsós búzát vetettem magtermesztés céljából (iregyszemcsei mezősegi vályogon). Példátlanul száraz volt a június. A búza alatt szinte kőkeménységűvé vált a talaj, sőt helyenként meg is repedezett, úgyhogy botomat csak néhány cm-re tudtam beleszúrni a földbe. Ezzel szemben az őszi borsós búza talajába fél arasznyira is beszúrhattam gazdabotomat, bizonysgául annak, hogy a talaj profilja csaknem végig beérett volt. Ebben a szinte példátlanul száraz évben az őszi borsós búzakeverék haragos zöld színt mutatott, dacolt a szárazsággal, és jól megjegyeztem magamnak, hogy az őszi borsóval kevert búza k. h.-anként nem adott kevesebb búzatermést a csak tisztán vetett búzánál. Utána istállótrágyázott repce következett, amikor is a tiszta búzavetés után 210 kg-mal termett kevesebb repce, mint a magkeverékes vetés után. Az utónövény terméstöbblete elsősorban a talaj szerkezetességében rejlő nagyobb mikroba-tevékenységnek volt tulajdonítható, amely az istállótrágya jobb érvényesülésében jutott kifejezésre. Meg kell még azt is jegyezni, hogy a felhozott példában módszertanilag szinte lehetetlen lemérni a két komplex tényező viszonylagos súlyát, nevezetesen egyrésről a beárnyékolás, másrésről pedig a pillangós növény beiktatása következtében beálló talajérettséget. Az esetek tekintélyes részében azonban éppen a pillangós növények, illetve nem pillangósokkal történő társításuk (keveréktakarmányok) nyújtják a legjobb beárnyékolást. Mindezeket az egyes növények tárgyalása során érintem részleteiben.

A művelési növények föld feletti részének a talajerőre gyakorolt másik hatása inkább közvetett jellegű, és abban jut kifejezésre, hogy az egyes növények főként az istállótrágyán át, és egyes esetekben a zöldtrágyában

milyen mennyiségű és minőségű szerves anyagot juttatnak az üzem szervesanyag-körfolyamatába.

Ebből a szempontból a növényeket különféle csoportokba sorolhatjuk. A *zöldtrágya-növények* teljes föld feletti része minden veszteség nélkül kerül a talajba, illetve az üzem szén-körfolyamatába. A *takarmánynövények*nek ugyancsak teljes föld feletti terméke kerül az állati szervezetbe, ahol azonban annak mintegy fele állati terméké, tehát árutermékké alakul át, másik fele pedig főként mint nemesített, tartós jellegű humusz anyag (szilárd ürülék) kerül az istállótrágyába. Az *árutermelő növények* nagy része ebből a szempontból *kettős hasznosítású*, mert a közvetlen árutermelés mellett *takarmányhulladékokkal* (kukoricaszár, cukorrépafej stb.) is ellátja az *állatállományt*, és így járul hozzá a trágyatermeléshez. További kategóriába tartoznak a melléktermékként *alomszalmát termő kalászosok*, főként az őszi kalászosok, amelyek bizonyos határig az istállótrágya nélkülözhetetlen alapanyagát képezik, és ugyancsak egy bizonyos határig kevés veszteséggel hozzájárulnak az istállótrágya, illetve a szerves anyag mennyiségének szaporításához. Végül vannak még kevés számmal olyan művelési növények is, amelyek föld feletti része egyáltalában nem kerül be az üzem szervesanyag-körfolyamatába. Ezek főként a rostonövények.

Fontosnak tartottam a művelési növények osztályozását és rendszerezését ilyen szemléletből, hogy mind mennyiségi, mind pedig minőségi vonatkozásban áttekintést kapjunk üzemen belül a nagyon is kíváncsú szervesanyag-forgalomról. Ennek a szemléletnek céltudatos figyelembe vétele tudományos adatokat nyújt a talajerő megszervezéséhez, és nem hagyható figyelmen kívül az általános üzemszervezésben sem.

A művelési növények elővetemény-hatása

Az előzőkben elemeztem a növények gyökérzetének és föld feletti részének mindazokat a tényezőit, amelyek a talajerőre hatással vannak. E tényezők az egyes művelési növényekben természetesen különböző mértékben és kombinációban testesülnek meg, és összehasonlításuk adja meg annak jellegét, hogy az egyes művelési növények milyen hatást gyakorolnak a talajerőre, annak fenntartására, fokozására, vagy lerontására, továbbá, hogy ez a hatás rövid időre szól-e vagy távlati, ugyanazon a helyen érvényesül-e vagy csak üzemen belül, amikor is globálisan fokozza a szerves anyag körfolyamatát. A későbbiekben jellemezni fogom ebből a szempontból az egyes művelési növényeket, illetve növényi csoportokat, de mielőtt erre rátérnék, szükségesnek látom elvileg tisztázni a *növények komplex hatását* a talajerőre, egyszóval azok *elővetemény-hatását az utónövényekre*.

Az egyes művelési növények elővetemény-hatását az utónövényre — amint már említettem — főként két tényező alakítja ki. A *gyökérzet* a maga szinte tökéletes behálózó képességével teremti meg a *talaj szerkezetességét*. Mennél finomabb alkatú és mennél gazdagabb P-ben, K-ban és különösen N-ben a gyökér (pillangósok és fiatal gyökerek), annál gyorsabban alakul ki ennek nyomán a talaj szerkezete. Továbbá mennél folya-

matosabb a szerves anyag utánpótlása (évelő takarmányok), annál tartósabb és huzamosabb ideig marad szerkezetes állapotban a talaj.

Bár a talaj tartós szerkezete a talajerő legfontosabb előfeltétele, egymagában mégis csak fizikai kereteket, lehetőséget nyújt arra, hogy a talajban lévő szerves anyagok és tápanyagok biológiailag az utónövény javára feldolgozásra kerüljenek. Vagyis ez annyit jelent — és most említem meg a második tényezőt: — a *talajerő megteremtéséhez az is szükséges, hogy az ilyen szerkezetes, tevékeny talajnak legyen is mit feltárni a növények számára.*

A talajerő eszerint két főtenyező szintéziséből adódik:

1. *A talaj tartós szerkezetéből és*

2. *tápanyagfeltöltöttségéből:*

Mindkét tényező kialakulására, annak mérvére döntő hatással van a növény önmagában — mégpedig akár erősen pozitív, akár pedig negatív irányban — és természetesen a talaj is.

E két tényező sokszor komplex módon jelentkezik, ha a talajszerkezetét kialakító gyökérzet egyben jó minőségű is (pillangósok), és ezek alakítják ki az egyes művelési növényeknek a gyakorlati életben ismert ún. *jó elővetemény-hatását, illetve elővetemény-értékét.*

Jelentősen befolyásolja különösen száraz klimatikus viszonyaink között az elővetemény hatását az utónövényre még az a körülmény is, hogy viszonylag mennyi nedvességet használ fel a növény, és *mennyi nedvességet hagy hátra az utónövény számára.*

De meg kell még említenem az *egyes művelési növényeknek azokat a távlati hatásait is, amelyek a talaj tartósabb humuszképzésében jutnak kifejezésre.* Nagy a szerepük itt elsősorban az évelő takarmánynövényeknek. A jobb minőségű, tartósabb jellegű humuszképzés a talajszerkezet kialakításának fontos építőkövét jelenti, mert hiszen annak kolloidkéimiai előfeltételeit nyújtja.

Ilyen távlati hatás az is, hogy a mélyen gyökerező pionír növények (lucerna, somkóró stb.) utat törnek a mélyebb rétegekbe, hogy ugyanezen a nyomon lehatolhassanak a kevésbé agresszív utónövények gyökerei, aminek nagy a jelentősége a szárazság elleni küzdelemben, a mélyebb rétegek légcseréjében, a tápanyagfeltárásban, az alsóbb rétegek némi humuszel-látásában, sőt abban is, hogy az ilyen mély gyökérzetű növény az altalajban levő, fel nem tárt tápsókat a gyökérzet útján a feltalajba hozza és ott felhalmozza.

Szeretném azonban hangsúlyozni azt, hogy a *művelési növények elővetemény-hatása nem fejezhető ki abszolút értékelésben.* Rendkívül befolyásolja a növények elővetemény-értékét az, hogy milyen növények, illetve növényi csoportok következnek utánuk.

A keszthelyi intézetben két ízben is 30 művelési növényvel beállított elővetemény-kísérleteink során megállapítottuk, hogy míg az őszi búza 52 %-os terméskülönbségeket mutatott a 30 elővetemény hatására, addig a tavaszi növényeknél, nevezetesen a tavaszi árpánál 16 %-ra csökkent ez a reakciós szóródás. Ennek magyarázata az, hogy míg a búzára mint őszi növényre a különféle növények elütő gyökérmennyiségében és főként minőségi összetételében rejlő pentozán-hatások élenkebben érvényesülhettek, mert a pentozán-folyamatok az idő rövidsége miatt a búza el-

vetéséig nem mehettek végbe, addig a tavaszi növényeknél ez a folyamat inkább közeledett a befejezéshez. De ettől függetlenül a tavaszi árpa kevésbé N-igényes növény, mint az őszi búza, és nem érzi meg a pentozán-folyamatok során bekövetkező N-hiányt. De oka még abban is rejlik, hogy az előveteményeknek a talaj kiszáritásában jelentkező különbségei a közbeiktatott őszi szántás és a bekövetkező téli csapadék hatására a tavaszi árpa esetében elmosódnak.

Előnyösen sietteti a pentozán-folyamatokat természetesen a kedvező meleg és nyirkos őszi időjárás is, amikor a jó és rossz elővetemények hatásában kisebb szóródások jelentkeznek. Az elővetemény-különbség a tavasszal vetett füvesherénél még kisebbre csökkent, nevezetesen csak 7 %-ra, valószínűen azért, mert a pillangósok kevésbé érzékenyek a rossz elővetemények után jelentkező N-hiányra, a fűvek pedig — ha megfelelő vetőágyban részesülnek — ugyancsak igénytelenebbek az előveteményekkel szemben.

Érdekes volt még megfigyelni azt is, hogy míg a hüvelyesek elővetemény-hatása az őszi búzára természetesen a legelőnyösebben, vagyis a késői kapásnövények csoportjához képest 52 %-os terméstelebbetben jelentkezett, addig a tavaszi növényekre ez a kedvező utóhatás semmivé sorvadt, nyilván az őszi esőzésekre bekövetkező nitrát-kimosások miatt.

Ezzel a néhány példával csak arra kívántam rámutatni, hogy a vetésforgó összeállításakor milyen jelentőségű az egyes növénypartnerek olyatén megválasztása, hogy az elővetemény-hatások megfelelő elemzése után minden növény a viszonylag legjobb elővetemény után kerüljön. Csak ezeknek az irányelveknek a figyelembevételével érhetjük el azt, hogy a vetésforgó globális teljesítő képessége a legnagyobb legyen. A vetésforgóban tehát végeredményben az *ésszerű elővetemény-gazdálkodásnak kell érvényesülnie.*

A műveleti növények viszonylagos elővetemény-hatását lényegesen befolyásolja még a talaj típusa, trágyázottsága, és általában a talajerő. Mennél jobb erőben van a talaj, mennél több benne a felvehető N, annál kevésbé érvényesül a pentozán-folyamatok következtében előálló N-hiány, mert a nitrát-asszimiláció után még mindig marad elég készlet az utónövény számára. Továbbmenve, a jó erőben lévő talaj szerkezete is kialakultabb, minek folytán a talajt kiszáritó elővetemények után az utónövény a jobb vízgazdálkodású talajban kevésbé érzi meg az esetleges nedvességhiányt.

Megjegyzendő még, gyakorlati szempontból jelentős az is, hogy kevésbé jó, sőt rossz előveteményű növények hátrányos utóhatását módunkban van megfelelő kultúrbeavatkozásokkal, trágyázással és beérlelő talajművelési eljárásokkal többé-kevésbé enyhíteni.

Végeredményben megállapítottuk, hogy a különböző *műveleti növények ún. elővetemény-hatása egy utónövényre bizonyos szóródással érvényesül.* Mennél jobb a talaj típusa (humuszban gazdag, mély rétegű mezősegi talaj), mennél jobb annak szerves- és nitrogén-trágyázottsága (élvő takarmányok, pillangósok, erős állattartás), mennél kedvezőbb az időjárás a pentozán-folyamatokra, annál szűkebb lesz ez a szóródás. Előfordul pl. egy kitűnő erőben levő mezősegi talajnál, hogy a rossznak minősített elővetemény hatása csaknem megközelíti a jónak minősítettét.

Ezzel szemben mennél mostohábbak a talaj- és trágyázási viszonyok, annál inkább kitágul e szóródás, ami gyakorlatilag annyit jelent, hogy annál nagyobb gondot kell fordítanunk az elővetemények megválasztására és elrendezésére a vetésforgóban (ésszerű elővetemény-gazdálkodás).

2. A VETÉSFORGÓ ALAPELEMEI

Az egyes művelési növények hatása a talajerőre és a hatások elemzése

Mielőtt rátérnénk a vetésforgó, illetve vetési sorrend irányelveinek igen bonyolult kérdésére, közelebbről kell elemeznünk az egyes művelési növények és növényi csoportok mindazon tulajdonságait, amelyek a talajerőre hatással vannak. De ugyanakkor meg kell ismerkednünk az egyes növényeknek egymásra gyakorolt hatásaival is. A növények ugyanis a vetésforgónak mint önmagába visszatérő organikus egységnek szerves részei. A talajerőgazdálkodás szempontjából ésszerűen összeállított vetésforgóban mint közösségben minden növénynek, illetve szakasznak megvan a maga hivatásszerű feladata, és ha ezt szerencsésen állítjuk céljaink szolgálatába, az eredmény a vetésforgó mennél nagyobb, biztosabb és tartósabb globális teljesítő képessége lesz.

Hogy a vetésforgó építőköveivel, elemeivel, vagyis a növénnel és annak összefüggéseivel tisztába jöhessünk, vizsgálnunk kell az egyes művelési növényeket, illetve növényi csoportokat mind biológiai, mind üzembiztonsági szempontból.

Biológiai tekintetben különösen érdekes a növények hatása a talajra, valamint az utónövényre, mégpedig elemezve az okát.

Nem kevésbé fontos, hogy a talajjunkság veszélye nélkül az egyes növények milyen mérvben természetközeli egymás után, illetve miképpen jelentkeznek az ismételt termesztés káros hatásai?

Mit nyújtanak az egyes növények az üzemi szervesanyag-forgalomnak mennyiségi és minőségi vonatkozásban?

Mennyire kímélik, illetve használják ki a talaj vízkészletét, és mit jelent ez az utónövény számára?

A trágyázás és talajművelés terén mik azok a termesztéstechnikai lehetőségek, amelyekkel az ún. rossz előveteményű növények hátrányos utóhatását enyhíteni lehet?

Milyen előnyt, illetve hátrányt jelent az egyes művelési növények rövid, illetve hosszú tenyészideje a vetésforgó időgazdálkodása tekintetében?

Végül pedig azoknak a szempontoknak a figyelembevétele, amelyek az egyes művelési növények elővetemény-igényeinek és elővetemény-hatásának viszonylagos összeegyeztetésében, egyszóval az ésszerű elővetemény-gazdálkodásban jut kifejezésre abból a célból, hogy — amint már mondtam is — a vetésforgó teljesítő képessége a legnagyobb legyen.

Az üzembiztonsági szempontok — ha közvetve is — ugyancsak a talajerő fokozását szolgálhatják, amikor szilárd takarmánybázist biztosítunk a vetésforgóval. Ebben az esetben úgy választjuk meg a növényeket és azok sorrendiségét, hogy termésük biztosabb, kockázatmentesebb legyen,

amit elősegít természetesen még a sokoldalúbb termelési rendszer is. De figyelembe kell még vennünk a megválasztott növények együttesében jelentkező vonóerő- és kézi munkaerő-szükségletek torlódásmentes folytatosságát is, mert mindezek szervezetlenségből származó üzemi zökkenők a termelés, végeredményben az üzem szervesanyag-körfolyamatának rovására mennek.

Rendkívül hibás tehát az a gyakorlati életben igen sokszor követett szemlélet, amikor az egyes művelési növényeket elszigetelten, tisztán áru-termelési teljesítő képességük szempontjából bírálják el és értékelik. Minden növénynek vannak biológiai és üzemgazdasági kihatásai, mégpedig mind pozitív, mind negatív irányban, amelyek legtöbbször komoly eltolódást idéznek elő az egyes művelési növények gazdasági értékében. Eszerint az egyes művelési növények értékét egymagában sohasem árutermelési teljesítő képességük szabja meg, hanem azt mindig ki kell egészíteni azokkal az értéktermelő, illetve értékcsökkentő hatásokkal, amelyeket a növény mind a talajra, mind a vetésforgó egészére, illetve az üzemre gyakorol.

Éppen itt kell rámutatnom azokra a szinte veszedelmes tévedésekre is, amikor valaki a kettős számtartás adataira támaszkodva von le szinte mechanikusan következtetéseket valamely növény jövedelmezőségére. A kettős számtartás adatai mint »röntgenkép« igen értékesek, de abból a mezőgazda ne csak mint kalkulátor, hanem mint biológus és üzemgazdász is tudjon olvasni. A kalkuláció tehát csak akkor válik teljes értékűvé, ha azt ki is egészítjük az egyes növények kihatásaiban jelentkező pozitív, illetve negatív értékekkel, de ugyanakkor mérlegeljük az egyes növények területarányában jelentkező esetleges szélsőségek kedvezőtlen biológiai és üzemgazdasági kihatásait is.

Pl. hiába a legkiemelkedőbb a lucerna vagy füveshere hatása a talajerőre, ezek területi kiterjesztésének egy-egy üzemben megvan a maga maximális, illetve optimális határa, amit megszabnak a térhódítás veszélye egyéb növények elől, az ennek nyomán bekövetkező rovarkárok és egyéb üzemgazdasági szempontok. Vagy hiába díszlik az őszi búza kitűnően egy gazdaságban, túlzott kiterjesztését lehetetlenné teszi a megfelelő elővetemények hiánya, a rovarkárok elburjánzása és egyben a talajerő általános leromlása.

Mindezeknek a szempontoknak a figyelembevételével a művelési növényeket a talajerő és a vetésforgó szempontjából a következőképpen csoportosítjuk:

1. kalászosok
2. hüvelyesek
3. kapások
4. késői elővetemények
5. korai elővetemények
6. évelő takarmányok.

1. A kalászosokat általában talajrontó növényeknek kell tekintenünk. Bár bojtos gyökerűek, de mire aratásra kerülnek, a gyökerek elvénülnek, ennél fogva beltartalmuk (C/N arányuk) alárendelt. Beárnyékolásuk csak a szárbaindulásig áll fenn. Aratásra hazai viszonyaink kö-

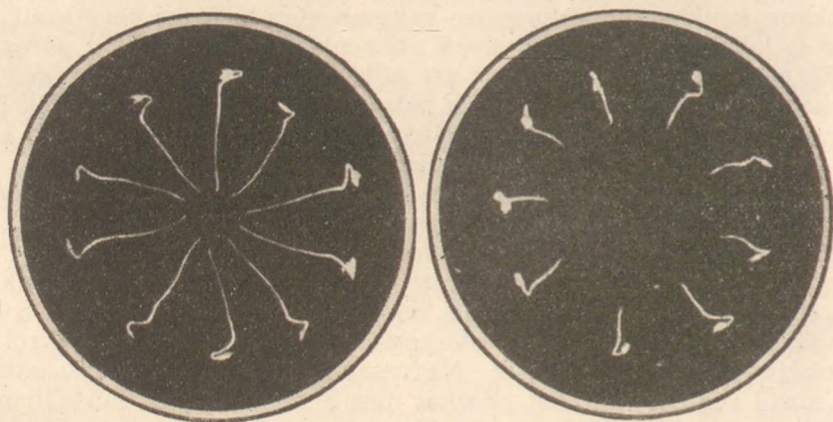
zött rendszeresen teljesen kiszárad a talaj, ami egyben a mikroszervezetek életfeltételeit megszünteti, tehát szünetel a talajszerkezet biológiai felépítésének folyamata is. De ettől eltekintve a talaj kiszáradása folyamán is bekövetkezik a morzsák mechanikai összeomlása. Mindez fokozatos szerkezetrontást von maga után, különösen kötött és humuszban szegény talajviszonyok között. Fokozottabban jelentkezik ez természetesen savanyú vegyhatású, vagyis olyan talajokon, amelyek amúgy is hajlamosak a talajszerkezet leromlására. A leromlás elsősorban a talaj felületén jelentkezik (kiszáradás és eső váltakozó hatása), továbbá a feltalaj alsó részén, amikor a növény fiatal gyökerei a szárbaindulás után elhalnak, majd elvételük során értéktelenné válnak. Ilyenkor a morzsaképzés biológiai feltételei hanyatlóban vannak. Ennek a szerkezetromlásnak a hatására a pórustér fogat lecsökken, a talaj összetömődik, a szellőzés hiányossága folytán a talaj CO_2 -tartalma felhalmozódik, és a mikroszervezetek aktivitása ellanyhul. Mindezek a jelenségek természetesen fokozottabban jelentkeznek akkor, amikor a vetésforgóban kalászos után kalászos következik, annyival is inkább, mert *a kalászosok után mindig a legkisebb a pórustér fogat*. Ez a kedvezőtlen állapot az azt követő kalászos után még kedvezőtlenebbé válik. Fokozza még ennek hátrányos hatását a gabonafélék N-ben szegény gyökérzete és tarlómaradványa is, amely az utónövényben a pentozán-folyamatok káros hatását vonja maga után.

Addig, amíg a nem kalászos növények botanikailag a legkülönbözőbb családokba sorolnak, a kalászosok azonos családba tartoznak. Ez a tény még annyiban is súlyosbítja a kalászosok egymás utáni termesztését a vetésforgóban, hogy elhatalmasodnak az azonos kártevők (gabonalegyek, futrinka, drótféreg stb.). Ezek az erős fertőzések csak igen nehezen szüntethetők meg gabonaszegény vetésforgókkal, mert a kártételek évről évre progresszív módon fokozódnak. Nedvesebb évjáratokban a gabonabetegségek közül végzetes károkat okozhat még a gabona utáni gabonában, de különösen a búzában a torgomba betegség (*Ophiobolus [graminis] cariceti*). A tájékozatlan mezőgazda ilyenkor azt mondja, hogy búzája »megszorult«.

Figyelemre méltó E. GÜNTHER (1951) kutatási eredménye is, amit laboratóriumban csírázó gabonamagvakon is bebizonyított. Eszerint a gabonagyökerek lebontásakor keletkező termékek 76 %-kal lecsökkentik a csíranövények fejlődését a nem kezelt növényekével szemben (19. ábra). Vannak még olyan talajbiológiai megfigyelések is, hogy miután a botanikailag azonos családokra jellemzően alakul ki a talajban az edafon, a gabona után termesztett gabona után ez még károsabban egyoldalú, annyira, hogy már ártalmára lehet a növénynek. Ezt a kedvezőtlen helyzetet úgy küszöbölhetjük ki, hogy kalászoszt legfeljebb minden második évben iktatunk be a vetésforgóba. Ilyenkor ugyanis mindig más és más botanikai családba tartozó növény váltja egymást, ami a keletkező egyoldalúságokat — legyenek azok kártevők, gombabetegségek, talajbiológiai okok vagy egyéb élettani igények — egészségesen megszünteti. Egyébként ez az irányelv egyik alapvető tétele a vetésforgó szakszerű összeállításának. Kevés növény kivételével (rozs, kender, kukorica stb.) általában az a tapasztalat, hogy *mennél ritkábban követik egymást a növények a vetésforgóban, annál többet teremnek*.

A kalászosok talajrontó hatását azonban módunkban van többé-kevésbé enyhíteni. Az azonnal és szakszerűen elvégzett tarlóhántás, az annak nyomán kialakult takaróréteg, és az így képződő talajharmat folytán beálló felnyirkosodás megindítja a talajbiológiai tevékenységet és a talajszerkezet biológiai felépítését. A keszthelyi kísérleti intézetben a búzatarlón végzett tarlóhántást követő 4 hét után a talaj 12 cm-re átért, szemben a hántolatlan tarlóval, amelynek talaja keményre kiszáradt, és így szinte teljesen élettelen maradt.

Lassítja még az őszi kalászosok talajának leromlási folyamatát az az ápolási eljárás, amikor a vetést tavasszal megboronáljuk, vagyis porhanyó takaróréteget alakítunk ki rajta. Különösen hathatós ez az eljárás, ha ennek nyomán gyorsabb ütemben bokrosodik a növény, és beárnyékolja a talajt. Elősegíti ezt még a jó erőben levő talajállapot, a nitrogén-fejtrágyázás, és az ennek nyomán bekövetkező állománysűrűség is.



19. ábra. A gabona gyökerének lebontásakor keletkező termékek gátlóan hatnak a csíranövények fejlődésére (E. GÜNTHER nyomán)

A kalászosok egyoldalú talajromlását azzal is enyhíthetjük, hogy a kalászosokat hüvelyesekkel keverve vetjük, pl. zabot bükkönnyel, Viktória-borsóval, homoki borsóval, szegletes lednekkel, vagy tavaszi árpát lencsével, expreßz-borsóval, továbbá az őszi búzát pannonbükkönnyel vagy őszi borsóval (bár ez fagyérzékeny), a rozsot szőszös bükkönnyel stb. Fontos, hogy a keverékvetések növényei jól társuljanak, együtt érjenek be, és a keverék aránya megfelelő legyen. Ez utóbbit nem könnyű megállapítani. Kétféle megoldás lehetséges. Amikor a hüvelyesek magtermésén van a hangsúly, a növények aránya általában a hüvelyesek felé tolódjék el. Ilyenkor természetesen a keverékvetés elveszti kalászos jellegét. Ha azonban a gabonatermesztésen van a hangsúly, és a jelen esetben erről van szó, úgy a gabonamagvakhoz csak annyi hüvelyest keverünk, hogy a hüvelyes növények száma közepes viszonyok között mintegy 5–10 %-a legyen a gabonanövények számának. Kivételek a tavaszi kalászosok, de különösen a zab, amely több hüvelyest bir, illetve kíván meg, mert különben elnyomja azokat. *Mennél szárazabb a klíma és mennél jobb erőben van a talaj, annál több legyen a hüvelyesek aránya.* A ned-

ves időjárás igen kedvez a hüvelyeseknek, a jó erőben levő talaj pedig inkább a gabonáknak. Ilyen arányokkal a gabonák termésátlaga tapasztalataim szerint nem lesz kisebb a tisztán vetettekénél, és a hüvelyesek magját szinte ingyen nyerjük. A hüvelyeseket csigatriórral elég gyorsan elválaszthatjuk. Némi nehézséget jelent nagyüzemi viszonyok között a pannonbüköny gyors elválasztása a búzától, de a kérdés megérdemelne, hogy ennek technikai megoldásával foglalkozzunk.

A keverékvetések előnye az ingyenes pillangós vetőmag nyerésén kívül az, hogy a talaj jobb beárnyékolása folytán és a jobb összetételű (kedvezőbb C/N arány) pillangós gyökerek hatására a talaj szerkezete kevésbé romlik le, a növényzet elővetemény-hatása jobb lesz a tiszta vetésű gabonáénál, úgyhogy ez esetben inkább megengedhető, hogy ilyen »befreckskenedett« gabona után gabona következhessek. A jobban beért és nyirkosabb tarló megfelelő talajműveléssel tökéletesebben készíthető elő őszi gabona alá, mint egy tisztán vetett gabonatarló. Nagy előnye még a keverékvetésnek az, hogy a termések biztonságosabbak, ingadozásmenesebbek lesznek, mert a két ellentétes igényű növény jobban alkalmazkodik az eltérő időjárási viszonyokhoz, továbbá a gabonákba belekevert hüvelyesek térhódításukkal az esetleg bekövetkező rovarkárok hézagait is szerencsésebben kitöltik.

Nagymértékben enyhítik még a gabonafélék talajszerkezetrontó hatását a közéjük vetett herefélék is, ami nyilván kedvező összetételű gyökereiknek tulajdonítható. A keszthelyi kísérleti intézetben végzett vizsgálatok arra mutattak, hogy míg a tisztán vetett tavaszi árpa gyökérmadvány-szárazanyaga k. h.-anként 5,10 q, addig a vörösherevel vetetté 16,40 q volt, mégpedig meglehetősen száraz időjárásban. Ez a mennyiségi és nyilván minőségi fölény világosan rámutat a közévetett herefélék talajjavító hatására.

A helyileg talajrontó tulajdonságuk mellett figyelemre méltó hivatásuk a kalászosoknak, hogy *alomszalma-, takarmányszalma és pelyva-szolgáltatásukkal erősen hozzájárulnak az üzem szervesanyag-körfolyamatához*, de hangsúlyoznom kell, hogy csak bizonyos határig. A határ nagyobb túllépése esetén némileg fokozódik ugyan a trágyatermelés, de erős regresszivitással, mert a túlzottan almozott trágya erjedési vesztesége mind jobban fokozódik. Ezzel szemben a túlzottan kiterjesztett gabonatermesztés az ismertetett okoknál fogva hátrányos a talajerőgazdálkodásra. E két szemben álló tényező, nevezetesen a gabonafélék talajrontó hatása és a szalmatermelés némi istállótrágya-többlete szabja meg a gabonafélék területi arányainak helyes irányelveit. De megszabják még az ökológiai adottságok is, amennyiben szélsőségesen száraz éghajlat és szélsősegesen kötött talajviszonyok között (szikes, réti agyag) több gabonát kell termesztenünk, mert *ilyen mostoha vízgazdálkodási viszonyok között a kalászosok, de különösen az őszi kalászosok a legbiztosabban termő árutermő növények.*

A gabona előnye még általában az, hogy *korán letakarul*, ami lehetővé teszi a talajművelés torlódásmentesebb megszervezését, *kötöttebb talajviszonyok között pedig a nagyon is kívánatos nyárvégi istállótrágyázást*, továbbá a kedvezőbb időjárási viszonyok bekövetkeztekor elvégezhető alkalmoszerű tarlóvetéseket, végül pedig a herefélék közévetését. Mind-

ezeket elsősorban a talajerőgazdálkodás szolgálatába kell állítani. Ezekre később még kimerítőbben kitérek.

A gabonafélék felsorolt közös tulajdonságai mellett a talajerő szempontjából azonban *különbséget kell tennünk az őszi és tavaszi gabonák között.* Az őszi gabonák a legérzékenyebbek, illetve a legigényesebbek az előveteményekkel szemben. Vonatkozik ez elsősorban az elővetemény után jelentkező *pentozán-folyamatokra* és arra, hogy az *elővetemény mennyiben vette igénybe a talaj vízkészletét.* Míg az őszi kalászosok igen erősen reagálnak a jó és rossz előveteményekre, addig a tavaszi kalászosoknak ez a reakciója vonatkozó kísérleti eredményeim alapján a minimumra csökken (lásd előző fejezetet).

Ebből az is nyilvánvalóvá válik, hogy ha már kalászos után kalászoszt kell természetünk, úgy *lehetően mindig tavaszi kalászos következésk,* nemcsak azért, mert ezek kevésbé reagálnak a rossz előveteményekre, hanem azért is, mert a közbeiktatott őszi szántás a fagy mechanikai hatására inkább elősegíti az összetömődött talaj fellazítását, sőt alkalomszerűen a megfelelő tarlóvetések (pl. repce-zöldtrágya) is bizonyos biológiai választóvonalat vonnak a két kalászos közé. Egyébként a tavaszi kalászosoknak viszonylag legjobb előveteményei a kapások.

Az őszi kalászosoknak — mint általánosan ismeretes — legjobb előveteményei a hüvelyesek és az egyéb korán letakaruló nem kalászosok, legrosszabb előveteményei pedig a kalászosok és a későn letakaruló kapásnövények, a burgonya kivételével. Mindezekre az egyes növények tárgyalása során kitérek. Jó előveteményei még a búzának az évelő takarmányok, de csak abban az esetben, ha azokat már augusztus elején kiszántjuk, és megfelelő beérlelő műveletekben részesítjük. A korábbi kiszántás és beérlelő talajművelés nélkül az évelősök nem mondhatók jó előveteményeknek. *Innen származik mezőgazda-körökben az a sok elentétes vélemény az évelő takarmányok jó vagy rossz elővetemény-hatásáról.* Azt is meg kell azonban még jegyeznem, hogy túl jó talajviszonyok között, de különösen lucernatalajokon a megdőlés veszélye miatt veszélyes lucerna után búzát vetni.

Ami az egyes gabonafajok elővetemény-hatását illeti, elővetemény-kísérleteim és tapasztalataim alapján az eddigi téves megállapításoktól eltérően a *gabonafélék közül a zab a legkevésbé rossz elővetemény.* Beárnyékolása csaknem a tenyészidő végéig tart, gyökérzete pedig a kalászosok közül a leggazdagabb. Száraz évjáratokban a talajt szárazabban hagyja ugyan hátra, mint a tavaszi árpa, de szakszerű tarlóláhántással ez a hátrány annál is inkább kiegyenlíthető, mert a zabtarló érlelhető be a legkönnyebben. Igazolja ezt a tapasztalatot a Békés megyei mezőszégi talajú belterjesebb gazdaságok vetési sorrendje, amikor is zab után búzát vetettek, de természetesen megfelelő beérlelő talajelőkészítés és N-trágyázás után. Magam is láttam ilyen kitűnően beállott és 17,50 q-t adó búzatáblát a volt csorvási uradalomban. Előfeltétele még természetesen, hogy a zab ne essék távol a szerves trágyától, továbbá az, hogy a talaj általában jó erőben és kedvező vízgazdálkodású (mély rétegű mezőszégi talaj) legyen.

Elővetemény-kísérleteim során a kalászosok közül a búza legrosszabb előveteménye a búza és az árpák (őszi s tavaszi) voltak.

Az őszi gabonafélék általában biztosabb terméseket adnak, mint a tavasziak. Mennél szárazabb az éghajlat és mennél kötöttebb a talaj, illetve rosszabb annak vízgazdálkodása, az arány annál inkább tolódjék el az ősziék javára, sőt szélsőséges esetekben (szikes talaj) éppen a téli csapadék hathatósabb felhasználása érdekében megokoltabb, ha a tavaszi kalászosokat teljesen kiküszöböljük. Enyhébb klímájú sörárpa-vidékeken az eltolódás inkább a tavaszi árpa kiterjesztésére irányuljon.

Végül a kalászosok kiterjesztésének maximális határaként azok 50%-os területarányát nem tartom megokoltnak, ha túllépjük. Egyébként is a megfelelő területarányt a tervfeladatokon kívül a termesztési és üzemi adottságok szabják meg.

2. A hüvelyesek mint pillangósok az egyényári növények között a legjobb búza-elővetemények. Kiváló talajjavítók. Bár gyökérzetük mennyiségileg kevés, de a talajt elég jól behálózzák, sőt egyik-másik hüvelyes (csillagfürt, lóbab) kiemelkedik azzal, hogy karógyökere mélyebb rétegekbe is lehatol, ami az utónövényre egymagában is termésfokozóan hat (szárazság elleni küzdelem). Még ennél is fontosabb az, hogy gyökérzetük összetétele viszonylagosan nagy N- és P-tartalmuk miatt kimagaslik (l. 8. táblázat). Ez a körülmény szilárdítóan hat a morzsaelemek kolloidkémiai alkatára, de ezen túlmenően a mineralizálás során az utónövény táplálását is fokozottabban szolgálja. A hüvelyesek az irodalmi adatok szerint k. h.-anként általában 30—80 kg légköri N-nel gazdagítják a talajt, ami nagy lépéssel viszi előre az N- és a fehérje-mérleg mindig előtérben álló problémáját. A hüvelyesek jó elővetemény-hatása csak rövid lejáratú, csak egy vagy ritkábban két évig tart. Míg az első évben a szerkeztjavításon kívül főként az N-hatásában jut kifejezésre, a második évben már N-hatás alig észlelhető. Ezért a hüvelyesek kimagasló hatását első-sorban az őszi növényekre kell érvényesíteni (őszi kalászosok), mert tavaszra, különösen ha csapadékos volt az ős és lazább a talaj, a bekövetkező nitrát-kimosások folytán a pillangósok N-hatása úgyszólván semmivé sorvad. Van azonban a hüvelyeseknek alig észrevehető távlati hatása is. Ha egy-egy gazdaság hosszú éveken át nagyobb arányokban (8—10 %) természetesen hüvelyeseket, ez a körülmény fokozatosan javítóan hat a talaj humuszának minőségére (C/N arány), de egyben fokozza az üzem szervesanyag-forgalmát is oly módon, hogy a jó elővetemények kiterjesztésével a szalmatermés és a gyökérmaradványok is nagyobbak lesznek.

A hüvelyesek és általában a pillangósok kitűnnek még nagy tápanyagfeltárási képességükkel, amire a nem pillangósokkal szemben gyökérzetük nagyobb P- és K-tartalma is rámutat. Mindez megmagyarázható gyökérzetük intenzív élettani teljesítő képességével, a nitrogén-gyűjtéssel, amely maga után vonja az egész növényi szervezet fokozottabb aktivitását is (erősebb asszimilálás és vele párhuzamosan ugyancsak fokozottabb gyökértáplálás). A hüvelyesek nagyobb tápanyagfeltárási képessége nemcsak az utónövényre jelentős, hanem — amennyiben huzamosabb ideig nagyobb százalékban termesztünk egy gazdaságban hüvelyeseket — az egész üzemben is éreztetni fogja kedvező hatását a talaj, de különösen az altalaj tápanyagtökéjének a feltalajba történő mozgósítása, felhalmozása által.

A hüvelyesek egy része jótékonyan hat még a talaj beárnyékolására is, különösen a gabonafélékkel társított vetésben. Ilyenkor a beárnyéko-

lás még hathatósabban előmozdítja a gyökerek szerkezetkialakító hatását. A hüvelyesek további előnye még az, hogy általában *vízkimélők* és korán takarulnak le; kivétel a szója, amely nem vízkimélő, sőt nem is korai növény.

Az *elővetemények* iránt *nem igényesek*, ezzel szemben — amint már említettem — az őszi növények legjobb előveteményei. Pusztán ez a tény maga is komoly értéktöbbletet visz a vetésforgóba.

Egyes hüvelyes fajok azonban a vetésforgóban nem férnek meg egymással, amikor is az ún. *talajuntság tünetét* tapasztaljuk. Különösen jelentkezik ez a borsó, a lencse és a bükköny esetében. Oka ennek ma még nem tisztázott. Vannak egyes feltevések, amelyek ezeket a jelenségeket mikrobiológiai okokra és a vírusbetegségekre vezetik vissza.

A talajerőfokozás szempontjából még fontos a hüvelyesek *rendszeres és erősebb foszfátózása*, esetleg kálizása, mert ez fokozottabb nitrogén-gyűjtésre készíti a növényt, és az utónövényekben ennek figyelemre méltó utóhatásai is jelentkeznek.

A *hüvelyeseknek mint búza-előveteményeknek termésfokozó hatása az őszi búzára a kapás előveteményekkel szemben országos viszonylatban legalább 3—4 q/k. h. szemterméstöbbletet és 5—6 q/k. h. szalma-terméstöbbletet jelent. Ez utóbbi átlagban mintegy 10—12 q istállótrágya-többletben jut kifejezésre*

A *hüvelyeseknek azonban vannak hátrányai is*, és ez az oka annak, hogy a mezőgazdasági termelésben nem jutnak olyan szerephez, mint ahogy azt a talajerőgazdálkodás szempontjából méltán megérdemelnék. E hátrányok azonban még összességükben is eltörpülnek kimagasló talajerőfokozó hatásuk mellett.

Talán legnagyobb hátrányuk abban a kockázatban rejlik, hogy *termésük erősebben ingadozó, de hátrányos továbbá az is, hogy aratásuk ugyancsak bizonyos nehézséggel, kockázattal jár* egyrészt a pergési veszteség, másrészt pedig a gabonaaratáskor összeeső munkatorlódás miatt. Mindezek azonban enyhíthetők egyrészt megfelelő technikai eljárásokkal, másrészt pedig a fajok és fajták ésszerű megválasztásával. Hátrányként kell még azt is felemlíteni, hogy a hüvelyeseknek viszonylag nagy a vetőmagszükségletük, helyesebben egyes fajoknak *kicsi az elszaporítási koefficiensük*.

Mindezek előrebocsátása után a következőkben egyenként tárgyalom az egyes hüvelyes növényeket és fajtákat azzal a megjegyzéssel, hogy korántsem kívánok termesztési utasításokat adni, hanem csak azokra a szempontokra hívom fel a figyelmet, amelyek a talajerőgazdálkodásra nézve fontosak.

Legelterjedtebben a borsókat termesztjük hazánkban. Rendkívül sokféle fajtájuk van, de a talaj szerkezetének kialakítása szempontjából ez alkalommal minket különösen beárnyékoló képességük érdekel. Általában *mennél magasabbra növő fajtákról van szó, annál jobban beárnyékolják a talajt és alakítják ki érettségét*. De előnyt jelent ez a könnyebb, pergésmentesebb aratáskor is. A borsók *termésingadozása az időjárástól függően általában igen nagy, de ezt nagyon befolyásolja a fajta is. Általában a korábbi fajták termése nem mutat olyan nagy ingadozást. A későbbi fajták termésingadozása különösen akkor nagy, ha azok szára-*

zabb vidékekre és rossz vízgazdálkodású talajokra kerülnek. A Tiszán túlra tehát inkább a korábbi fajták valók, kivéve ha igen jó vízgazdálkodású talajról van szó.

Erdekes statisztika bizonyítja a borsók nagy termésingadozását, amit annak idején egy tiszántúli nagyüzemben állítottam össze mintegy 1000 hold borsóra. Addig, amíg az őszi búza termésingadozása az összes búza-táblákra és több év terméseredményére vetítve 262 %-ot mutatott, addig a borsótermések ingadozása ugyanilyen alapon 820 %-ra szökkent fel. Természetesen a legkülönbözőbb szerződéses, ún. »fajtaborsókról« volt szó. A viszonylag legkisebb ingadozásokat a vitálisabb fajták, mint a *Viktória*-, de különösen az *expressz-borsók* mutatták. Ezek dacoltak legjobban a szárazsággal, sőt kisebb ingadozásokkal szelídebb szikes talajokon is közepes terméseket értek el.

A magasabbra növény, nagyobb szalmatömegeket adó fajták még azért is előnyösebbek, mert gyomosodásra való hajlamuk kisebb, inkább elnyomják a gyomokat, mint a kisebb testű, alacsonyabb fajták, továbbá több takarmányszalmát nyújtanak, tehát ezzel is inkább gyarapítják a szerves anyag üzemi körfolyamatát, mint a kisebb testű, kevés takarmányszalmát adó fajták.

A magam részéről, ha válogathattam a szerződéses és szabad fajták-ból, *leginkább a gyors kezdeti fejlődésű, jól árnyékoló és nem túl késői fajtákhoz ragaszkodtam.* E fajták mutatták a viszonylag legkisebb termésingadozást, alakították ki a legjobb talajérettséget, adták a legtöbb takarmányszalmát, biztosították a pergésmentesebb aratást, és aránylag leginkább ezek álltak ellen az elgyomosodásnak.

Ha egy gazdaságban meg akarjuk tervezni a hüvelyesek nagyobb kiterjesztését, ami üzemileg mintegy 8—10 %-ban még járható utat jelent, a torlódásmentesebb aratás biztosítása érdekében igen fontos, hogy a borsófajták, illetve egyéb hüvelyes fajok arányát úgy állítsuk össze, hogy érésük ne torlódjék össze, és így pergésmentesebb aratásuk is biztosított legyen. Kitűnő megoldásként jelentkezik itt megfelelő adottságok között a később érő és kevésbé pergő szegletes lednek beiktatása is, amire rövidesen visszatérek.

A gyomosodásra hajló, *kisebb testű borsók a vetésforgóban inkább a jól ápolt kapásnövények (cukorrépa) után következzenek.* A nagyobb testű, gyomosodásnak inkább ellenálló fajtákat pedig már a gyomnevelő kalászosok után is besorolhatjuk.

Szükségesnek tartottam itt olyan kérdéseket is felvetni, amelyek látzólag nem érintik a talajérőgazdálkodás tárgykörét, de közvetve mégis oda tartoznak. *Ha ugyanis megfelelő szervezéssel biztonságosabbá tudjuk tenni a borsók és általában a hüvelyesek termesztését, akkor inkább nyílik arra lehetőség, hogy beiktatásukat a kívánatos mértékben kiterjeszthessük.*

A felsorolt nehézségek és kockázatok voltak okai annak, hogy a hüvelyesek nem terjedtek el olyan mértékben, mint ahogyan azt kimagasló talajérőfokozó jelentőségük megérdemelte volna.

A teljesség kedvéért fel kell említenem az ún. *mezei borsót (Pisum arvense)* is. Ennek egyik tavaszi változata az ún. *homoki borsó*. Sokkal igénytelenebb a vetési borsónál (*Pisum sativum*), gyökérzete pedig a föld feletti részhez képest aránylag erősebb, durvább. Kitűnően árnyékol. Másik

változata az *őszi takarmányborsó*; kár, hogy nem fagyálló. A mezei borsókat általában kalászosokkal, nevezetesen zabbal és búzával keverve vetik zöldtakarmányozás céljából. Keverékben és zölden levágva igen jó érettségben hagyják vissza talajt.

Ami a borsók trágyázását illeti, nem hangoztathatom eléggé a foszfátózást, esetleg káliszegényebb talajokon a kálifoszfátózást. Ott pedig, ahol természettől fogva nem megfelelő a talaj szerkezete, tapasztalatom szerint jól bevált az ősszel k. h.-anként mintegy 80 q *éretlen istállótrágya adagolása*, amellyel tökéletes egyenletességgel beteríthetjük a talajt. Ez csak mintegy 50 q érett istállótrágyának felel meg, amelynek egyenletes eltergetése azonban gyakorlatilag nem lehetséges. Ilyenkor viszont számolnunk kell a borsó nagyobb gyomosodásával, illetve alaposabb ápolásával. Az éretlen istállótrágyát érdemes elsősorban jó kultúrállapotban lévő talajokon alkalmazni.

Nitrogénben szegény talajokon megokolt, ha a fejlődés első 3—4 hetének ún. éhségperiódusában — amíg a gyökérgümők ki nem fejlődnek —, kis adagú (50 kg) pétisót alkalmazunk.

A hüvelyesek közül talajerő szempontjából a legelőkelőbb helyet nem homoktalajokon és száraz vidékeken a szegletes lednek foglalja el. Gyökérzete a hüvelyesek közül a legdúsabban elágazó, amellet karógyökere, ha nem is erős, de a tenyészidő elején már gyorsan lehatoló. Gyökérvizsgálataink szerint dúsán elágazó gyökérzete szárazanyagban majdnem kétszerese az expressz-borsó gyökérzetének, árnyékoló képessége pedig egészen a tenyészidő végéig szinte tökéletes. E két kiemelkedő tulajdonsága magyarázza meg azt, hogy a hüvelyesek közül a *lednek hagyja legértettebben vissza a talajt*. Valósággal omlik a talaj az aratás után megejtett társzás nyomán.

Érdekes adatokban ismerteti KONOLD (1954) az egyes növények után kialakult pórustérfogatokat:

borsó után	39,00%
lóbab után	39,55%
szegletes lednek után	42,55%
ugar után	40,70%

Tehát a talaj pórustérfogata a szegletes lednek után a legnagyobb, ami gyakorlatilag igazolja kiemelkedő szerkezetességét, illetve érettségét.

Az őszi búzára vonatkoztatott elővetemény-értéke keszthelyi kísérleteink szerint 22%-kal *múlta felül a borsó elővetemény-értékét*.

A talajerőre gyakorolt közvetlen hatása mellett vannak olyan közvetett értékei is, amelyek indokolják, hogy termesztését különösen az Alföldön nagymértékben kiterjesszük.

Hazai hüvelyesekink közül a legszárazságállóbb, de egyben a legnagyobb terméseket is ez adja.

GYÁRFÁS 2 éves kísérletei szerint 43%-kal, SOMORJAI 4 éves kísérletei szerint 38%-kal, saját 4 éves kísérleteim szerint pedig 51%-kal adott nagyobb termést, mint a bőven termő expressz-, illetve Viktória-borsók, emellett fehérjetartalma is túlszárnyalja a borsóét. 1930 óta természetem üzemi méretekben a szegletes ledneket, és azt tapasztaltam, hogy egyéb

hüvelyesekhez, de különösen a borsóhoz viszonyítva termése nemcsak a legnagyobb, hanem a legingadozásmentesebb is. Száraz időjárásban szinte jobban sikerült, mint nedves évjáratban. Ezért kedvezőbb, nyorkosabb klimatikus viszonyok között termesztése nem célravezető. Ily viszonyok között nem versenyképes az egyéb hüvelyesekkel. Kifejezetten xerofita növény, ami valószínűen dús és mélyre ható gyökérzetének, keskeny levélfelületének és kitűnő árnyékolásának tulajdonítható. K. h.-anként 9 q-nál kisebb termésem még nem volt, de volt már 21 q-ás termésem is.

A szegletes lednek úgyszólván *alig pereg*. Aratása kevésbé zavarja a búza aratását, mert rendszerint a búzáé után következik.

Becsés tulajdonsága még, hogy *a gyomot kitűnően elnyomja*. A keszt-helyi kísérleti gazdaságban a tábla egyik felében lednek volt, a másik felében pedig expressz-borsó. A lednek egy kapálás után annyira beborította a talajt, hogy a gyomok nem voltak képesek erőre kapni, az állomány teljesen gyommentes volt. Ezzel szemben a borsót a kétszeri kapálás ellenére is ellepte a vadrepce. *E rendkívül agresszív tulajdonságával magyarázható meg az is, hogy egyéb növényekkel társítva (csalamádé, szudáni cirokfű stb.) a termés rendesen kisebb, mint a vele társított növény termése tiszta állományban.*

Megfér önmagával, a talajuntság tünetét még nem tapasztalták. Ugyan-csak a borsónál rendszeresen fellépő *zsizsik-kártétellel szemben is immunis*.

Szemtermése kitűnő fehérje-abrak és téves az a felfogás, hogy az állatok etetésekor az ún. latirizmus betegségbe esnének. A borsóval szemben egyedüli hátránya, hogy szalmája eléggé alárendelt, és inkább csak almo-zásra alkalmas.

Tapasztalatom szerint a foszfátokra közel sem reagál úgy, mint a borsók, ami valószínűen nagy foszfátfeltárási képességének tulajdonítható. A szegletes lednek általában nem kedveli a savanyú talajokat és a gyenge homokot, de aránylag jól díszlik a Tiszántúl termő szikein. Nem kedveli a csapadéokban gazdag tájakat sem, mert ilyenkor erősen összerogy, megrozsdásodik, és a virágok nagy része nem köt magot.

Végezetül csak annyit a szegletes lednekről, a száraz tájaknak erről az igen becses és eddig nem eléggé értékelte hüvelyeséről, hogy termesztését az egyes gazdaságokban szélesre ki kell terjeszteni, úgyhogy a borsó, a lencse vagy egyéb hüvelyes mellett a szegletes ledneket is iktassuk be mint többlet-, illetve társhüvelyeset. Sőt nem sörárpa vidékeken a tavaszi kalászosok egy része helyett nyugodtan helyettesítsük be a szegletes ledneket, mint bőven és biztosan termő, fehérjében gazdag abraknövényt. A szegletes ledneknek beiktatása közelebb hoz az eszményi 10%-os hüvelyes-arányhoz.

Mint ismeretes, a csillagfürt fajok a nem meszes homokok és egyéb savanyú kémhatású talajok legkiemelkedőbb talajjavító növényei. A hüvelyesek közül a csillagfürt gyökerei *hatolnak le legmélyebbre, és tápanyagfeltárási képességük is a legnagyobb*.

Talajjavító alkalmazásuk kétféle üzemi formában jelentkezik. Az egyik, amikor a vitálisabb, nagyobb habitusú *keserű fajok*at főképp zöldtrágyának alkalmazzuk. Ebben az esetben a szerves trágyázás túlsúlyban a zöldtrágyázáson nyugszik. Hazánkban főként a nyírségi és somogyi savanyú kémhatású homokokon még ez a talajjavítási rendszer az uralkodó.

A másik alkalmazási mód, amikor a csillagfürt fajok édes típusait szál- és abraktakarmányok termesztésére fordítjuk. Ilyenkor csak a tarló- és gyökérmaradványok kerülnek közvetlenül a talajba. Ebben az üzemi formában már az állati termékek termelése, és vele együtt az istállótrágyázás is erősebb mértékben veszi át a szerepet. Az egész probléma, amely felett hazánkban sok vita folyik, nemcsak ökológiai, hanem népsűrűségi kérdés is jelent. Ahol fejlettebbek a közgazdasági viszonyok, és a homoktalajok is jobb minőségűek, vagy ahol azokat zöldtrágyázással már inkább feljavították, ott ésszerűbb, ha bevezetjük az édes csillagfürtöt, illetve kiterjesztjük az állattenyésztést. Mindebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy nem meszes homokvidékeink nagy részén — éppen nagy népsűrűségünkre tekintettel — már bátrabban áttérhetnénk az édes csillagfürt bevezetésére. Előfeltétele ennek megfelelő nem pergő fajták beiktatása, és nagyobb adagú kálfoszfát-műtrágyák alkalmazása.

Egyébként NÉMETH GYÖRGY nemesítési célul tűzte ki, hogy minden hazai talaj-típus javítására megfelelő csillagfürt fajok álljanak rendelkezésre. Az édes sárgavirágú fajtából, amelyet savanyú, laza homoktalajokon termesztene, sikerült kiemelni mésztűrő törzseket, amelyek megfelelő elszaporítás után a Duna—Tisza közí meszes homoktalajokon kerülnek felhasználásra. A fehérvirágú édes csillagfürt a jobb minőségű savanyú homoktalajokon kívül a savanyú kémhatású erdei talajokon is jól használható talajjavításra másodvetésben. Az erősen meszes talajokra a *Hartwegii* fajtából sikerült kiemelni a teljesen mésztűrő kékvirágú fajtát. A legnagyobb zöld tömeget adó élő csillagfürttel folyó kísérletek azt mutatják, különleges esetekben ez a faj is alkalmas arra, hogy szőlő- és gyümölcs üzemekben a hiányzó szerves trágyát az élő csillagfürt föld feletti részeinek lekaszáásával és a szükséges helyen történő leszántásával pótoljuk.

A b a b karógyökere elég sűrűn elágazó, de nem hatol mélyre. Gyakrabban kerül kukoricába köztes növényként, de egyes ún. bab-tájakon tiszta vetésben is termesztik.

Humuszban szegény talajon érdemes istállótrágyázásban is részesíteni. A vetésforgóban trágyás kapás vagy kalászos után termesztjük, de vetése jól bevált a korán lekerülő, istállótrágyás őszi keveréktakarmány után is. Igen érzékeny a talaj vízgazdálkodására és sótartalmára.

A l e n c s e a legszerényebb habitusú növény a hüvelyesek közül. Gyökérzete szintén szerényebb méretű. Száraz évjáratokban kitűnő búza-elővetemény, főként azért, mert kevés vizet használ fel a talajból.

Ennek éppen ellentéte a l ó b a b, amelyre jellemző mélyre hatoló és amellet dúsan elágazó, robusztus gyökérzete. Hazánkban inkább csak Baranya megye humuszban és mérszben gazdag, csapadékosabb, harmatosabb vidékein termesztik eredménnyel. Szárazabb vidékeken a levéltetű okozta károk miatt termesztése eredménytelen. Dús gyökérzete miatt érdemes egyéb hüvelyesekkel társítva zöldtrágyának is termesztetni, mert amellet kitűnő támasznövény is.

A s z ó j a a legkevesbé jó előveteményű hüvelyes, mert későn kerül le, és meglehetősen szárazon hagyja maga után a talajt. Az esetek legnagyobb részében megkívánja a magoltást, mert enélkül nem képződnek rajta gyökérgümők. Ebben az esetben kifejezetten a gyengébb elővetemények közé kell sorolnunk, és a tarlót nitrogén-műtrágyázásban részesítenünk annyival is inkább, mert elég sok gyökérzetet hagy maga után, és ilyenkor

azok C/N aránya is tágabb marad. Gyökérzete ilyenkor nemcsak nitrogén-szegénysége miatt bomlik le lassan, hanem amiatt is, mert az érett szója gyökérzete ligninben is elég gazdag.

A *tehénborsó* vagy újabban »homoki bab« a legjobban beárnyékoló hüvelyes. Rendkívül melegigényes. SOMORJAI és ANTAL foglalkoztak behatóan ezzel a kevésbé felkarolt hüvelyessel, és a meszes homokok biztonságosan termő babjának tartják. Mint zöldtrágya-növénynek is érdemes foglalkozni, amennyiben a beárnyékolási hatásra helyezzük a súlyt.

A *bükköny* fajokat általában kalászosokkal társítva keveréktakarmányként vetik. Miután zölden kerülnek levágásra, kitűnő érettségben hagyják hátra a talajt.

Gyökérzetük ugyan nem nagy tömegű, de igen finom és dúsan elágazó. A legdúsabb a szösös bükköny gyökérzete, utána a pannonbükköny, majd a tavaszi bükköny következik. Az őszi keveréktakarmányok után, minthogy korán kerülnek le, rendszeres másodvetésre biztos sikerrel számíthatunk. De csak olyan növényt, főképp szálastakarmányt termesszünk, amelynek élővetemény-hatása még mindig megfelelő a búza számára.

A keszthelyi intézet ilyen irányú kísérletei szerint az őszi keveréktakarmány élővetemény-hatása jobb volt az ugarénál. Nyári ültetésű burgonya került utónövényként az összehasonlító kísérletbe. A magyarázat világos. Az őszi keveréktakarmány tarló- és gyökérmaradványai jobban kialakították a talaj szerkezetét, mint a szerves anyagot nélkülöző ugar. De továbbmenve, a pillangós növények és gabonaneműek fiatal, gazdag összetételű gyökerei biológiai lebontásuk során több mineralizált tápanyagot hagytak az utónövény számára, mint az ugar, amelyen növényzet nem volt. Merőben téves tehát az a régi felfogás, amely szerint az üresen hagyott, ún. »pihentetett« föld megerősödést jelent a talaj számára, sőt ellenkezőleg, a talajszerkezetek táplálásában és a talajszerkezet kialakításában erős hiányt jelent. Az ugar hatása csak abban a kivételes esetben termésfokozó a keveréktakarmánnyal szemben, ha egy példátlan szárazság következtében a talajnedvesség, mint természetési tényező súlyosabban esik latba, mint annak szervesanyag-tartalma. Ilyenkor ugyanis az ugarban több talajnedvesség marad vissza. Továbbá abban az esetben is, ha ugar helyett olyan növényt termeszünk, amelynek kiszántása nyomán pentozán-folyamatok következnek be. Ezt viszont megfelelő adagú N-tarlótrágyával ellensúlyozhatjuk.

3. *A kapásnövények, általában a humuszfogyasztó növények.* Mélyszántással történő talajelőkészítésük és szellőztető talajápolásuk miatt (aerob viszonyok megteremtése) sok táphumuszt bontanak le. Minthogy a kapásnövények legtöbbször szerves trágyázásban részesülnek, még jobban érvényesül a humuszfogyasztás. Igaz viszont, hogy ezek a lebontási folyamatok nem vesznek el meddően, mert hisz maga a növény hasznosítja (mineralizáció), és ez kifejezésre jut a kapásnövények nagyobb termésében. De hogy humuszmérlegük negatív, megmutatkozik még abban is, hogy tág térállásuk miatt gyökérzetben szegényebbek, durvábbak és kevésbé nemezesítik át a talajt. Amellett elvénuultságuk miatt gyökérzetük minősége is rosszabb. Tág térállásuk miatt még a talajt sem árnyékolják be kellőképpen. Mégis akkor, ha kapálásuk olyan tökéletes, hogy a porhanyó takaróréteget úgyszólván a tenyészidő végéig biztosítani tudjuk, a talaj

szerkezetét, érettségét fenntarthatjuk, ha elég baktérium-tápanyag, szerves anyag van a talajban (morzsaképzés biológiai feltétele).

A kapásnövények közül hazánkban a legkiterjedtebben termesztett kukorica (a szántóterület mintegy egyötöde) az a növény, amelynek gyökérzete, bár mennyiségre nagy tömeget jelent, minőségileg igen alárendelt. Elvénuült gyökerei igen durvák, nyersrostosak és C/N arányuk igen tág. Súlyosbítja ezt a körülményt az országban igen elterjedt kukorica—búza vetési sorrend. A két egymást követő és amellettt azonos botanikai családba tartozó növény gyökérzete egyaránt igen kedvezőtlen összetételű, aminek távlati következménye a humusz minőségének (nitrogén szegény humusz anyagok) és vele a talaj szerkezetének leromlása.

Miután hazánkban kb. egy millió hold őszi búzának kukorica az előveteménye, és természetszerűen ezek a búzák a leggyengébbek is, a kérdés komoly problémaként jelentkezik. A kukorica után ugyanis erős pentozán-jelenségek következnek be, vetésére is sokszor későn kerül sor a letakarítás nehézségei miatt, és ilyenkor a talaj megfelelő megművelésének sincsenek meg a megfelelő előfeltételei.

A kukorica—búza vetésforgó-részleg tényével mint adottsággal valóban számolni kell annyival is inkább, mert ez jelenti egyik akadályát búzaterméseink kedvező kialakulásának. Ezt a súlyos tehertételt lényegesen enyhíthetjük azáltal, hogy a kukoricát jobb előveteményűvé tesszük. Ennek előfeltételei a következők:

Termesszünk valamivel korábbi kukoricát! Erre ma kitűnő megoldást nyújtanak az előtérben álló hibrid kukoricák, illetve tervszerű elterjesztésük. A korábbi hibrid kukoricák vitalitásuk folytán nem teremnek kevesebbet, mint az eddigi későbbi fajták. Úgy vélem, hogy minden tájon olyan tenyészidejű kukoricát kell termesztetni, amely normális időjárásban szeptember első harmadára — derekára beérik. Ennek jelentős gyakorlati következménye az, hogy a melegebb és nyirkosabb időjárásban elvégezhető beérlelő talajművelés következtében a pentozán-folyamatok még a búza vetéséig nagyrészt megtörténhetnek, különösen akkor, ha ezt a tarló nitrogén-műtrágyázásával kombináljuk. A korábbi kukoricák után tehát ne a búzát fejtrágyázzuk, hanem a kukoricatarlót, mert ez a beérlelő talajművelés során szerves kötésbe kerülve, a búzát annak idején egyenletes és folyamatos nitrogén-ellátásban részesíti. Igen kedvező tapasztalatokról számolhatok be e tekintetben különösen akkor, ha az N-műtrágyázáskor nem követjük a szokásos okszerűtlen takarékoskodást. A talaj típusától és erőállapotától függően 100—250 kg pétisó adagolása megokolt. Befolyásolja még az adagolás mérvét az a körülmény is, hogy milyen nagy volt a kukorica termése. Mennél nagyobb volt a termés, annál több a rossz minőségű gyökérmaradvány, és annál több N-et kell ellensúlyozásra adnunk.

A kukorica gyors letakarítása érdekében igen fontos volna a száravágó gépek széleskörű elterjesztése, hogy nyomban elvégezhezzük a beérlelő talajművelést (táracsázás, kultivátorozás).

Vessük a kukoricát oly nagy sortávolságra (90—100 cm), illetve négyzetes rendszer alkalmazásakor legalább az egyik irányban oly nagy tőtávolságra (90 cm), természetesen a növénytávolság rovására, hogy a fogatos kapálást a tenyészidő második és a csőfejlődés igen kritikus felében is foly-

tatni lehessen. A kívánatos porhanyó takarórétnek a tenyészidő végéig történő biztosításával tapasztalataim szerint különösen száraz évjáratokban döntően befolyásolhatjuk nemcsak a kukorica termését (6—10 q/k. h.), de ugyanakkor a talaj beérlelésével a búzáét is (+ 1—2 q/k. h.). Az ilyen széles sortávolságra vetett kukoricát 5—7-szer megkapáljuk, de az augusztusi lókapálás tulajdonképpen már a búzáét illeti.

Az állandó és gyommentes takarórét a kukorica letakarítása után sokkal kedvezőbb talajnedvességi állapotot biztosít, ami eredményesebbé teszi a beérlelő talajművelést, és ezzel meggyorsítja a pentozán-folyamatokat is.

E szervezési és technikai rendszabályok során, amelyek a kukorica termésteleiben többszörösen megtérülnek, válik a rossz előveteményű kukorica jó közepes előveteményűvé, de távlatilag meg tudjuk akadályozni a talajhumusz és vele a talajszerkezet leromlását is (jobb összetételű huminvegyületek).

A korábbi kukoricák alkalmazásának azonban vannak még további talajerőgazdálkodási következményei is. Ha a kukorica után tavaszi növény következik, annak őszi szántását nemcsak hiánytalanul és korábban, hanem olcsóbban és jobb minőségben (sármentesebben) is biztosíthatjuk, ellentétben azzal, amikor a késői kukoricák beleesnek az esős, rövidebb napok időszakába, és amikor már a letakarítás nehézségei, továbbá a szántás szalon-nássága miatt drága és rossz minőségű munkát kell végeznünk. Az őszi szántás egy része ilyenkor el is marad. Sajnos, a felsorolt káros jelenségek országszerte elég gyakoriak.

A korábbi kukoricákkal megmenthetjük a szénaértékkel felérő szarát is, mert az még sármentes, jó úttal, ázásmentes állapotban behordható, és a hosszabb nappalok kihasználásával sokkal olcsóbban és jobb minőségben be is silózható. Ez nemcsak a takarmányenergia megmentése miatt jelent életkérdést, hanem a humuszgazdálkodásban is.

A kukorica az a művelési növényünk, amely gyökérzetével és föld feletti termésével együtt a területegységen a legtöbb szerves anyagot adja. Hangsúlyoznom kell, hogy az esetek túlnyomó többségében mindez benn is marad az üzemben, tehát *túlsúlyban az üzem szervesanyag-körfolyamatát erősíti*. Hátránya azonban az, hogy ez a szerves anyag minőségben (tág C/N arány) alárendelt. Lényegesen enyhíthetjük azonban ezt a már említett nagy adagú tarló nitrogén-műtrágyázással és gyors besilózással különösen akkor, ha a kukoricaszár-szilázst feljavítjuk a gazdaságban termelt egyéb őszi termékekkel. Ezek pl. a cukorrépafej, az édescirok, répaszelet, az utolsó kaszálású lucerna, amelyből ősszel már nehezebben készíthetünk szénát stb.

Nem tudom eléggé hangsúlyozni, hogy e feladatok elvégzésére milyen fontos lenne *a silótöltők mennél szélesebb körű elterjesztése*. Sorrendiségben ez a szilárdan épített silók létesítésénél sokkal fontosabb, mert hiszen a kukoricaszár mintegy 90%-os megoldással megmenthető árok- vagy préselt szalmasilókban is.

A kukoricát, amely egyik jelentős főnövényünk, és amelyről általában az a vélemény, hogy nem szolgálja a talaj termőerejét, a vázolt szervezési és termesztéstechnikai intézkedésekkel kifejezetten oly művelési növénynek alakíthatjuk, amelynek elővetemény-hatása jó közepes, sőt a föld feletti termések gondos megőrzésével humuszfogyasztó kihatásait is hathatósan

ellensúlyozhatjuk. Ami elhelyezését illeti a vetésforgóban, előveteménye rendszeren kalászos, amely bő lehetőséget nyújt a kívánatos ún. nyári istállótrágyázásra, de alkalmas a tarló-zöldtrágyázásra is, amelyre később még tüzetesebben visszatérek.

A kukorica után rendszeren tavaszi kalászos, hüvelyes vagy egyéb takarmánynövény következik. A kukorica után nincs talajúntság, pl. a Muraköz egyes területein egy évszázad óta természetnek évről évre egymás után igen jó eredménnyel kukoricát.

A cukorrépa hajszálgökörei viszonylag kis tömegűek, de igen finomak, és a répatesten spirálisan elhelyezett gyökérvályukból szinte vízszintes irányban indulnak ki. A gyökerek elég jó összetételűek, hiszen a répa mint kétéves növény ilyenkor még a fejlődés fiatalabb stádiumában van. Karógyökere elég gyorsan hatol mélyre, ezzel is magyarázható a cukorrépa szárazságtűrése, amihez hozzájárul még a gyökérzet intenzív vízszívó ereje is. Ennek következményeként a cukorrépa, különösen száraz őszi időjárásban *kevés nedvességet hagy hátra* a talajban. Emiatt, továbbá azért, mert a cukorrépa *erősen nitrogén-fogyasztó növény, nem mondható jó búza-előveteménynek*. Ezzel szemben a répa elég sokszor jó talajérettiséget hagy maga után, feltéve, hogy a talaj megfelelő mennyiségű szerves anyagot tartalmazott, továbbá az istállótrágya és a kapálások biztosították a porhanyó takaróréteget. A jól fejlett cukorrépa eléggé beárnyékolja a talajt, azonban az őszi közeledtével a levelek egy része leszárad, amit különösen elősegít a cerkospórás fertőzés; ilyenkor a beárnyékolás hiányossá válik. Az ezután esetleg jelentkező csapó esők, majd az ezt követő szárító szelek lerontják a felső réteg szerkezetességét.

Művelési növényeink közül *a cukorrépa a legjellegzetesebb humusz-fogyasztó növényünk*. Érthető ez a cukorrépa-kultúrával járó intenzív talajszellőztetés miatt, ami kifejezésre jut a cukorrépa igényeinek megfelelő mélyművelésben és az intenzív ápolási munkákban. Ezzel szemben a talajban maradó gyökérhozama minimális.

Miután a cukorrépa jellegzetes humusz- és nitrogén-fogyasztó, biológiai szempontból *nem tekinthető talajerőfokozó növénynek*. Mégis bizonyos feltételek között a cukorrépát olyan művelési növénynek kell minősítenünk, amely az egész üzemre gyakorolt közvetett hatásánál fogva kedvezően befolyásolja a talajerőt.

Az eredményes cukorrépatermesztés előfeltétele ugyanis az, hogy bőven használjunk jó minőségű istállótrágyát, amire kellő alapot nyújt a répából bőven visszakerülő répaszelet, szörp és a répafej mint olcsó takarmány. Ez szükségszerűen maga után vonja a kellő szálatakarmányok, főként a talajerőt fokozó évelősők termesztését is, hogy a trágyatermeléshez szükséges nagyobb állatállományt (tehenészet, marhahizlalás) elérhessük. A répa intenzívebb kultúrája ugyancsak maga után vonja a többi művelési növény szakszerűbb talajművelését és intenzívebb műtrágyázását, de egyben megteremti a fokozatos gyomtalanítást is. *Régi tapasztalat szerint a cukorrépa bevezetésével rendszeren fokozódik az egész üzem termelési színvonala, és ezzel a többi művelési növény termésátlaga is. Hangsúlyoznom kell azonban azt, hogy mindez csak abban az esetben, ha az állattartás és vele együtt a humuszgyarapító évelő takarmányok kiterjesztése is a cukorrépatermesztés mérvéhez igazodik. Ellenkező esetben felborul a humuszmérleg egyen-*

súlya, amikor is bizonyos idő elteltével a termések is csökkenő irányzatba csapnak át. Ezt azért merem állítani, mert annak idején a gyakorlatban ilyen szélsőséges példát is megfigyeltem. Az ilyen típusú cukorrépa-gazdaságban évről évre csökkent a répatermés, és egyben romlott a talaj szerkezete is.

A cukorrépa előveteménye szükség szerint kalászos, amely lehetővé teszi a nyári, esetleg alkalmoszerűen a zöldtrágyázást is. Igen jó előveteménye a cukorrépának a lucerna és általában a herefélék, ha kiszántásuk idejében és szakszerűen történik. A búza nem a legjobb utónövénye, de ez enyhíthető nagyobb adagú nitrogén-fejtrágyával úgy, hogy az erre szánt műtrágya zömét tavasszal adjuk. Itt a beérlelő művelettel kombinált nitrogén-műtrágyázásnak annyiban nincs jogosultsága, mert nem annyira pentozán-hatásról, mint inkább a cukorrépa erősebb fogyasztása miatt előálló nitrogén-hiányról van szó.

A legjobb utónövénye a tavaszi árpa, nevezetesen a sörárpa, amelynek jó minőségét a cukorrépa után éppen a szerényen visszamaradó nitrogén-készletnek tulajdoníthatjuk.

A kapásnövények közül az őszi kalászosok legjobb előveteménye a burgonya. A nem laza talajon is kitűnő talajérettséget hagy maga után, különösen ha szerves trágyázásban részesült, továbbá, ha egészséges voltánál és fajtajellegénél fogva föld feletti része jól be is borítja a talajt. Igen érdekesek KASSNITZ erre vonatkozó kísérleteinek eredményei, amelyek azt mutatták, hogy az egyes burgonyafajták különböző mérvű beárnyékoló képessége milyen befolyással volt a búza-utónövény szemtermésére.

Jól árnyékoló fajta után termés/ha	37,31 q
Gyengén árnyékoló fajta után termés/ha	32,69 q

A burgonya gyökérzete mennyiségre nem sok, de bojtosan jól elágazó. Kevésszámú gyökere a mélyebb rétegekbe is lejut, különösen akkor, ha az elővetemény (csillagfűrt, somkóró) gyökérzete mélyebbre lehatolt. Aránylag kevés vizet fogyaszt, és ez is hozzájárul ahhoz, hogy az ősziek jó előveteménye legyen.

Homokon természetesen a csillagfűrt lenne a legjobb előveteménye, ha nem kellene tartani a fuzáriumos fertőzéstől; kötöttebb talajokon pedig szükségszerűen valamelyik kalászos, amikor is istállótrágyázásban vagy alkalmoszerűen zöldtrágyázásban részesítjük. Leggazdaságosabb, ha a korai burgonyát vagy a nyári ültetésű burgonyát őszi keveréktakarmány után ültetjük.

A seprőcirokról csak annyit, hogy a talajerő szempontjából egyike a legtalajrontóbb növényeknek. Gyökérzetének összetétele igen kedvezőtlen, föld feletti része pedig teljesen elvész a körfolyamat részére (árutermék és tüzelő).

A napraforgó gyökérzete nagy mennyiségű, mélyre hatoló, de durva, tág C/N arányánál és erős lignintartalmánál fogva lassan bomlik le. Bár a talajt jól beárnyékolja, mégsem érleli azt be, mert a talaj a tenyészidő végére, a magérésre meglehetősen kiszárad. Előveteménye kalászos, utónövényként pedig inkább tavaszi kalászos következék.

4. A későn lekerülő elővetemények csoportjához a sűrűn vetett és később letakaruló takarmánynövények tartoznak. Ezek fontosabbjai a csalamádé, a silókukorica, a siló-napraforgó, a siló-édescirok és a szudáni cirokfű. Jellemző rájuk, hogy sűrű állományuk következtében jól árnyékolnak, gyökérzetük nagy tömegű és fiatal, de általában erős nitrogén-fogyasztó növények. A humuszgyarapító növények közé tartoznak, mert nagy mennyiségű gyökérzetük mellett még mint takarmánynövények teljes föld feletti részükkel is hozzájárulnak a szerves anyag körfolyamatához.

Általában búza-elővetemények; elővetemény-hatásukat tekintélyes mértékben befolyásolhatjuk. Irányelv az legyen, hogy *ne elvénülve kerüljenek levágásra*, s ez abból a célból, hogy gyökérük kedvezőbb összetételű legyen, és hogy a talaj ne száradjon ki. Egyébként későbbi levágásuk esetén még árnyékoló képességüket is elvesztik. A csalamádét és szudáni cirokfűvet mindig a bugahányás előtt kell vágni. A bugahányás után rohamosan szárad a talaj, és bekövetkezik a talaj szerkezetromlása. Egyébként a felsorolt növények közül az idejében levágott szudáni cirokfű hagyja maga után a legjobb talajszerkezetet, s hogy ez milyen, azt igazolják keszthelyi kísérletünk következő eredményei (szelíd erdei talaj):

takarmányrépa után a talaj szerkezete (1—3 mm)	9,2%
szudáni cirokfű után a talaj szerkezete (1—3 mm)	20,4%

A tavaszi utónövények viszonylagos termése:

répa után	100
szudáni cirokfű után	143

A szudáni cirokfű szerkezetkialakító hatása azonban csak akkor érvényesül, ha a talaj tápanyaggal kellőképpen feltöltött. Egyébként a szóban forgó nagyparcellás kísérlet őszi szántásakor a cirokfűves parcellában sokkal kisebb rögöket vetett fel az eke, mint a répásban, sőt a traktoros véleménye szerint a vonóerő-különbség is érezhető volt. A szudáni cirokfű, amelyet SURÁNYI honosított meg hazánkban, igen becses, szárazságellenálló, és amellet az említett termesztéstechnikai beavatkozások után értékes humuszgyarapító takarmánynövény. De az is megjegyzendő, hogy magtermelése nyomán elővetemény-hatása majdnem a legrosszabb az összes műveleti növényeink között. A magyarázat egyszerű. Gyökérzetének összetétele éréskor a legrosszabb. A magérés stádiumában a talajt rendkívül kiszáritja, annyival is inkább, mert a virágzás után rohamosan fokozódik szárazanyag-tartalma, amely egyébként is a területegységre vonatkoztatva tetemesen nagy. A kiszáradás és a rossz összetételű (tág C/N arány és erős lignintartalom) gyökérzet következtében a talaj szerkezete nemcsak erősen leromlik, hanem a gyökér lebontása is hosszadalmassá válik, ami maga után vonja a pentozán-jelenségek folyamatát úgyiszlólván az utónövény egész tenyészideje alatt. Ezt csak óriási adagú N-műtrágyázással ellensúlyozhatnánk. Szerencse azonban, hogy a növény vetőmagzaporítási koefficiense olyan kedvező (35—40), hogy a káros magtermesztéssel különösebben nem terheljük meg talajerőnket. Természetesen semmiképpen sem lesz megokolt idegen üzemek részére magot termelni, hanem ez esetben minden üzem kövesse az önellátás útját.

E késői növényeknél az elővetemény-hatás további javításának előfeltétele az, hogy a növények lekerülte után *nyomban meginduljon a tarló-hántás, illetve a nagyobb tarló nitrogén-műtrágyázással kombinált talajbeérlelés*. Mennél nagyobb tömegű tarló- és gyökérmaradvánnyal állunk szemben, annál több nitrogén-műtrágyát alkalmazunk. Javíthatjuk még a csalamádé elővetemény-hatását, ha azt magasra növő borsóval keverve vetjük.

Mindezekkel a technikai eljárásokkal nemcsak a növények elővetemény-hatását befolyásolhatjuk előnyösen, hanem a takarmányterméseket is, főként minőségi vonatkozásban. Még azt is meg kell jegyeznünk, hogy mennél később kerül le a növény, vagyis mennél kevesebb idő marad az őszi hidegek beálltaig a pentozán-folyamatok lezajlására, annál kedvezőlenebb lesz azok elővetemény-hatása.

5. A *korai elővetemények* közül *legkimagaslóbb az őszi káposztarepce*. A legjobb talajjavító növények egyike. Gyökérzete rendkívül dús, és összetétele még magéréskor sem romlik le lényegesen. Ügyszólván végig beárnyékolja a talajt, és ebben leszáradt alsó levelei is segítik. Magéréskor még elég nyirkos a talaj; az azonnal elvégzett tarló-hántás után a talajérettséget hathatósan fokozhatjuk.

A sűrűn vetett és fiatalon alászántott repce figyelemre méltó zöldtrágya-növény, mert gyökérzetének összetétele minőségben megközelíti a pillangósokét, behálózottsága pedig rendkívül sűrű.

A repcénél csak egy árnyalattal gyengébb elővetemény a *mák*..

A *kender* gazdag gyökérzete és beárnyékoló képessége miatt szintén a talajjavító növények közé tartozik. Kellő nitrogén-kezeléssel kitűnő búza-elővetemény, annyival is inkább, mert erősen nitrogén-fogyasztó.

Az *olajlen* gyökérzete igen szerény, árnyékoló képessége csekély. Talajának felső rétege könnyen kiszárad. Ezeket a hiányokat egyedül a beérlelő talajművelés szorgalmazásával hozhatjuk helyre, ami rendszeren jól sikerül, és ilyenkor jó búza-előveteménynek tekinthető.

A *dohány* főként tökéletes beárnyékolása és kis vízfogyasztása révén válik jó búza-előveteménnyé.

A korán lekerülő, magra termesztett *konyhakerti és egyéb növények* többé-kevésbé jó búza-elővetemények. Ilyenek a *magrépa*, *mag-sárgarépa*, *maghagyma*. Mint igen jó elővetemény, a repcével egy sorban említendő a *maglaboda* és a *vöröshagyma*. Az utóbbi rendkívül finom és dús gyökérzetével kitűnő talajérettséget alakít ki.

6. A növényi csoportok közül *az évelő takarmányok*, nevezetesen a *heréfélek*, de különösen a *fűvesherés keverékvetések* azok, amelyek *a talaj szerkezetét és tápanyagszolgáltató képességét, egyszóval a talajerőt a leghatékonyabban és leghuzamosabban alakítják ki*.

A fűvesherés keverékvetések már egyes országokban igen régen alkalmazták, de egyedül takarmánytermesztési céllal. VILJAMSZ volt az első, aki a mezőgazdaság figyelmét a fűvesherék talajjavító hatásának jelentőségére nyomatékosan felhívta.

Az *évelő fűvek* a feltalajt sűrűn behálózó, finom, bojtos gyökérzetükkel, majd a tenyészidő alatt állandóan leváló gyökérmaradványaikkal *foly-*

tonos táplálékot biztosítanak a mikroszervezeteknek, és ezzel megteremtik a tartós morzsaképzés biológiai feltételeit. Az ezekkel társított heréfélék pedig tápanyagokban gazdag (N, P, K, Ca) gyökérzetükkel, feltárási képességükkel a tápanyagutánpótlást biztosítják, de mélyen lehatoló gyökérzetükkel (pionír növények) lehetővé teszik még az utónövények jobb vízgazdálkodását is, különösen szárazság esetén. Így válik tökéletessé e két növényi csoport társítása a talaj termőerejére, annál is inkább, mert a füvesherék szervesanyag-képző hatása nagyobb, mint a tiszta heréseké.

A keszthelyi kísérleti intézetben 1949—1951-ben beállított összehasonlító kísérleteim is azt igazolták (11. táblázat), hogy a füvesherék 13—42%-kal, átlagban tehát 32%-kal adtak több gyökérmaradványt, mint a tiszta herék.

11. táblázat

Füvesherék és tiszta herék gyökérmaradványai
(szárazanyag/k. h.) a 2. év végén
(Keszthely)

N ö v é n y	K. h.	Relatív
Vöröshere	37,59 q	100
Vöröshere + { Komócsin Réti csenkesz	42,51 q	113
Baltacim	38,75 q	100
Baltacim + magas perje	54,75 q	141
Lucerna	48,91 q	100
Lucerna + { Csomós ebír Réti csenkesz	64,76 q	132
Átlag: { tiszta herék: füvesherék		100 132

A szervesanyag-felhalmozást elősegíti még az is, hogy az évelő növények nem részesülnek a tenyészidő alatt szellőztető talajművelésben, tehát a képződő szerves anyag az erősebb mérvű lebontástól kímélődik, de ugyanakkor a kevésbé aerob viszonyok között kialakulhatnak a tartósabb humusz-frakciók is. Ezek teremtik meg, illetve segítik elő a morzsaképzés kolloidkéimiai előfeltételeit, ami a morzsaelemeknek és ezek kedvező nagyságrendjének kialakítását biztosítja.

A korán lekerülő egynyári növények összehasonlításában az évelő takarmányok fokozott humuszgyarapító képessége még abban is kifejezésre jut, hogy ezek szervesanyag-képzése folytonos, mert kora tavasztól késő őszig tart, és hézagok a tenyészidőben nincsenek. Nagy a jelentősége ennek még a domborzati viszonyok között az erozió elleni védelemben is, éppen az állandó talajtakarás biztosítása révén.

A tartós humusz-frakciók (agyaghumusz-komplexum) képzésében nagy szerep jut a talajfaunának, nevezetesen a gilisztáknak is, amelyek életmüködése, szaporodása a talajművelés szünetelése folytán zavartalanságot élvez, és így intenzívebbé válhat.

A keszthelyi intézetben lefolytatott kísérleteim szerint az évelők szerkezetkialakító hatása a második évben történő kiszántás után viszonyszámokban átlag így alakult:

2 évig zabosbükköny	100
tiszta herefélék	181
füvesherések	205

Ugyanezek a kiszántás utáni 2. évben:

2 évig zabosbükköny	100
tiszta herefélék	127
füvesherések	131

A harmadik évben még mindig volt utóhatás:

2 évig zabosbükköny	100
tiszta herefélék	110
füvesherések	112

A füvesherék nagyobb szerkezetkialakító hatása a tiszta herésekkel szemben világosan megmagyarázható azzal, hogy a füvesherék szerkezetkialakításának mindkét tényezője, a dúsan behálózó gyökérzet (füvek) és a gyökerek kedvező összetétele (herék) biztosítva van. Ezzel szemben a tiszta heréseknél csak az egyik tényező van jelen, nevezetesen a gyökerek kedvezőbb összetétele (C/N arány), bár erősebben, de mégsem olyan mértékben, hogy a behálózottság hiányosságát ellensúlyozhatnák.

A talajszerkezettel úgyszólván teljesen párhuzamos volt a vetésforgóban termesztett utónövények termése is, amiről viszonyszámokban a következőkben számolok be:

	1. év	2. év	3. év
2 évig zabosbükköny	100	100	100
tiszta herefélék	171	114	106
füvesherések	187	119	109

E kísérletek arra mutatnak, hogy a keszthelyi szelíd erdőtalajon a füvesherék hatása a legkimagaslóbb a talajerőre. Hatásukat 84—91 %-ban közelítik meg a tisztán vetett herefélék. Ebből azt a tanulságot vonhatjuk le, hogy nagyon is megokolt, ha a hereféléket, illetve füvesheréket kiterjesztjük. Minden talaptípusnak megvan a maga odaváló hereféléje, amelyeknek bevezetése, illetve kiterjesztése akár tisztán, akár pedig füges keverékben szinte életbevágó talajerőgazdálkodási feladatot jelent.

Előfordulhatnak olyan esetek is, amikor a tiszta herések után az első évben jobb utóhatás jelentkezik, mint a füvesherék után. Az esetek túlnyomó részében szerintem ennek az a magyarázata, hogy későn szántották ki az évelősokeket, vagy ha nem későn, akkor az nem megfelelő beérleelő talajművelési eljárással történt. Ennek folytán a pentozán-folyamatok különösen a nitrogénben szegényebb füvesherék után nem úgy zajlottak le, mint

ahogyan a nitrogénben gazdagabb tiszta herések után. Ilyenkor tehát csak a kiszántás utáni második évben jut érvényre a füvesherék előveteményfőlenye, hacsak ezt kellő mennyiségű nitrogén-műtrágyával nem ellensúlyozzuk.

Bár általában a tisztán vetett herefélék szerkezetkialakító képessége nem olyan hathatós, mint a füvesheréseké, mégis *ahol a herefélék, de különösen a lucernák igen jól díszlenek, az egymagában vetett lucerna is megfelelően alakítja ki a talaj szerkezetét.* Sőt ennek tápanyagszolgáltató képessége még nagyobb lesz, mert fokozottabb mértékben halmozódik fel a gyökér-nitrogén és az egyéb ásványi tápelem is. *Ahol tehát a lucerna jól díszlik, ott nem érdemes füvesherékkel keverve vetni,* hanem csak tiszta állományban. Az ilyen talajok nem is szorulnak úgy rá a füvek szerkezetkialakító hatására. *Ezzel szemben mennél kevésbé díszlik bizonyos talajon valamelyik herefélé, és mennél leromlottabb a talaj szerkezete, annál inkább megokolt a herefélék társítása füvekkel.*

Ezektől a kivételes viszonyoktól eltekintve az a meggyőződése, hogy a talajszerkezet tartósabb kialakítása, és vele a talajerő fokozása érdekében minden lehető el kell követnünk, hogy a hereféléket füvekkel társítsuk. A talajerőgazdálkodási szempontok mellett ennek további előnyei még a következők:

Társított vetésben *nem érvényesül olyan mértékben a hereuntság és a rovarok kártétele.* A termések biztonságosabbak lesznek, mert az időjárási változások hol az egyik, hol pedig a másik partnerre kedvezőek. Az *elgyomosodás is kisebb mérvű lesz,* mert a füvek a hézagokat kitöltik. További előnyük még az is, hogy a füvesherék *zölden bátrabban etethetők és legeltethetők* nemcsak a dobkór veszélyének csökkenése folytán, hanem amiatt is, mert az állatok tiprása sokkal kisebb szerkezetromboló megterhelést jelent a füvesherésen, mint a tiszta herésen. A füvesherés talajnak legfelsőbb rétege ugyanis gyökerekkel sűrűbben átszőtt, és ezek tökéletesebben alakítják ki a legfelsőbb talajréteg tartósabb szerkezetességét. De ezenkívül a gyeppel benőtt talajfelület rugalmassága miatt is bizonyos ellenállást fejt ki a tiprás mechanikai hatásával szemben. Végül a füvesherék jobban beárnyékolják a talajt, mint a tisztán vetett herefélék.

Ezzel szemben mind a herefélék, mind pedig a füvesherék megglehetősen *igénybe veszik a talaj nedvességét.* Vonatkozik ez elsősorban a lucernára, amely különösen a talaj alsóbb rétegeinek vízkészletét fogyasztja. Többek között ez a körülmény is hozzájárul ahhoz, hogy lucerna után — különösen száraz őszi időjárásban — nem mennek oly jól az őszi növények, mint a tavasziak. Természetesen ilyen száraz időjárás esetén még a pentozán-folyamatok sem zajlanak le, hanem megkésnek, illetve talán éppen arra az időre esnek, amikor az őszi növények is rászorulnak a nitrogénre.

Ami az egyes hereféléket illeti, természetesen mindig azt a fajt termesztjük, amely azon a tájon a legjobban díszlik. De vannak még ma is vidékek — és ezt tapasztalatból állíthatom — ahol ez a kérdés még mindig nem tisztázott. Vonatkozik ez különösen azokra a vidékekre, ahol eddig hereféléket nem termesztettek, csak egynyári takarmányokat. Ilyen gazdaságokban életbevágóan fontos a számbavehető *herefélék kipróbálása tapasztalató kísérletek útján,* kisebb parcellákon.

Pl. egy Pest megyei nagyüzemben, amit annak idején átvettem, emberemlékezet óta nem termesztettek semmilyen herefélélt. Az idősebb emberek azt állították, hogy valamikor régen vörösherét termesztettek ugyan, de az sem ment jól. A szalastakarmányozást a moharra és zabosbükkyöngyre alapították. Ugyanez volt a helyzet a gazdaságot körülvevő parasztgazdaságokban is. Végül kiderült, hogy a lucerna ezen a mezőségi talajon kitűnően díszlett. Három év múlva a szántó 20%-án termesztettünk lucernát, amely egymagában bőségesen fedezte a meglehetősen állatintenzív nagyüzem összes szalastakarmány szükségletét, és hézagmentesen biztosította a zöld futószalagot is. Más szalastakarmányt nem is termesztettünk. Annak ellenére, hogy ezt megelőzően a szántó 27 %-án termesztettek egynyári szalastakarmányt, az év legnagyobb részében — különösen száraz évjáratokban — mindig takarmányhiány volt. Ennek hatására a nagy környék parasztsága is áttért a lucernatermesztésre, aminek eredményeként a tejtermelés annyira fellendült, hogy a környéken több tejgyűjtő állomás létesült.

Teljesítő képességben a legértékesebb herefélének a lucerna. Mégis a feltalaj felső rétegének behálózása tekintetében talán hátrányos, mert vizsgálataink szerint oldalgyökerei kissé mélyebben helyezkednek el, inkább a feltalaj alsóbb részén. Ha a lucerna jó sűrűn beállt, akkor ez a hátrányos tulajdonság nem jut oly kedvezőtlenül kifejezésre. Talán ennek a körülménynek tulajdonítható az, hogy a lucerna feltalajának legfelső rétege, különösen amikor a növény ritkulni kezd, szerkezetileg leromlik. Emiatt szorul rá nagyon is — különösen mostohább viszonyok között — a füvekkel való társításra, hogy ilyenkor a talaj legfelső rétege (0—10 cm) jól begyökeresedve, megakadályozza e réteg szerkezetromlását. Fiatalabb (1—2 éves) és idősebb (4 éves) tiszta lucernások talajain végeztünk szelvénytípus szerkezet vizsgálatokat, és megállapítottuk, hogy *mihelyt az idősebb lucernák ritkulni kezdenek, a talaj felső rétegében megindul a szerkezetromlás*. Miután a kérdés még minden vonatkozásában nem tisztázott, további behatóbb kutatásokat igényel.

Ebből a szempontból is igen helyénvalónak tartom egyes gyakorló mezőgazdák azon kezdeményezését, hogy a ritkulni kezdő lucernákat fűmaggal, pl. szálkás perjével vetik be, mert ezzel nemcsak a szénatermés, hanem egyben a szervesanyag-felhalmozás és a talaj kritikus legfelsőbb rétegének szerkezetessége is fokozható. Az eljárás technikája az, hogy a bevetendő lucernást 1—2-szeri tárcsázással felporhanyítjuk, majd boronával és hengerrel megjárattva, felülvetjük.

Egyedül a lucerna az, amely hosszabb tartamú (4—5 év) használata miatt nehezen iktatható be a vetésforgóba, és emellett a táblák még lassúbb ütemben lucernásíthatók át. A kíváncsi ugyanis az volna, hogy éppen a talajerőgazdálkodás érdekében mielőbb átlucernásítsuk az egyes táblákat. A magam részéről, bármilyen jól is állt egy lucernaállomány, ebből a szemléletből kiindulva azt a 3., legfeljebb a 4. évben kiszántattam. A lucernásokat ugyanis csak addig érdemes megtartani, *míg terméshozamukkal és ugyanakkor gyökérhozamukkal is felfelé ívelnek*. Mihelyt megindul a hanyatlás, azonnal ki kell szántani, mint ahogy az állatokat is ki-selejtezzük, mihelyt a korosodással járó csökkenő termelő képesség be-következik náluk. Mennél külterjesebbek az üzemi viszonyok, továbbá

mennél kevesebb lucernát termő területe van egy gazdaságnak, annál inkább megengedhető, hogy a lucernásokat hosszabb ideig megtartsák. Természetesen a kérdés elbírálásában az esetleges vetőmaghiánynak is szerepe van.

A lucernákat rendszeren »forgón kívül« helyezzük el, olyan értelemben, hogy ha egy gazdaságban több forgó van, azokat az egyes táblákon váltakozva iktatjuk be. Ennek az a célja, hogy minden tábla részesüljön az átlucernásítás talajerőfokozó hatásában. Az a forgó, amelyre éppen a lucerna beiktatása folytán sor kerül, 7—8 évnek megfelelő istállótrágyázástól mentesül, mert hiszen a kiszántott lucerna egy erős istállótrágyázást helyettesít. Legalább 7—8 évig azért, mert míg a talajt elfoglalja (3—4 év), mentesül a trágyázás terhetől, kiszántása után pedig ugyancsak legalább 4 évig. De szükség lesz a lucerna ilyen ugrásszerű elhelyezésére azért is, hogy a rovarkárok és talajuntság káros jelenségeit kiküszöböljük, illetve enyhítsük. Ahol csak egy vagy két forgó van egy gazdaságban, ott fél táblán is elhelyezhetjük a lucernást azzal, hogy a tábla másik felére összpontosítjuk az istállótrágyát, és ezt váltakozva iktatjuk be úgy, hogy a tábla másik fele is részesülhessen lucernásításban.

A herefélék közül a talajszerkezet kialakítása terén — tapasztalataim és kísérleti eredményeim szerint — első helyen áll a dúsan elágazó gyökerű baltacim, a sekély rétegű meszes talajok hereféléje. Hasonló hatású a komlós lucerna is, bár ennek gyökerei nem hálózák be olyan mélyen a talajt, mint a baltacim. Ez a növény nagyon is megérdemelné, hogy mezősegi talajaink feljavítására alkalmazzuk úgy, hogy gabonába történő közvetlen után zöldtrágyaként használjuk fel, s így kedvező időjárásban esetleg még jó legelőt is adhat. Túl száraz viszonyok között és ott, ahol a talaj vízgazdálkodási viszonyai kedvezőtlenek, közvetlen termesztése azonban bizonytalan.

A vöröshere gyökere közel sem hatol olyan mélyre, mint a lucernáé, de karógyökereiből kiinduló elágazásai — eltérően a lucernától — már a talaj felszínétől kezdődően megvannak. A kétéves vöröshere gyökérmennyisége átlagban csak 60—70 %-a a hároméves lucerna gyökérmennyiségének. Fűvekkel kitűnően társul, ha azokat megfelelően választottuk meg. Éppen ezért igen megokolt vetése fűvekkel együtt, de még azért is, mert vörösheres talajaink (főként erdőtalajok) nagyon is rászorulnak a szerkezetkialakító növények talajjavító hatására.

A herefélék mint talajjavító növények közül talán a legkiemelkedőbb, különösen szélsőséges talajviszonyaink között, az egynyári és áttelelő (2 éves) somkóró. Gyökerei igen agresszívek és olyan túl kötött, kőpados rétegekbe is behatolnak, ahova más növények gyökerei már nem jutnak be. Ezek a pionír növények eszerint utat törnek az utónövények gyökerei számára. Főként zöldtrágyának használják, mert kumarin tartalma miatt takarmányozásra csak kellő szoktatás után és csak egészen fiatal korban kaszálva alkalmas. Takarmányozásra alkalmasabbá válik besilózással, különösen ha egyéb cukortartalmú takarmányokkal (cukorrépafej, édescirok) keverjük. Zöldtrágyaként csak gyökérzetével fejt ki talajjavító hatását, és a talajjavítás ez esetben kevesebbe kerül, minthogy takarmánytermésével is hasznosít. Legújabb kísérleteink szerint az áttelelő (2 éves) somkóró talajjavításra alkalmasabb az egynyárinál. Gyökérzete dúsabb, elágazóbb,

föld feletti része jobban beárnyékolja a talajt, és miután kétéves volta miatt gyökérzete fiatalabb korban kerül leszántásra, mint az egynyári el-
évültebb gyökere, beltartalma is értékeesebb (C/N arány). De ez nem je-
lenti azt, hogy az egynyári somkórónak bizonyos körülmények között
éppen gyorsabb fejlődése miatt ne volna jelentősége, amikor is a nagyobb
tömegű föld feletti termésével ellensúlyozza a kisebb gyökértömeget.
SURÁNYI hívta fel erre figyelmemet, amikor kísérletei során megállapí-
totta, hogy az egynyári somkóró zöldtermése őszi leszántáskor kb. 2,3-szer
múlta felül az áttelelőt. Míg tehát az áttelelő inkább gyökérzetével, ad-
dig az egynyári változat föld feletti termésével járul hozzá a szerves
anyag gyarapításához, illetve a talajerő fokozásához. A probléma tisztá-
zása még beható vizsgálatokat igényel, és valószínűen döntő tényezőt je-
lent a talajadottságok, a klíma és az alkalmazott védőnövény kérdése is.

Egészen szélsőséges, rossz vízgazdálkodású talajokon (szikes talajok,
túl kötött, de nem savanyú agyagtalajok) a somkórót talajjavítás céljából
főnövényként kell vetni, de egyéb, nem szélsőséges talajokon, amelyek
erősen rászorulnak radikálisabb gyógykezelésre, takarónövényvel (őszi
vagy tavaszi kalászosok) vetjük közélettel. Ezt a kérdést azonban tech-
nikailag még nem oldották meg. A somkóró ugyanis eléggé érzékeny a
védőnövényre, és száraz tavaszon sokszor nem sikerül. Viszont ha szeren-
csésen alakul az időjárás, erőszakos fejlődésével komoly arányokban le-
csökkenti a takarónövény termését.

Az erdőtalajok igen becses talajjavító hereféléje a f e h é r h e r e (a
délnyugati peremvidékeken és a Bakonyban), amelynek közélettel ter-
mesztésével sokkal kiterjedtebben kellene ezeken a vidékeken foglalkoz-
ni. Gyökérzete sűrűn behálózó, de nem mélyre hatoló. Szerkezetkialakító
hatása igen jó, amire az erdőtalajok nagyon is rászorulnak. Fűves keve-
rékekben kis mennyiségben alkalmazva (1—2 kg), az állományban esetleg
előálló hézagokat erős indásodásával gyorsan kitölti, és így a talajtaka-
rást tökéletesebbé teszi.

A s z a r v a s k e r e p e t ugyancsak a nyugati megyék mostohább
talajviszonyai között termesztik, ahol a vöröshere már nem díszlik jól. Ka-
rógyökere dúsan elágazó, erős; eléggé bírja a szárazságot is. A maga
adottságai között kitűnő talajjavító növény. Takarmánynak természet-
kesernyős íze miatt feltétlenül fűvekkel társítsuk. Mostohább talajviszo-
nyok között nagyobb arányú elterjesztése megokolt lenne. Kísérleteim so-
rán megállapítottam, hogy a nálunk számba vehető összes herefélék közül
*a szarvaskerep az, amely a gabona-takarónövény elnyomó hatását legjob-
ban bírja*, még a legnagyobb szárazságban is.

Említést érdemel még a maga helyén (a nyugati és déli megyék nem
hóttalan tájain) a b í b o r h e r e is, amelynek karó- és oldalgyökerei arány-
lag nagy kezdősebességgel indulnak meg. Társítva legjobban az ún.
l a n d s b e r g i k e v e r é k b e n állja meg a helyét, amelynek gyökérmaradványai
az őszi keveréktakarmányok közül a leggazdagabbak. A Dunántúl nyu-
gati tájain érdemes volna ezzel behatóbban foglalkozni. BELÁK keszthelyi
kísérletei szerint mind gyökértömegben, mind pedig föld feletti termés-
ben az összes őszi keveréktakarmányok között az első helyet foglalja el.

A fűvesherék fűves komponenseit itt külön nem tárgyalom. Isme-
retes, hogy ezek gyökérzete sűrűn behálózó bojtos gyökérzet, és emiatt

oroszlánrészük van a talajszerkezet kialakításában. Mégis vannak itt is árnyalatbeli különbségek. A keszthelyi intézetben lefolytatott kísérleteim szerint a különféle fajú füvek viszonylagos gyökérmennyisége 2 éves herés keverékben szignifikánsan viszonzyszámokban így alakul:

komócsin	100
magyar rozsnok	128
magas perje	132
réti csenkesz	133
csumós ebír	146

Általában a füvesheréket a talajerő és az ésszerű vetésforgó összeállítása érdekében két évnél tovább nem érdemes tartani.

CSISZÉVSZKIJ és KÖHNLEIN megállapításai, valamint saját tapasztalatom szerint a tavasszal közévetés útján keletkezett füveshere gyökérzete és föld feletti része még az év őszén tekintélyes mennyiségű szerves anyagot nyújt, mégpedig az időjárástól, a talajtól és a füvesherés keverék megválasztásától függően 12—23 q szárazanyagot k. h.-ként, ami mennyiségben és összetételben kb. 30—50%-os istállótrágyázásnak felel meg. Ezekre az eredményekre támaszkodva olyan zöldtrágyázási kísérleteket állítottunk be, hogy a füvesheréket csak fél évre, tavaszi közévetéssel alkalmazzuk, mégpedig elsősorban talajerőfokozás céljából. Az így nyert féléves állományt ősszel zöldtrágyaként leszántjuk. Az erre vonatkozó kísérletünkben mind a tisztán vetett herefélék közül, mind pedig füvekkel társítva olyan növényeket választottunk, amelyek fejlődése nagy kezdősebességgel indul meg, hogy rövid idő alatt sok szerves anyagot halmozzanak fel, bírják a takarónövényeket, valamint a szárazságot és végül, hogy vetőmagjuk olcsón (nagy elszaporítási koefficiens) és biztosan legyen megtermeszthető. Előkísérleteink szerint Martonvásáron (mezősegi vályogtalaj) a következő növényeket alkalmaztuk közévetéssel kalászosokban: *komlós lucerna*, *egynyári* és *áttelelő somkóró*, *sarvaskerep*, a füvek közül pedig a *szálkás perje*, a *hollandi perje*, a *kurta perje* és a *magyar rozsnok*. Az így nyert termést legeltetéssel vagy zöldtrágyaként hasznosítjuk, és a tavaszi utónövény javára még ősszel leszántjuk. A talajhasználatnak ez a módja elsődlegesen a talajerő fokozását hivatott szolgálni, a legeltetés csak másodsorban, illetve esetlegesen jöhet szóba. Egyébként ebben a szellemben végeztek SEKERA és KÜNEKAMP eredményes kísérleteket, amit »here-takaró«-nak (Kleedecke) neveztek el. E zöldtrágya-növények utóhatására és a kérdés gazdaságosságára vonatkozó számítások tisztázzák majd azt, hogy érdemes-e ezzel talajerőfokozó módszerrel foglalkozni, és ha igen, elsősorban milyen természeti és üzemi adottságok között. A kalkulációban szembe kell állítanunk a zöldtrágya-vetőmag értékét és a zöldtrágya-növény esetleges termés csökkenő hatását a takarónövényre azzal a terméstebblettel, ami a zöldtrágya hatására az utónövényben, illetve utónövényekben jelentkezik. De figyelembe kell vennünk azt is, hogy a zöldtrágya-növény közévetése milyen biztonsággal sikerül különösen szárazabb évjáratokban, mert ez a biztonság határozza meg az ezzel járó kockázat mérvét is (vetőmag és vetés).

A füvesherék nagyon is kíváncsi alkalmazása csak akkor fog elterjedni, ha a vetőmagot illetően minden gazdaság az önellátás útjára lép. És itt térek ki röviden a magfüvesek elővetemény-értékére, illetve hatására is, mert hiszen ezek is az évelők közé tartoznak. A gyakorlati gazdák körében általában az a vélemény alakult ki, hogy a magfüvesek a legrosszabb elővetemények. Van is jogosultsága ennek a felfogásnak abban az esetben, ha hagyjuk, hogy a magfüvesek elővetemény-értéke nyersen érvényesüljön a maga útján. A magfüvesek ugyanis kitűnő szerkezeti állapotban hagyják maguk után a talajt, szerves anyaggal bőven feltöltöttek, de a talaj szerkezetessége nem érvényesül a viharos lebontás során előálló nagy nitrogén-hiány miatt. Talán sehol sincs olyan hatása a nitrogén-tarlótrágyázásnak, mint éppen a magfüveseknél, feltéve, hogy ilyenkor egészen nagy adagú nitrogén-műtrágyával látjuk el a tarlót, és kapcsolatba is hozzuk a talaj beérlelésével. A technikai eljárás irányelve az legyen, hogy a magfüves beérlelő művelését azonnal kezdjük meg, mihelyt az utolsó magtermést letakarítottuk róla. E beérlelő műveletekkel karöltve végezzük el nagy adagú nitrogén-műtrágyával (100—300 kg) a tarlótrágyázást, hogy az a bekövetkező nitrát-asszimiláció során szerves kötésbe kerüljön, amire bő lehetőséget nyújt a szerves anyaggal gazdagon feltöltött talaj. A magfüves így válik a kapásnövények egyik legjobb előveteményévé. Tiszántúli réti agyagtalajon szerzett tapasztalataim szerint az így kezelt magfüvesek után kukoricából és répából mindig rekordterméseim voltak.

Ezzel a fontosabb művelési növényeinknek, illetve növényi csoportoknak azokat a vonatkozásait kívántam vázolni, amelyek a vetésforgó összeállításakor figyelembe veendő, nevezetesen a növények

*elővetemény-hatását és
elővetemény-igényét,*

továbbá mindazokat a biotechnikai eljárásokat (talajművelés, trágyázás), amelyek ezek kialakulását kedvezően befolyásolják.

A növénytársítások és talajuntság kérdései

A természet világában, az ősállapotban levő erdőkön és mezőkön a növényfajokat sohasem találjuk meg tiszta állományban, hanem mindig több faj társas együttélésében. A természetes növénytársulás a fennálló ökológiai adottságok között szerencsésen alakítja ki azoknak a növényi partnereknek az együttesét, amelyek ott a legjobban díszlenek. De kialakítja még ezt a természetes társulást az a körülmény is, hogy a különféle növényi fajok úgy csoportosulnak, hogy az egyes fajok által ki nem használt hézagokat egy másik fajcsoport igyekszik hézagpótlóan kihasználni. A természet nem ismer hézagokat, hanem azt autoszelekciója során tökéletesen kihasználja. Így jönnek létre a természetben a tökéletes növényi takarók, majd ennek nyomán a humuszképződés viszonylag hathatós formái és a *talajerő ún. őserőbeni állapota*.

Amikor az ember kultúrbeavatkozása során áttért a tiszta állományú növénytermesztés rendszerére, ebben a tekintetben gyökeresen megváltozott a helyzet. Parancsoló szükség hozta ezt létre, mert az emberi szük-

ségletek kielégítésére különféle növényeket kellett monokultúrában termesztetni.

A tudomány mai állásában már céltudatosabb formában merül fel a növények társított termesztésének kérdése. Ezt a problémát elsősorban a talajerő fokozását célzó törekvések hozták napvilágra.

Mielőtt rátérnék a kérdés gyakorlati részére, nagy vonásokban tisztáznunk kell azokat a biológiai irányelveket és hipotéziseket, amelyek némi világosságot derítenek a kérdéskomplexumra, és amelyek ismerete szükséges ahhoz, hogy a további kutatásokat eredményesebben folytathassuk.

Amint már említettem, a természet igyekszik a keletkező hézagokat, életfeltételeket kihasználni oly módon, hogy mindig azok a társnövények hódítanak tért, amelyek a másik növényt nem zavarják életműködésében, hanem esetleg elősegítik abban. Ha ezeket az irányelveket tudományos alapon és megfelelő céltudatossággal alkalmazzuk, bizonyos esetekben nagy lépéssel vihetjük előre nemcsak a közvetlen termésfokozást, hanem a talajerőgazdálkodást is.

Vannak növények, amelyek gyökérzetének zöme sűrű elágazásban főként a feltalajt hálózza be, és végzi a szántott réteg biológiai felporhanyításának feladatát. E bojtos gyökerű növények legjellegzetesebb képviselői a pázsitfélék családjába tartoznak. Ezzel szemben a pillangósok és a keresztes virágúak mélyen lehatoló karógyökérükkel elősegítik a mélyebb rétegek tápanyagfeltárását, vízkészletének értékesítését, az alsóbb rétegek felporhanyítását, és utat törnek a sekélyebb gyökérzetű utónövények számára.

A mély és sekély gyökérzetű növények társított termesztése elősegíti a talaj bőségebb ellátását gyökér-humusszal, mert hiszen a kétféle gyökértípus nem keresztezve egymást, a talajt tökéletesebben hálózza be. Ezt igazolják azok a gyökérvizsgálati eredmények is, amelyeket a füves keverékben vetett herések gyökértömeg-többlete eredményez a tisztán vetett herésekével szemben (l. 11. táblázat). Természetesen ez a nagyobb tömegű gyökér nagyobb teljesítményre, vagyis nagyobb termésre készíti a növényt, és ebben nyilvánul meg a szerencsésen társított növények egyik közvetlen gazdasági haszna.

A szerencsésen társított növények tökéletesebben alakítják ki a talaj szerkezetét, mint a monokultúrában termesztettek. Az ezzel kapcsolatos keszthelyi tenyészedény-kísérleteink is ezt igazolták, mert megállapítottuk, hogy a keverékvetésben levő 2 növény után a talaj szerkezete kedvezőbb volt, mint a komponens növények hatására kialakult szerkezetesség elkülönített átlaga. A sok közül csak a következő példákat említem meg:

olasz perje után 23,1%-os talajszerkezet	}	átlag: 18,9%,
somkóró „ 14,1%-os „		

ezzel szemben a kettő keverékvetése után a talajszerkezet 23,1%.

További példa:

őszi repce után 11,8%-os szerkezet	}	átlag: 13,5%.
szegletes lednek 15,2%-os szerkezet		

ezzel szemben a kettő keverékvetése után a talaj szerkezete 27,3%.

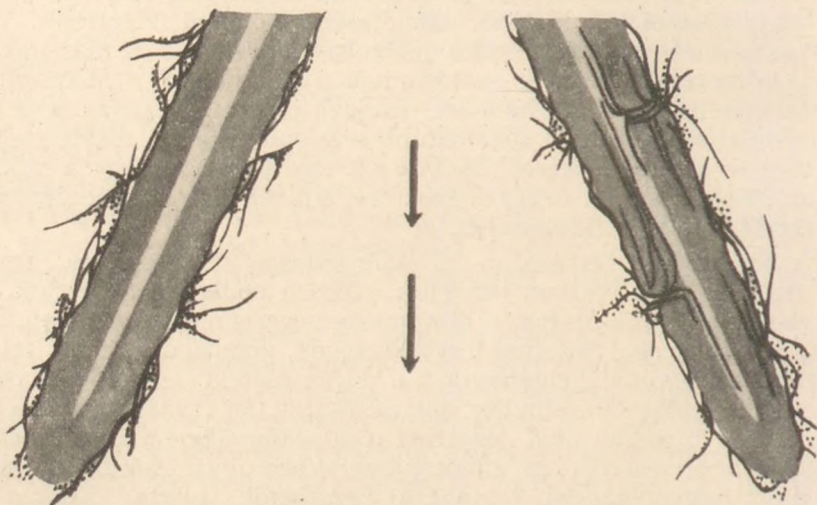
Ennek egyik természetes magyarázata a növénytársítás során már előbb említett *tökéletesebb és nagyobb tömegű gyökérbehálózásban* keresendő, majd abban, hogy a társított növények ugyancsak a föld feletti hézagok *tökéletesebb betöltésével* a talajnak *intenzívebb beárnyékolást* biztosítottak. Vonatkozik ez különösen azokra az esetekre, amikor az egyik társnövény pillangós, mert ennek beárnyékoló képessége igen erős. Ez a beárnyékoló képesség, illetve a hézagok *tökéletesebb kitöltése* természetesen maga után vonja egyben a növényzet gyomelnyomó képességét is.

Van a társítással kapcsolatban SEKERÁNAK egy érdekes elmélete. Tudományosan beigazolt tény, hogy minden növénynek fajlagosan megvan a maga sajátos összetételű mikroszervezetei, melyek a *rizoszféra* körül helyezkednek el. *Amennyiben a növényeket társítva vetjük el, a mikroszervezetek fajösszetételükben gazdagabbak lesznek*, és ez maga után vonja a talajszerkezet sokoldalúbb, *tökéletesebb biológiai felépítését*. SEKERA feltevése szerint ugyanis minden mikroba-csoport más és más módon segíti elő a morzsaképzést. A baktériumok nyálkájukkal, a mikroszkópikus gombák micéliumaikkal, általában minden csoport az anyagcsere más és más termékeivel. Mennél sokoldalúbb a felépítés, annál *tökéletesebb, szilárdabb* lesz a talajszerkezet. SEKERA ezt úgy jellemzi, hogy a mikroszervezetek szeretik az ún. »vegyes kosztot«, aminek hatására eredményesebb szerkezetfelépítést alakítanak ki.

Ki kell itt még térnem az ún. »*talajuntság*« kérdésre is, amelynek okait ma még csak részben ismerjük, részben pedig csak sejtjük, illetve feltevésekre vagyunk utalva. A talajuntság végeredményben tünetcsoportot jelent, melynek okai lehetnek rovarkártevők, gombabetegségek, talajszerkezetromlás, egyoldalú elgyomosodás, de az esetek legnagyobb részében biológiai tényezőkre vezethetők vissza. SCHILLING (1953) feltevése szerint a talajuntság biológiai okai egyrészt *a növénygyökerek által kiválasztott salakanyagokra*, másrészt az elhalt gyökerekben ugyancsak fajlagosan visszahagyott *hatóanyagokra (toxinokra) vezethetők vissza*. Ezek a *salakanyagok elsősorban az azonos növényi fajokra hatnak mérgezően*, vagyis akkor éreztetik hatásukat, amikor egymás után vagy rövidebb időközökben termesztjük azokat. PL. GÜNTHER (1951) csírázási kísérletek keretében megállapította, hogy a lebontott gabonagyökerek folytán keletkezett termékek gátlóan hatottak a gabonamagvak csíráinak fejlődésére anélkül, hogy ennek közelebbi biokémiai okát fel tudta volna deríteni.

KASERER (1943) kutatásai során megállapította, hogy a monokultúrában termesztett kalászosok gyökerei mintegy taszító, eltávolító hatást fejtenek ki egymásra, éppen az egymásra kedvezőtlen gyökérváladékok keletkezése folytán. A gyökerek ilyenkor kevésbé törekednek a szomszéd növény gyökerének övezetébe. Ezzel szemben a keverékvetésben fejlődő gyökerek a társnövény gyökérszónáját olybá tekintik, mintha ott más növény nem is volna, úgyhogy a társnövények gyökerei valósággal gyökérnemezzé fonódnak össze. Mindez annak hatására, hogy *a különböző fajú növények gyökerei vonzóerőt fejtenek ki egymásra*. Ugyanezt a jelenséget tapasztalta OBERDORF (1953) is, aki vízkultúrában figyelte meg az azonos fajú növények gyökereinek egymástól távolodó törekvését, szemben a különféle fajok gyökereinek erős vonzó hatásával.

Téves az a régebbi felfogás, amely szerint a talajuntság élettani okait az egymás után termesztett azonos növényi fajok egyoldalú tápanyagkihasználása okozná. Ha ez a feltevés helytálló lenne, akkor ezeket az okokat megfelelő műtrágyázással, a hiányzó tápanyagok pótlásával megszüntethetnénk. Ez a módszer azonban hatástalannak bizonyult a növényuntsággal szemben. Ezzel szemben a salakfelhalmozás gyógyszere az, hogy egy és ugyanazt a növényt csak hosszabb időközökben termesszük a vetésforgóban. SCHILLING feltevése szerint azonban vannak olyan növények is, amelyek a másik növényi faj salakját szinte felhasználják, sőt ez kedvező hatással van fejlődésükre. Ezeknek az ún. »salakeltakarító« növényeknek megfelelő társítása biológiai méregtelenítést vonhat maga után, és megszüntetheti vagy erősen letompíthatja az egyes növények nyomán kelet-



20. ábra. A rizoszféra szimbiotikus és parazitikus állapota az antibiotikumok fejlődésétől függően (SEKERA nyomán)

kező talajuntságot. Ezt a feltevést az egyes kutatóknak az a kísérleti tapasztalata is alátámasztja, amely szerint az egyes pillangósok nyomán keletkezett talajuntság megszűnik vagy enyhébb formában jelentkezik, ha azokat Gramineákkal társítjuk.

Egyes tudományos feltevések szerint (BRAUN-BLANQUET 1951, SZOBOLJEV 1950, SCHILLING 1953) a növénygyökerek nemcsak mérgező salakanyagokat, hanem hatóanyagokat is választhatnak ki. Ezek a hatóanyagok lehetnek lúgos vagy savanyú vegyhatásúak, keserű vagy cserző anyagok, szaponinok és auxinok, majd minimális mennyiségben (nyomokban) jelenlevő fermentumok, hormonok és vitaminok. SCHILLING vizsgálatai során megállapította a szaponin-tartalmú gyökerek serkentő hatását; e gyökerek váladékai elősegítik az egyes társnövények sejtjeinek ozmotikus működését, és ezzel az intenzívebb táplálkozást. Megállapította továbbá, hogy a szaponin-tartalmú növények fontosak még a társnövények által termelt mérgek és salakok eltakarításában is. Ezért találunk a természetes növénytársulásokban és a gyomokban mindig szaponin-tartalmú növényeket.

Hogy a növényi vitaminok és hormonok hatása milyen komoly még nyomokban is, arra világos példát nyújt az alma illatában rejlő hatóanyag, amely gátolja az ugyanabban a pincében elhelyezett burgonya csírázását. Ilyenkor a burgonya csírái rövidebbek és zömökebbek maradnak. Megérthető tehát, hogy a hatóanyagok, legyenek azok akár serkentők, akár hátráltatók, évekig bennmaradnak a talajban, és hosszú ideig hatással vannak az utónövényekre. Valószínűen e tényekkel magyarázhatók az egyes növények »baráti« vagy »ellenséges« kölcsönhatása egymásra.

A talajuntság igen figyelemre méltó, dokumentumokkal alátámasztott elméletét állította fel legújabbán SEKERA (1955). Abból a tényből indult ki, hogy a rizoszférában a gyökerek szimbiózisban vannak a mikroszervezetekkel. Ez utóbbiak tápanyagot mozgósítanak a gyökerek részére (mínerezáció), a gyökerek pedig szerves tápanyagot (elhalt gyökérmaradványokat) nyújtanak a mikroszervezeteknek. Ez a kedvező szimbiotikus viszony azonban néha parazitizmusba csap át, amikor is a paraziták a gyökerek szövetébe hatolnak, ott kiterjeszkednek, és a gyökerek edénnyaláibaiban közlekedési zavarokat okozhatnak, sőt súlyosabb esetekben azokat el is dugaszolhatják (20. ábra). Megállapítása szerint a parazitizmus akkor lép fel, amikor a mikroszervezetek fajbelileg »elszegényednek«, vagyis amikor a rizoszférában kevés a mikrobák fajainak száma. Ez akkor következik be, amikor a vetésforgó egyoldalú, sőt azonos növények (kalászos után kalászos) követik egymást, egyszóval, amikor a mikroszervezetek nem részesülnek az ún. »vegyes kosztban«. A kíváncsi vegyes kosztot akkor tudjuk kialakítani, ha a vetésforgó változatos, ha néha társítva vetjük a növényeket (füveshere, zabosbüköny stb.), ha tarlóvetésekkel gazdagítjuk a mikrobák megterített asztalát, sőt ha mindezeket istállótrágyázással is kombináljuk. Pl. SEKERA egy búzatarló különböző kezelése során elemzés alá vette a mikroszervezetek faji összetételét, és a következőket találta:

a) búzatarló leszántva	4 faj,
b) „ betrágyázva és leszántva	8 „
c) „ leszántva és tarlónövénnyel elvetve	7 „
d) „ betrágyázva, leszántva és tarlónövénnyel elvetve	13 „
e) mint a c, és 3 hét múlva istállótrágyával beszorva	22 „

Ugyancsak megállapította, hogy minél fajgazdagabbá vált a rizoszféra, annál több antibiotikumot termelt ki, és éppen ez utóbbi akadályozta meg a paraziták fertőzését. Ezzel szemben az egyoldalú termelés nyomán előálló fajszegénység esetén szünetel az antibiotikumok termelése, ami nyomban hajlamossá teszi a gyökereket a parazitikus fertőzésre.

Ezzel a néhány példával csak arra kívántam rámutatni, hogy milyen sok tisztázandó kérdés áll még előttünk a növénytársítás és vetésforgó biológiai vonatkozásainak kutatása terén. Akkor tehát, amikor az egyes növények elővetemény-hatásáról és társításáról beszélünk, nem elégséges, ha csak a táplálkozástani feltételeket vesszük figyelembe, hanem előttünk áll még az ismeretlen tényezők tömkelege, ami főként az egyes növények gyökér-kölcsönhatásában jut kifejezésre.

A növények társításánál figyelembe kell még venni azt a körülményt is, hogy vannak a társnövényt elnyomni törekvő ún. *agresszív növények*, és ezzel szemben könnyebben elnyomható, *szerény növények*. Ezeknél mindig tekintetbe kell vennünk a viszonylagos vetőmagmennyiséget, mégpedig az agresszív növény vetőmagmennyiségének rovására. Természetesen a két szélsőség között egész skálája van az átmeneti növényeknek. Ilyen agresszív növény pl. a fűvek közül a szálkás perje és a hollandi perje, a hüvelyesek közül a szegletes lednek, a herefélék közül az áttelelő somkóró, a kalászosok közül a rozs, a silónövények közül a napraforgó stb. Ezek természetesen egyben gyomelnyomó növények is. De befolyásolja az egyes növények agresszivitását az ökológiai viszonyok alakulása is. Pl. a szudáni cirokfű hűvös időjárásban könnyen elnyomható növény, amikor is úrrá lesz rajta a gyom, míg a talaj erős felmelegedésével agresszívvá válik. Nitrogénben gazdag talajon a fűvek agresszívebbekké válnak a herefélék társulásában, erős foszfát-trágyázás esetén pedig a herefélék törnek előre. Pl. egy keszthelyi füveshere-kísérlet keretében a nitrogénnel műtrágyázott parcellán (100 kg pétisó/k. h.) a fűvek annyira előretörték, hogy a herék majdnem eltűntek. A foszfátos parcellán (200 kg szuperfoszfát/k. h.) pedig a fűvek szorultak háttérbe. Gyakorlatilag ez annyit jelent, hogy magával a műtrágyázással is szabályozhatjuk a társnövények arányát, ami különösen akkor időszerű, amikor a vetés után a társnövények aránya nem megfelelő. Vagy a következő példa: esős májusban és júniusban a rozsba vetett szösös bükköny sokszor annyira előretör, hogy az állomány szinte elnyomja a rozsot, és virágzáskor az egész vetés egyöntetű lila színben pompázik.

Mennél agresszívebb egy növény, illetve mennél kedvezőbb életfeltételek közé kerül a társnövény életfeltételeihez viszonyítva, annál inkább elnyomja a társnövényt. Két vagy több társnövény harmonikus társítását a megfelelő vetőmag-aránnyal tudjuk szabályozni. A növénytársításnak ez a legnehezebb gyakorlati kérdése. Alaposan ismernünk kell a helyi talaj- és éghajlati adottságokat, mérlegelnünk kell a bevetendő talaj tápanyagviszonyait, elővetemény-értékét, a talaj nedvességi állapotát, mert mindezek differenciálón hatnak a társnövények viszonylagos előretörésére. És mindezek után még nem ismerjük a bekövetkező időjárást, amely döntően befolyásolja a társnövény viszonylagos térhódítását. Éppen ezért *a keverékvetések vetőmag-arányainak megállapításakor mindig a közepes időjárás esélyeit vegyük tekintetbe, de nem kevésbé igen értékesek a helyi tapasztalatok is.* Természetesen a vetőmag viszonylagos megállapításának alapja mindig az legyen, hogy a vetési állományban milyen arányban kívánjuk kialakítani magukat a társnövényeket, és ha ezzel tisztában vagyunk, szabjuk csak meg a vetőmag arányát az ezermagsúlynak és csírázó képességnek megfelelően.

A mezőgazdasági gyakorlatban legjobban bevált társítások a pázsitfélék és pillangósok együttes vetéséből adódnak. E két növénycsalád fajai igen jól társulnak, ha a fajtákat szerencsésen választottuk meg. Ilyenek a füvesherések, az őszi és tavaszi keveréktakarmányok, és ami ma még — sajnos — nem általánosan bevezetett, a gabonák együttes vetése hüvelyesekkel magtermesztés céljából.

A füvesherék jelentőségét már az előzőkben letárgyaltuk. A *takarmánykeverékekről* csak annyit, hogy azok takarmányértéke és elővetemény-hatása annál kiemelkedőbb, mennél több helyet adunk egy bizonyos egészséges határig a hüvelyeseknek. Gátolni szokta ezt a hüvelyesmagvakban (bükkönyök, borsók) fellépő hiány, illetve az a szervezési hiba, hogy az üzemek nem térnek rá teljes mértékben az önellátó vetőmagtermesztésre. Kiterjedtebben kellene foglalkoznunk a gabonafélék hüvelyesekkel kevert vetésével. Ilyen keverékvetések pl. a magtermesztésre vetett bükkönyös zab, búza és rozs. A társított vetésnek ez a módja nemcsak a talajerő fokozását (jobb elővetemény) szolgálja, hanem egyben lehetőséget nyújt a hüvelyes magvak ingyenes termesztésére is.

Ha a társnövények fajait, fajtáit és a vetőmagarányt megfelelő szakszerűséggel állapítjuk meg, a keverékvetések termése rendszeren nagyobb lesz, mint a tisztán vetett gabonáé. Ilyenkor a hüvelyes termése legalábbis ingyenben marad meg. Igaz ugyan, hogy ezekben a keverékvetésekben, amelyekben a gabona dominál, és a hüvelyesek csak kisebb mennyiségben (»befreckskenedezve«) vannak jelen, a hüvelyeseknél csak mintegy 1—3 q/k. h. magtermésről beszélhetünk. De ha figyelembe vesszük, hogy ezt nemcsak ingyen kapjuk, hanem még a talajt is javítjuk vele, akkor e keverékvetések rendszerezesebb bevezetését komolyabban fogjuk szorgalmazni. Az ilyen ún. »befreckskenedett« keverékvetések némi lehetőséget nyújtanak arra is, hogy utánuk gabonát, vagyis gabona után gabonát termeszthessünk anélkül, hogy a talajuntság, a gyomosodás és a talajromlás tünetei különösebb mértékben elharapóznának. Időszerű ez a kérdés különösen ott, ahol a füvesheréket és egyáltalában a hereféléket a gazdaságokban igen helyesen kiterjesztettük, mert ilyenkor kénytelenek leszünk a gabona után gabona vetési sorrendet a vetésforgóba beiktatni.

Amint már említettem, tapasztalataim szerint a keverékvetések megfelelő feltételek mellett rendszeren többet teremnek a tisztán vetett gabonáknál. Ennek igazolására a keszthelyi intézetben is beállítottunk egy ilyen irányú társítási kísérletet, melynek k. h.-kénti eredményei q-ban és viszonyszámokban kifejezve a következők voltak:

tiszta zab	11,08	100
zabosbükköny	12,18	110
tiszta tavaszi árpa	11,07	100
lencsés árpa	12,32	111

Ismétlem, a keverékvetések elővetemény-hatása természetesen mindig jobb, mint a tisztán vetett gabonáé. A talaj jobban beérik, mert a hüvelyesek gyökerei elősegítik a szerkezetkialakítást (szűkebb C/N arány), és jobban beárnyékolják a talajt. Ennélfogva a gyomot is jobban elnyomják. Továbbá lehetőséget nyújtanak arra, hogy *kisebb veszéllyel termeszthessünk kalászos után kalászos*, amikor is természetesen keverékvetés lesz a kalászos előveteménye. Ugyanekkor *jelentékenyen enyhül a talajuntság terméscsökkenő hatása is.*

Sokszor tapasztalhatjuk, hogy *keverékvetésben a kalászosok zöldőbb színűek és jobban fejlődnek.* Ezt azelőtt a pillangós társnövény nitrogén-

diffúziójával magyarázták, újabban azonban ez nem nyert tudományos beigazolást, hanem megmagyarázható a talaj biológiai fellazításával, továbbá azzal, hogy a hüvelyesek gyökereinek a tenyészidő alatti leválásakor bekövetkező mineralizációja újabb nitrátokat szabadít fel a kalászosok számára.

A keverékvetések gazdaságosabban értékesítik a talajnedvességet, mint a tisztán vetett gabonák, nemcsak a talaj jobb beárnyékolása miatt, hanem azért is, mert minden társnövény dinamikus vízigénye más és más fázisban kulminál, úgyhogy a víz igénybevétele sem jelentkezik olyan lökészerűen, mint amikor a gabonát tisztán vétjük, hanem folyamatosabban.

A keverékvetés *kevesebb kockázattal jár*, mert a társnövények az időjárás szeszélyeit rugalmasabban küszöbölik ki. Hol az egyik, hol pedig a másik növénynek kedvez az időjárás, és így a keverékvetés teljesebb állományú marad. Tehát a *társnövényzet alkalmazkodó képessége nagyobb lesz*. Mennél szélsőségesebbek és szeszélyesebbek az ökológiai adottságok, annál nagyobb a keverékvetések jelentősége a kockázat lecsökkentése érdekében. De a *pergési veszteség is kisebb* ilyenkor. A hüvelyesek kevésbé dőlnek meg, egy-egy növény magkötése is tökéletesebb lesz, mert a támasznövény lehetőséget nyújt arra, hogy a napfény jobban érhesse. A *magnyerés költségei sokkal kevesebb kézi erőt igényelnek, mert kapálni nem kell, és az aratás géppel végezhető*.

Végül pedig nem hagyhatók figyelmen kívül a keverékvetéseknek azok az előnyei sem, hogy bevezetésükkel *megjavul az üzem fehérje-, illetve nitrogén-mérlege*, amely kérdés mindig problémát jelent egy gazdaságban.

Az eredményes keverékvetéseknek *vannak azonban előfeltételei is*.

Csak oly társnövények alkalmasak a keverékvetésekre, amelyek hőigényüknél fogva *együtt vethetők* és tenyészidejük folytán *együtt is arathatók*. Természetesen ez utóbbi alól a keveréktakarmányok kivételek lehetnek. A *hüvelyesek magasra kúszó fajták legyenek, a kalászosok pedig kemény szalmájúak*. Fontos körülmény még a fajon kívül a *fajták szerencsés megválasztása is*, amiben komoly segítséget kell, hogy nyújtson a kísérletezés és a helyi tapasztalat. A *vetőmagarányokra nézve merev recepturát adni nem lehet*. A talajnedvesség a hüvelyeseknek kedvez, a szárazabb időjárás pedig viszonylag a gabonáknak. A nitrogén-bőség ugyancsak a gabonáknak kedvez, a foszfát-gazdagság pedig inkább a hüvelyeseknek. A felsorolt tényezők mérlegelése szab irányt a vetőmag-arány helyes megállapítására. Száraz éghajlat alatt és rossz vízgazdálkodású talajviszonyok között a hüvelyesek aránya mindig nagyobb legyen. A keverékvetések *magtermésének széjjelválasztása kezdetét veszi* már a cséplésnél az *osztályozóhengerral*, de ahol ez kevésbé lehetséges, ott *csigatriőr* segítségével. Természetesen a törött magvak egy része a gabonák között megmarad. Takarmánygabonákban (zab, árpa) ez csak javítja az abraktakarmány fehérjearányát. Másképp áll a helyzet a kenyérgabonáknál (búza, rozs). Bár a kisebb mennyiségű törött hüvelyes mag nem rontja le a liszt minőségét, mégis van itt még egy másik szempont, amit figyelembe kell vennünk. Erősen esős májusban vagy júniusban a hüvelyesek annyira előretörhetnek, hogy elnyomhatják a búzát, és e szélsőséges, bár ritkább esetekben csök-

kenthetik a búza termését. Éppen ezért a keverékvetést csak azokon a búzátáblákon megokolt alkalmaznunk, amelyeket mintegy többletként iktattunk be, illetve amelyek esetleg előveteményei lesznek a tisztán vetett kalászosoknak, és pedig olyan mértékig, hogy az üzem hüvelyesvetőmag-szükséglete bőven fedezve legyen (szőszös bükköny, pannonbükköny).

Ami a hüvelyes-gabona keverékek magtermesztésének technikáját illeti, arra itt nem térek ki, mert nem tartozik ennek a tárgynak a keretébe. Itt csak annyit, hogy amennyiben a főcél a gabonatermesztés — és itt éppen arról van szó —, az őszi kenyérgabonáknál a vetőmag-arányt úgy állapítsuk meg, hogy száraz viszonyok között a hüvelyesek növény-aránya mintegy 10% legyen, kedvezőbb klimatikus viszonyok között pedig mintegy 5%. A tavaszi gabonákban ez az arány jóval nagyobb lehet, mert itt a szemtermés az abraktakarmányozást szolgálja. Ugyanekkor ezek még közepes búza-előveteményül is szolgálhatnak.

A kalászosok közül a hüvelyesekkel legjobban a zab társul. A tavaszi bükköny, a Viktória- vagy ahhoz hasonló érettségű és nagyságú borsók és a szegletes lednek jó társnövényei a zabnak. De legjobban társul homoki borsóval.

A búza legjobb társnövénye a pannonbükköny és az őszi borsó. Az őszi borsó igen értékes volna, ha növénynemesítőink fagyállóbbá tudnák tenni. A rozs legszerencsésebb társnövénye a szőszös bükköny, és itt az a véleményem, hogy egyrészt kitűnő talajjavító hatása, másrészt pedig szinte korlátlan exportlehetősége miatt hazánkban minden rozst szőszös bükkönnyel kellene vetni. Tapasztalatom szerint jól bevált k. h.-ként mintegy 5—10 kg mennyiségű szőszösbükköny-mag vetése az elvetett rozsról kelesztben, mintegy 60 cm sortávolságot alkalmazva.

Felemlítem még a növénytársítás érdekesebb és bizonyos viszonyok között jól bevált módszereit azért, hogy azokat mezőgazdáink más adottságok között is kipróbálják. BELÁK jó eredménnyel vetett Keszthelyen fűvesherével együtt mákot (a fűveshere vetőmagba 8% mákot keverve). Termése k. h.-ként 1953-ban 161 kg, 1954-ben 260 kg volt. Az eredménnyel igen meg kell elégednünk, ha figyelembe vesszük, hogy a mák vetési és ápolási munkáit, de különösen az egyelést megtakaríthattuk.

Igen figyelemre méltó még BELÁKnak az a keszthelyi kísérleti eredménye is, hogy a kukoricába köztesként elvetett szója semmivel sem csökkentette a kukorica termését, sőt némileg fokozta a tiszta kukoricával szemben. A szignifikáns eredmények nyilván arra mutatnak, hogy itt valószínűen a szója és a kukorica gyökereinek kedvező kölcsönhatásával állunk szemben, amiről az előzőkben már említést tettem. Érdekes, hogy ugyanebben a kísérleti sorozatban a bokorabbal társított kukorica termése jelentékenyen lecsökkent, annak ellenére, hogy a bab mint talajjavító növény jóval előkelőbb helyet foglal el a szójánál.

Úgy vélem, hogy a növénytársítási lehetőségeknek még igen gazdag szűz területe áll előttünk, és ezen a téren még sokkal kevesebb történt, mint amit ez a kérdés megérdemelne. További ilyen irányú kutatómunkánk célkitűzésének arra kell irányulnia, hogy olyan társnövényeket válasszunk meg, amelyekkel a termések némi fokozásával még a talajerőt is fejleszthetjük. Ez a cél a pillangós társnövények nélkül nem érhető el.

A talaj termőerejének fokozása akkor lesz különösen értékes számunkra, ha kialakítása nem hogy áldozatba nem kerül, hanem még közvetlen gazdasági terméstopplettel, haszonnal is jár. Világos példái ennek a gabonák szerencsés társítási módszerei a hüvelyesekkel.

A kettőstermesztés és zöldtrágyázás

A kettőstermesztés kérdését hazánk szélsőségesen száraz éghajlati adottságai között egészen másképpen kell elbírálnunk, mint a kedvezőbb klimatikus adottságokkal rendelkező országokban. Ez is egyik oka annak, hogy miért nem hódított tért nálunk általánosabban a kettőstermesztés. Ugyanakkor azonban meg kell állapítanunk azt is, hogy e mostoha adottságok ellenére még mindig vannak olyan lehetőségek, amelyek a kettőstermesztés eddiginél jóval nagyobb kiterjesztésére utalnak, különösen ha azt ésszerűbben és a növények szerencsésebb megválasztásával szervezzük meg.

A másodnövények céltudatosabb megválasztását illetően az a véleményem, hogy talajerőnk többé-kevésbé leromlott voltára tekintettel *ritka kivételtől eltekintve a kettőstermesztést teljes mértékben a talaj-erőgazdálkodás szolgálatába kell állítanunk.* Ez annyit jelent, hogy a kettőstermesztés keretébe *csakis talajjavító növényeket iktassunk be,* és semmi esetre sem talajrontó növényeket, még ha azok pillanatnyi termése kecsegtető is.

A gyakorló mezőgazdák egy részének körében az a nézet alakult ki, hogy kettőstermesztést csak akkor folytathatunk, ha a gazdaság istállótrágyával bővebben ellátott, mert ellenesetben a kettőstermesztés a talajerő lerontásához vezet. Ezzel a véleménnyel teljes mértékben egyetértek abban az esetben, ha a másodvetések talajrontó növények. A talajrontó növények rendszeres beiktatása a kettőstermesztés keretébe — különösen, ha azok hosszú éveken át érvényesülnek — a talajerő állandó hanyatlását vonja maga után. A talaj folytonos feltöltése tág C/N arányú szerves anyaggal nemcsak a humusz minőségi leromlásával jár, hanem kedvezőtlen elővetemény-hatása miatt az egész vetésforgó teljesítő képességét is hátrányosan befolyásolja.

A keszthelyi intézetben búzatarlóba vetett másodvetések hatása a búza utónövény termésére műtrágyák nélkül pl. így alakult viszonyszámokban:

pillangós keverék után	118
borsó	112
szegletes lednek	122
siló-napraforgó	102
mohar	79
köles	88
szudáni cirokfű	99
édescirok	76
vetetlen	100

Az ilyen elővetemény-hatás mellett számolnunk kell még olyan távlati hatással is, amely a humusz minőségi romlásában, illetve javulásában jut kifejezésre, különösen akkor, amikor a talajrontó, illetve talajjavító növények hosszabb időn át fejtik ki hatásukat.

Ugyane növények termései zöld tömegben (k. h./q):

	1951.	1952.
pillangós keverék	68	45
borsó	78	45
szegletes lednek	86	58
siló-napraforgó	67	28
mohar	15	—
köles	12	—
szudáni cirokfű	61	—
édescirok	85	—

Valamennyi növényt szakszerűen előkészített búzatarlóba vetettük. Amint ebből a kimutatásból is látható, az apróbb magvú növények 1952 példátlan száraz időjárása miatt ki sem keltek. És itt domborodik ki a mélyebben aláatarharható, nagyobb magvú növények biztosabb kelési lehetősége. Ez előnyük mellett persze hátrányként jelentkezik kisebb elszaporítási koefficiensük, kivéve a napraforgót, amelynek koefficiense 30—50.

Ha másodvetésül következőzetesen talajjavító növényeket iktatunk be, az nem hogy nem igényel több istállótrágyát, hanem azonos istállótrágyázással is állandóan fokozza a talajerőt, mert kedvező utóhatása miatt a vetésforgó teljesítő képességét, és vele az egész üzem humuszmérlegét minőségi vonatkozásban is javítja.

Természetesen minden talajtípuson mások és mások lesznek azok a másodnövények, amelyek gyökérmaradványaikkal, illetve zöldtrágya-hatásukkal a talajerő fokozása tekintetében viszonylag a legjobb eredményeket biztosítják. Ma még, sajnos, nem derítették fel teljes mértékben mindazokat a talajjavító másodnövényeket, amelyek különösen hazai száraz viszonyaink között a tájszerűségnek megfelelően a biztosabb, nagyobb és amellett a jobb minőségű terméseket (gyökér- és föld feletti termés) kialakítják. E téren még sok céltudatos kutatómunka előtt állunk.

A talajjavító növények természetesen nem lehetnek mások, mint zölden levágott szalastakarmányok vagy zöldtrágyák, mégpedig lehetően pillangósok vagy azoknak keverékei nem pillangósokkal, esetleg a keresztes virágúakhoz tartozó növények.

Abszolút zöldtrágya-növényeknek szoktam nevezni azokat a kifejezetten erre a célra termesztett növényeket, amelyek termését talajjavítás céljából teljes mértékben leszántjuk. Ezzel szemben a másodvetéses szalastakarmányokat elsősorban takarmányozás céljából termesztjük, és csak gyökérzetük marad teljes egészében a talajban. A takarmánytermés azonban — ha nemesített formában is (a trágyában) — csak kis részben kerül vissza a talajba. E másodnövényeket a zöldtrágya-növényekkel szemben gyökértrágya-növényeknek is nevezhetjük. Hazai viszonyaink között azon-

ban gyakran előfordulhat, hogy mostoha időjárásban termésük olyan csekély, hogy nem érdemes learatni, legfeljebb legeltetni és azután leszántani. Így lesz nálunk sokszor a *másodvetései takarmánynövényből zöldtrágyanövény*, és éppen ez a körülmény utal arra, hogy a *másodvetései takarmánynövények erősen ingadozó, sőt bizonytalan termését sohasem szabad a takarmánybázisba betervezni*, mert ha erre alapítunk, akkor kellemetlen meglepetések érhetnek bennünket, ami — különösen száraz esztendőben — komoly zökkenőket vonhat maga után az állatok takarmányellátásában. Kivételesen csak az *őszi keveréktakarmányok után vetett növények termésére számíthatunk biztosabban*, de erre is csak bizonyos talajtípusokon és tájakon (jobb vízgazdálkodású talajokon).

Azt is meg kell jegyeznem, hogy a szárazság miatt adódó kis föld feletti termés nem tükrözi vissza teljesen a gyökérzet termését, mert ilyenkor a gyökérzet aránylag mindig nagyobb tömegű. A növényzet kezdeti fejlődésekor ugyanis mindig a gyökérzet az, amely megelőzi a föld feletti részek fejlődését. Éleesebben domborodik ki ez a különbség száraz időjárásban, mégpedig a gyökérzet javára. Ez annyit jelent, hogy a gyökérzet talajerőt kialakító hatására még ilyenkor is számíthatunk, ha nem is olyan mértékben, mint nagyobb föld feletti termés esetén. Más szóval a föld feletti termés nagyobb ingadozásnak van kitéve, mint a gyökértermés.

Általában a délnyugati és északkeleti peremvidékek kivételével az ország többi területén a kettőstermesztés takarmány és zöldtrágya céljára csak alkalomszerű talajhasználatként jöhet szóba, bár hangsúlyozni szeretném, hogy ézt az alkalomszerűséget a növények szerencsés megválasztásával és a megfelelően gyors beérlelő talajművelés alkalmazásával lényegesen kiterjeszthetjük. Mindezekre még később visszatérek.

Felmerül a kérdés, hogy milyen körülmények között van jelentősége, illetve jogosultsága a zöldtrágyázásnak?

Tudvalevő, hogy a talajerő kulcskérdése a szervesanyag-, illetve humuszgazdálkodásban rejlik, amelynek egyik fő tényezője a fokozott állattartás, illetve az istállótrágyázás. Tévedés volna azonban azt hinni, hogy a talajerő fokozása pusztán az állattenyésztés kiterjesztése nyomán keletkezett trágyatöbbletnak tulajdonítható. Ezt a kérdést én a magam részéről sohasem bíráltam el ilyen egyoldalúan. Állatokat ugyanis nem csupán az állati termékek, illetve trágyájuk miatt érdemes tartani, hanem azért is, hogy a miattuk termesztett szálatakarmányokkal több talajjavító növényt vihessünk be az üzembe. Itt tehát a hangsúly a talaj használatára terelődik, különösen ha a szálatakarmányok túlsúlya évelő takarmány (hereféle, fűveshere). Ezek kiszántása nyomán ugyanis legalábbis teljes értékű szerves trágyázást nyerünk (gyökértrágya).

Mennél kedvezőbbek a takarmánytermesztésre az ökológiai adottságok, illetve mennél több takarmányenergia terem a területegységen, annál olcsóbban termeljük meg az istállótrágyát, annál érdekesebb kiterjeszteni az állattállományt, és a talajerőgazdálkodást főként erre alapítani. Ezzel szemben oly adottságok között, ahol a talaj takarmánytermő képessége mostohább, ahol csak drágán termelhetjük meg a takarmányt, ott a humuszgazdálkodás érdekében már kisebb-nagyobb mértékben a zöldtrágyázásra kell támaszkodnunk különösen akkor, ha vannak olyan zöldtrágya-növények, amelyek az adott talajon nagy tömegeket termelnek meg. Ilyen növények

főként a vitálisabb, keserű anyagokat tartalmazó különleges zöldtrágya-növények, mint pl. a csillagfürt fajok, a somkóró és változataik. De a zöldtrágyázásra kell támaszkodnunk azokban az esetekben is, amikor egy-egy gazdaság vagy távoli gazdasági rész nincs ellátva megfelelő épületekkel, és emiatt nem képes beállítani a szükséges állatállományt.

Amikor már a rendszerebb és huzamosabb zöldtrágyázás hatására a talajerő fokozódik, és ezzel karöltve a talaj takarmánytermő képessége is javul, fokozatosan áttérhetünk az abszolút zöldtrágyázásról a talajjavító takarmánytermesztésre is. Eklatáns példája ennek az, amikor a homoktalajokon már áttérhetünk a keserű csillagfürt zöldtrágyázásáról az édes csillagfürt takarmánytermesztési rendszerére, a gyökér- és istállótrágyázásra.

Annak ellenére, hogy a zöldtrágyának a homokon legtöbbször nagyobb a hatása, mint az istállótrágyának, a kíváncsi mégis az, hogy mindkét szerves trágyát alkalmazzuk. A zöldtrágya ugyanis gyorsan lebomló és rövidebb ideig ható táphumuszt nyújt a növényzetnek, míg a huzamosabb hatású istállótrágya már tartósabb humusz-frakciókkal gazdagítja a talajt, ami a kolloidokban szegény homok esetében életkérdést jelenthet. Az előbbi inkább növényi trágya, az utóbbi pedig talajtrágya.

A talaj szerkezetességének állandó színvonalon tartása érdekében még a legjobb talajtípusokon is fel kell használnunk minden alkalmat, hogy másodvetésként talajjavító növényeket iktassunk be. *Mennél folyamatosabb, hézagmentesebb a mikroszervezetek szerves anyaggal való táplálása, annál tartósabban, huzamosabban tarthatjuk fenn a talaj szerkezetét, és ezzel együtt biztosíthatjuk az utónövény életfeltételeit* (tápanyagfeltárás, vízgazdálkodás). A talajerőgazdálkodás érdekében az üzemi és időjárási lehetőség határáig mindent el kell követnünk a humuszképzésre, és ha ebbe a törekvésünkbe rendszert és céltudatosságot viszünk, évről évre felfelé ívelő haladást tapasztalhatunk a talajerőben. Mindez különösen száraz klimatikus viszonyaink között természetesen a talajnedvesség kérdése is.

A laza talajok általában alkalmasabbak a zöldtrágyázásra, mint a kötött talajok. A homoktalajokban a zöldtrágya-növények gyökerei gyorsabban és mélyebben hatolnak be a talajba, úgyhogy még szárazságban is gyorsabban érik el a nedvesebb rétegeket. A kötöttebb talajokban kolloidálisabb voltuknál fogva kevesebb a diszponábilis nedvesség (nagyobb holtvíz), emellett a gyökerek lehatolása is lassúbb és nem olyan mélyre lejutó. A lazább talajok megművelése nem jelent problémát még nagyobb szárazságban sem. Ugyanakkor a kötött talajok beérlelése és a magágy készítése időt, nagyobb nehézséget és több szakavatottságot igényel, de szárazságban még a feltételek biztosításával sem vethetők be sikeresen a tarlók másodvetésekkel. A túl kötött talajok, pl. a tiszántúli réti anyagok és termőszikek különösen száraz viszonyok között egymagukban is elég gondot adnak a talajművelőknek, hogy ezeket a »perctalajok«-at az őszi alá beérleljék, és az őszi szántásokat idejében elvégezzék. Itt a feladatok főként abban merülnek ki, hogy a talajművelést a szűkreszabott optimális nedvességi állapotban lehessen lebonyolítani.

Figyelembe kell még vennünk azt is, hogy az a törekvésünk, amely szerint a másodvetésekkel a kíváncsi szerves anyagot felhalmozzuk, több-kevesebb talajnedvességbe kerül. Nem jelentős ez akkor, amikor a másodvetés utónövénye tavaszi növény, mert hiszen a téli csapadék mindezt

helyrehozhatja. De takarékoskodnunk kell a nedvességgel akkor, amikor a másodvetések után őszi növények következnek. Ilyenkor lehetőleg kisebb vízigényű, beárnyékoló növények legyenek a másodvetések. Természetesen ott, ahol öntözni lehet, ez a tényező semmit sem jelent. Éppen ezért nem hangsúlyozhatom eléggé, hogy milyen nagy jelentősége lehet ilyen körülmények között a tarlónövények öntözésének a tervszerű humuszfelhalmozásban. A vizet elsősorban ezekre kell felhasználnunk, és csak másodsorban a kapás növényekre, mert ez esetben a víz nemcsak gyökérhumuszt, hanem a takarmánybázis megszilárdítását is jelenti.

A zöldtrágyázás növényei és termesztésük technikája

Először elvileg kívánom tisztázni azt, hogy hazai adottságaink között milyennek kell lennie az eszményi zöldtrágyának. Amint már említettem is, előnyben részesítjük a pillangós növényeket, vagy azok keverékeit nem pillangósokkal, esetleg a keresztes virágúakat. Mind a pillangósok, mind a keresztes virágúak karós gyökérzete mélyre hatoló, és nemcsak a feltalajt hálózza be, hanem az altalajba is lehatol, utat törve ezáltal a sekélyebb gyökérzetű utónövényeknek, ami főként a szárazságtűrésben érezteti hatását. Ezek a pionír növények feltárják az altalajban levő nyers növényi tápelemeket, és a feltalajban elhelyezett gyökérzetük révén azzal a feltalajt gazdagítják. Utalok itt MARTINNAK (1926) egy érdekes tartamkísérletére, amely szerint a másodvetéses pillangós, illetve keresztes virágú növények a feltalaj P-tartalmában milligrammban a következő eltolódást okozták:

zöldtrágya nélkül	0,140%
levágott takarmánynövények	0,151%
zöldtrágyázás	0,170%

A jó zöldtrágya-növénynek eléggé szárazságbírónak, gyors fejlődésű és jól beárnyékolónak kell lennie. Azokat a növényeket részesítsük előnyben, amelyek magja biztosan termesztethető, és amelyek szaporítási hányadosa nagy. Sajnos a legértékesebb zöldtrágya-növényeknek, a hüvelyeseknek elszaporítási hányadosa nemcsak kicsi, hanem kockázatos is, mert magtermésük igen ingadozó (kivétel a szegletes lednek). Szereném hangsúlyozni, hogy nem éppen a sokak által hangoztatott aprómagvúság a fontos, vagyis az, hogy holdanként kevés súlyú vetőmagra legyen szükségünk. Ez a feltétel legfeljebb csak akkor állja meg a helyét, ha a vetőmagot meg kell vásárolnunk. Ha azonban a magot magunk termesztjük, és ez az egyedül helyes út, akkor az elszaporítási hányados nagysága a döntő. Kisebb megterhelést jelent még a vetőmag előállításának is, ha az adott növények talajjavítók, pillangósok, mert ezzel önmagukban is hozzájárulnak a talajerő fokozásához (hüvelyesek). Ennyivel jelent tehát kisebb áldozatot, illetve önköltséget a másodvetéses növények vetőmagjának termesztése.

Sokszor előnyös, ha a zöldtrágyát keverékben vetjük, úgyhogy karógyökerű növény legyen társítva bojtos gyökerűvel. Így erősebb gyökérbehálózást és tökéletesebb beárnyékolást nyerünk, de emellett még a tár-

sított növényzet alkalmazkodó képessége is rugalmasabb lesz (lásd a növénytársításról szóló részt). Ha azonban egy-egy zöldtrágya-növény monokultúrában is tökéletesen betölti feladatait, főként azért, mert az adott ökológiai viszonyok között jól díszlik, egymagában is vethetjük, pl. csillagfürtöt, repcét, szegletes ledneket.

Száraz viszonyaink között nem szükséges különösebben törekedni arra, hogy a zöldtrágyának túl nagy legyen a föld feletti része, mert ez sok talajnedvességbe kerül. Ilyenkor inkább a tömegesebb gyökérzet a célszerű. Természetesen kivételek azok a talajok — mint a homok —, ahol a vízgazdálkodás a gyorsan lehatoló gyökerek miatt nem jelent nehézséget. Ettől eltekintve figyelembe kell vennünk a takarékos vízgazdálkodást, mert *a másodvetés nem egyéb, mint a főnövények után feleslegként megmaradó vegetációs lehetőségeknek, főként pedig a tenyészidőnek és a víznek gazdaságos felhasználása.* Itt kell felemlítenem SCHULZ-LUPITZnak azt az érdekes megállapítását, hogy míg nedves évjáratokban a csillagfürt gyökérzete csak 80 cm mélyre, addig száraz évjáratokban 150 cm mélyre hatolt le, mert csak ilyen mélyen talált vizet. Ennek az a következménye, hogy bár száraz évjáratokban a gyökérmaradványok össztömege kisebb, mégis mélyre hatolásuk, vagyis pionír tevékenységük nagyobb, ami az utónövény szárazságbírást előnyösen befolyásolja. Nem áll azonban ez a tétel a túl kötött talajokra, mert itt a gyökerek gyors lehatolása gátolt.

Hazai viszonyaink között a zöldtrágyázást rendszeresebben inkább a Nyírség és Somogy megye homoki tájain alkalmazták. Legújabban vannak ugyan kezdeményezések a kötöttebb talajokon is, azonban a kettőstermesztést túlnyomórészt nem annyira a talajerő fokozása, mint helytelenül inkább a közvetlen árutermelés célja vezérli, amikor is kevésbé veszik figyelembe e növények kedvező vagy kedvezőtlen elővetemény-hatását és kihatásait a talajerőre.

A savanyú homoktalajok zöldtrágyázásával itt felesleges foglalkoznom, mert ezt a kérdést kiválóan dolgozta ki WESTSIK. Ugyancsak ismeretes a Duna—Tisza közi és általában a *meszes homoktalajok* zöldtrágya-növénye, a somkóró, amelyet eredményesen vetnek rá rozsra úgy, hogy részben takarmányul, részben pedig zöldtrágyául használják. A meszes homokok jelentős gyökérnövénye még az őszi szöszös bükkönyös rozs, amelynek kiterjedtebb termesztése nagyban fokozná a homokok humusz- és egyben takarmányellátását. A takarmány silózása szilárd alapot nyújt nemcsak a téli, hanem a nyári zöldtakarmányozás folytonosságának biztosítására is, mert éppen a homokokon következnek be a nyár végén — amikor minden kisül — a legkellemetlenebb takarmányozási válságok. Szélsőséges futóhomokos területeken szalmatrágyázással és nitrogén-fejtrágyázással ellátott rozsvetés is eredményes zöldtrágyának a burgonya utónövényre.

Egyébként minden talajtípusnak és tájnak megvan a maga sajátos zöldtrágyázási, illetve másodvetéses talajhasználati lehetősége, még a mai, ez irányú hiányosabb ismereteink ellenére is. A *Tiszántúl* igen kötött, rossz vízgazdálkodású, szurkos réti agyagtalajain és szikes talajain annak idején (1930-tól) jó eredménnyel alkalmaztam zöldtrágya-növényként a *napraforgót*, mégpedig főnövényként korai vetéssel. Ezeken a szélsőséges, kolloidális talajokon ez szinte életkérdést jelentett. A talajt elláttuk szerves anyaggal, amire a napraforgó agresszív és nagy tömegű gyökérzete és föld

feletti termése kitűnő lehetőséget nyújtott. Igaz, hogy egy év termését elvesztettük vele, de utóhatásában, a talaj fellazításában bő kárpótlást nyertünk. Az így kezelt talajok vízgazdálkodása érezhetően megjavult. Kora tavasszal vetettünk gabonaszóróváltásra k. h.-ként 40—50 kg vetőmagot, mert számolnunk kellett azzal, hogy ezeken a talajokon nem minden mag kel ki. A napraforgót közvetlenül a virágzása előtt 15—18 cm mélyen szántottuk le traktorral. A növény ilyenkor (augusztus közepén) embermagasságot ért el, kivéve az erősebben szikes foltokat. Ezekre kiegyenlítésül a szomszédos bujább részéről lekaszált napraforgót hordtuk rá az alászántás előtt. A napraforgót a leszántás előtt a tökéletesebb aláforgatás végett a fogásoknak megfelelően lehengereztük abban az irányban, amerre a traktornak haladnia kellett. A leszántás után nyomban szeges henger vagy gyűrűs henger járt, hogy a nagyobb légüregek megszüntetésével a talaj kiszáradását megakadályozzuk, és így a korhadást elősegítsük. Ugyanakkor kiszórtunk 100—150 kg/k. h. nitrogén-műtrágyát is. Pár hét múlva egyesre állított tárcsás boronával a szántás irányával keresztbe elhasogattuk a talajban korhadásnak indult kórót, és újból hengereztünk. Pár heti további korhadás után a ferdére állított tárcsázás már apróra mállott szerves maradványokat keverhetett a talajba, és szinte érzékelni lehetett a terméshéztől élettelen talajok beérlelő folyamatát. A zöldtrágya után cukorrépát (takarmánynak) vagy zabosbükkönyt vetettünk. Ezek után 12—14 q, sőt még ennél is több búza termett. A zöldtrágya hatása itt legalább három évig érezhető volt, úgyhogy akkori kalkulációnk szerint a főnövényes zöldtrágyázás igen rentábilisnak mutatkozott, annyival is inkább, mert ezáltal a szerves anyag körfolyamatának erős lökést adtunk. A zöldtrágyázás után mind a szalasztakarmány (zabosbükköny), mind pedig a vizenyős takarmány (cukorrépa) termései nagyobbak és biztosabbak voltak, a búza terméshéztében pedig az alomszalma járult hozzá fokozóan az istállótrágya termeléséhez, és végeredményben a talajerő »begerjesztéséhez«.

Kitűnő talajjavító növénynek ismertem meg szikes talajokon az ún. *legelőrepcét* is, amelyet nyár végén vetettünk el, és hótalan teleken legeltettünk juhokkal. Sorsdöntően fontos, hogy a *legeltetés csakis fagyos talajállapotban történhessék*, mert ellenkező esetben helyrehozhatatlan rombolás áll be a talaj szerkezetében. Az így legeltetett repcét tavasszal csak 2—3 ízben tárcsázzuk. Talajszerkezetünk érezhetően megjavul.

Szelídebb termőszikeken az áttelelő *somkóró* gyökértrágyaként alkalmazásakor is igen jó tapasztalataim voltak, amikor is azt dupla gabonaszóróváltású zabosbükkönybe vetettük. A zabosbükköny korábbi lekasználása után erős fejlődésnek indult somkórót a nyár végén levágtuk, és a tarlót nyomban beérlelő talajművelésnek vetettük alá. Nagy gondot kellett fordítani arra, hogy a somkóró elgyomosító hajlama ellen olyan gyomirtó talajművelési eljárást folytassunk (többszöri kultivátorozás), hogy a talaj alkalmassá váljék a búza termesztésére. Amennyiben ez nem sikerült, utána kapásnövény következett.

A *savanyú vegyhatású erdőtalajok* másodvetéses zöldtrágyázására, illetve gyökértrágyázására hazai viszonyaink között lehetőségeink a leggazdagabbak és legbiztosabbak. E talajok a délnyugati és északkeleti peremvidékeken terülnek el, amely vidékek éghajlati, de különösen csapadékviszonyai, harmatképződésük és relatív páratartalmuk kedvező lehetősé-

geket nyújtanak a másodvetések sikerére. A közéletéses növények közül e csapadékos talajokon kiterjedtebben kellene termesztetni a *fehérherét*, amely olasz perjével társítva bővebb legelőt és dúsabb gyökérzetet nyújtana, vagyis jobban szolgálhatná a talajerő fokozását. A tarlónövények közül GÖRBBING és SEKERA szellemében nagyon javasolt lehet a gabonaszántó távolságban elvetett *ősi repce*, amit a tavaszi szántás elkerülése érdekében még ősszel szántunk alá.

NÉMETH GYÖRGY véleménye szerint a nemesítés alatt álló fehér csillagfürt édes változatának komoly szerepe lesz a savanyú erdőtalajok gyökértrágyázásában. Miután e talajok szerkezete, illetve szelvénytípusa igen mostoha, olyan értelemben, hogy a szerkezetes legfelső réteg sekély, és alatta egy erősen tömődött, szerkezet nélküli réteg helyezkedik el, a zöldtrágya-növények gyökerei rendesen e beteg, tömődött rétegeket nem törik át, azaz biológiailag nem porhanyítják fel. E biológiai felporhanyítás, illetve a szerkezetesség mélyebb előretörése érdekében sorsdöntően fontos, hogy a tarlónövények számára mechanikailag felporhanyítsuk a talajt, mert az így fellazított talajba a gyökerek gyorsabban lehatolnak, illetve azt sűrűbben behálózzák. A behálózás nyomán következik be a talaj mélyebb biológiai felporhanyítása, vagyis a szelvénytípusa kedvezőbb rétegvastagsága. A pionír növényeknek a mechanikai fellazítással párosult talajgyógyítása az utónövény jelentős termésfokozását vonja maga után. A mechanikai fellazítást ebben az esetben kifejezetten *altalajlazítás* ekével végezzük, mégpedig két okból. Először azért, hogy a talaj mechanikai fellazítását a gyökerek részére lehető mélyen valósíthassuk meg, másodsor pedig azért, hogy a szántást csak oly sekélyen végezzük, amelynél elkerülhető a talaj érett felső rétegébe a szerkezet nélküli, tömődött réteg belekeverése. Ez gyakorlatilag annyit is jelent, hogy csak olyan mélyen forgatva szabad szántani, hogy rögök ne keletkezzenek. Ennek az a célja, hogy a talajjavító növények teljesen szerkezetes, érett rétegben csírázhasanak, a gyökerek itt növekedhessenek nagy kezdősebességgel, és innen hatoljanak le gyorsan a fellazított rétegekbe. Ezzel szemben ha tömött réteggel fertőzött, szerkezetileg leromlottabb környezetbe kerül a mag, és ott kel ki a csíra, fejlődése vontatottabb és gyökérfejlődése gyengébb lesz. Természetesen említenem sem kell, hogy ezeknek a savanyú vegyhatású, szerkezet nélküli talajoknak teljes gyógyulása csak akkor következik be, ha a vázolt talajhasználat és talajművelés mellett még *megfelelő meszeztést és istállótrágyázást is alkalmazunk. E négyes komplex tényező együttes hatása hozza meg a teljes eredményt.*

A savanyú vegyhatású erdőtalajok zöldtrágyázása a kedvező klimatikus adottságok miatt nem jelent különösebb problémát. Ugyanez vonatkozik a homokos talajokra is, mert e talajok lazasága, könnyebb gyökérjárási képessége kedvező lehetőséget nyújt a talajnedvesség értékesítésére. A szélsőségesen száraz vidékek ugyancsak szélsőségesen kötött talajain pedig főnövény-zöldtrágyázással oldható meg gazdaságosan a talajjavítás. Addig tehát, amíg mindezek a különleges talajokon többé-kevésbé járható utat jelent a zöldtrágyázás és a gyökértrágyázás, addig a legjobb talajtípusainkon, a *mezősegi talajokon és a szelíd, közömbös vegyhatású erdőtalajainkon a legnehezebb a kérdés megoldása.*

Olyan vélemény is felmerülhet, hogy legjobb típusú talajaink nem szorulnak rá a talajjavítás ilyen módszereire. Ezzel szemben véleményem az, hogy mezőszéki talajaink túlnyomó részének termőereje, sajnos, meglehetősen hanyatló. Ez a hanyatló irányzat azóta van folyamatban, ha lassúbb ütemben is, amióta az ember az őszállapotban levő mezőszékeket kultúrába vonta. Most, hogy a népesség szaporodásával a szükségletek is megnövekedtek, nagyon is időszerűvé vált, hogy e legjobb típusú talajaink további hanyatlását megakadályozzuk, sőt megfelelő talajhasználattal és különösen másodvetéssel zöldtrágyázással és gyökértrágyázással termőerejüket fokozhassuk.

A tarlóvetés zöldtrágyázás és gyökértrágyázás ilyen száraz viszonyok és szigorú feltételek között, vagyis a korán lekerülő elővetemények után kevésbé kockázatos. Általánosan ismert, hogy a tarlóvetések legbiztosabban az őszi keveréktakarmányok után termeszthetők. De minthogy erre, mint kitűnő búza-előveteményre számot tartunk, csak olyan tarlónövényt vessünk bele, amely mint búza-elővetemény is megállja a helyét, vagyis a talaj szerves anyagát nemcsak mennyiségi, hanem minőségi vonatkozásban is gyarapítja. Szükség van erre azért is, hogy a korán lekerülő őszi keveréktakarmány és a búza vetése közötti tenyészidőt szervesanyag-képzésre, a talajmikrobák szünet nélküli tervszerű táplálására (a talajszerkezet biológiai felépítése) gazdaságosan kihasználjuk. De még azért sem hagyhatjuk ugaron a földet majdnem egy fél évig, és éppen a biológiai aktivitás legkedvezőbb hónapjaiban, hogy különösen csapadékosabb nyár esetén a keletkező nitrátok kimosását megakadályozhassuk.

Az őszi keveréktakarmány azért a legjobb és aránylag legbiztosabb előveteménye a másodvetéseknek, mert talaja rendszeren nedvességgel még bőven ellátott, és amellet az kitűnő szerkezeti állapotban hagyja maga után. Tehát megfelelő talajelőkészítéssel a tarlónövények kelése és lendületes fejlődése biztosított. Érdemes e növények erősebb mérvű kiterjesztését szorgalmazni még azért is, mert az őszi és téli csapadék kihasználásával takarmánytermelésük aránylag nagy és biztos, de amellet igen jól illeszkednek be munkaszervezés tekintetében is az üzembe, mert sem vetéskor, sem pedig aratáskor nincs munkatorlódás. Az őszi keveréktakarmánynak és tarlónövényének együttes takarmánytermése vetekszik a lucernáéval. Az őszi keveréktakarmányok feleslegét silózással igen gazdaságosan felhasználhatjuk annyival is inkább, mert silóink ilyenkor már üresen állnak, és a silózáshoz szükséges gépi és kézi munkaerő ebben az időszakban bőven áll rendelkezésünkre, szemben az őszi silózás munkatorlódásaival.

Egy árnyalattal gyengébb, de még elég jó és biztos előtermény a tarlónövények számára a *bíborhere*, a *zabosbükköny* és a *repce*, esetleg a *korai borsók* (*expressz*).

Miután mindezek az őszi búzának igen jó előveteményei, ha tarlóikat további talajjavításra, illetve humuszgyarapításra kívánjuk igen helyesen felhasználni, *legyünk figyelemmel a vízgazdálkodásra is*. Vagyis csak olyan növényeket iktassunk be, amelyek humuszgyarapító hivatásukon kívül sok vizet nem fogyasztanak, illetve elég nedvességet hagynak a búzának is. De legyünk figyelemmel arra is, hogy e növények után *csak ab-*

ban az esetben vessünk másodnövényeket, ha a talaj szerkezete azt megengedi. A keszthelyi intézet barna erdőtalaján éveken át elég széles alapokon vizsgáltuk a különféle tarlónövények termését és elővetemény-hatását az utónövényre. Minden kétséget kizáróan megállapítottuk, hogy a talajrontó tarlónövények esetleg nagyobb értéket jelentő termése közel sem elensúlyozhatja azt az értéket, ami a talajjavító növények kedvezőbb utóhatásában jut kifejezésre, nemcsak az utónövényre, hanem globálisan az egész vetésforgóra. Természetesen mennél gyengébb erőben levő talajjal állunk szemben, annál élesebben jut kifejezésre ez az irányelv, viszont bizonyára kisebb különbségek jelentkeznek majd kitűnő erőben levő talajokon.

A jó búza-elővetemények tarlójába legjobb eredménnyel vethető a szegletes lednek és a repce, mint zöldtakarmány. Mindkét tarlónövény aránylag kevés tadajnedvességet fogyaszt, mert kitűnően árnyékol. A lednek Keszthelyen 3 év átlagában 16 q lucernaszénának megfelelő takarmányt adott, és emellett még tovább javította az elővetemény-hatást. K. h.-ként kb. 120 kg magot kell vetni belőle (tízszeres elszaporítási hányados).

A repcét zöldtrágyának először GÖRBLING, majd SEKERA alkalmazta, de kifejezetten savanyú erdőtalajokon. Ennek alapján kezdtünk szárazabb tájainkon kísérletezni e növényvel abból az elgondolásból kiindulva, hogy a repce az a zöldtrágya-növény, amely a mi száraz viszonyainkhoz még a legjobban alkalmazkodik. A nyárutó, az augusztus második fele ugyanis legtöbbször meghozza a szükséges csapadékot, amely ilyenkor már sokkal hatékonyabb a már husszabbodó és hűvösödő éjszakák miatt. A rendelkezésre álló rövidebb tenyészidő alatt a repce viszonylag tekintélyesebb mennyiségű szerves anyagot alakít ki. Vetőmagszükséglete és annak értéke is olyan kevés, hogy a zöldtrágyázás e neme úgyszólván alig rejt kockázatot magában. Gyökérvizsgálataink során megállapítható volt továbbá, hogy gyökérzetének behálózó képessége az összes növények közül majdnem a legnagyobb, kémiai összetételben (N, P) pedig megközelíti a pillangósok gyökérzetének összetételét. Mindezek a tényezők és megfontolások késztettek arra, hogy ezzel a zöldtrágyával, annak trágyázási, műtrágyázási vonatkozásaival és megfelelő elhelyezésével a vetésforgóban behatóbban foglalkozzunk. A kísérletek folyamatban vannak. Egyelőre csak annyit, hogy a repceből 10—12 kg-ot vetünk gabonaszórásra (elszaporítási hányados 60—80-szoros). De vethetők ezek társítva is úgy, hogy először a ledneket vetjük el mélyen, majd a talaj lehangerezése után a repcét sekélyen, mindkettőt 60 % vetőmaggal. Pillangósok után repcét érdemes tarlónövényként vetni. A cél itt egyben a nitrát kimosásának megakadályozása (fiziológiai abszorpció) a búza utónövény javára. A ledneket pedig a nem pillangósok után vetjük (repce, zabosbukkó). Fontos, hogy a repcét idejében kaszáljuk le és alaposan munkáljuk be a talajba, hogy a búza vetéséig lebontódjék. Szárazabb időjárásban a repce nem fejlődik ki kasza alá, ilyenkor alászántjuk zöldtrágyának. Utána a talaj porhanyóssá, szerkezetessé válik. Különösen feltűnt ez martonvásári kísérleti parcelláink szántásakor, amikor a vetetlen parcella kevésbé porhanyós, sőt rögzös szántását összehasonlítottuk a repcével elvetett parcella teljesen porhanyós szántásával. Ez a talajbeérlelés a repcés parcella szélétől már mintegy fél mé-

terre kisugárzott. A gyakorlatban alkalmaztuk a repce-zöldtrágyát egy készthelyi üzemi kísérletben azzal az egyszerű módszerrel, hogy a repce ún. árvelését használtuk fel zöldtrágyának. Az utána következő búza májusi becslés szerint mintegy 2—3 q/k. h. terméstöbbletet mutatott az árvelés-mentes parcellával szemben. Sajnos az 1954-ben bekövetkezett feketeoroszda erősen lerontotta a termést, de még így is 149 kg/k. h. szemterméstöbblet mutatkozott a repce-zöldtrágyázás javára.

Ujabban az őszi repce helyett a tavaszi repcével kísérletezünk, hogy az őszi repce gyomosító hatását kiküszöböljük. A tavaszi repce ugyanis a tél folyamán kifagy, és így gyomosító hatása megszűnik.

Visszatérve az őszi keveréktakarmányok kedvező tarlójára, ezekbe a búza-utónövény érdekeinek erősebb megsértése nélkül még eredményesen vethető a *szudáni cirokfű* is, ha ezt bugahányás előtt kaszáljuk le, és ha a búza vetése előtt legalább 4 héttel megfelelő beérlelő talajműveléssel leszántjuk, mégpedig kombinálva nagyobb adagú nitrogén-tarlóműtrágyázással (a pentozán-folyamatok gyors lezajlása). Még kevésbé sértjük a búza érdekeit, ha a szudáni cirokfűvet a *szegletes lednekkel társítjuk*. Ez a keverék izletesebb és értékesebb (fehérjében gazdagabb) ugyan, mint a tisztán vetett cirokfű, de kísérleteink szerint termése 27%-kal kisebb. Nem kétséges azonban, hogy jobb elővetemény-hatása, fehérjében gazdagabb volta erősen ellensúlyozta a mennyiségi csökkenést.

Elbírja még a búza a *kapás csalamádé* közbeiktatását is, különösen ha borsóval vagy lednekkel vetjük. De szigorú előfeltételt jelent a bugahányás előtti levágás, és a már említett beérlelő talajművelés, még erősebb (100—250 kg pétisó) nitrogén-műtrágyázással kombinálva. A *silókukorica* vetését csak abban az esetben javasolnám a búza érdekeinek sérelme nélkül, ha korai fajtákat alkalmazunk. Legalkalmasabbnak vélem erre a célra az ID. MANNINGER ADOLF által kitenyészített igen korai silókukoricát, amely amellet még kitűnően árnyékol, ennek hiányában pedig egyéb korai fajtákat (*Red King*, *Páduai*, *Bádeni* vagy egyéb korai hibrid kukoricák). Ennek üzemi előnye még az is, hogy silózását korábban, torlódásmentesebben, gyorsabban és olcsóbban végezhetjük el (sármentesebb utak és tízórás munkanap).

A *gabonatarlók* zöldtrágya-vetésére a száraz éghajlatú mezőségi talajokon mai kísérleti eredményeink szerint a *repcét* tartjuk a legalkalmasabbnak arra, hogy utána tavaszi növény következzen. Ha a gabonatarlót megfelelő beérlelő talajművelésben részesítjük, augusztus közepére még száraz viszonyaink között is alkalmassá válik a talaj a repce vetésére. Régi tapasztalat szerint augusztus végére rendszeren jön annyi eső, amennyi a repce kelését biztosítja. A múlt század erősen elterjedt repcetermesztését is erre az időjárásra alapozták. Bár a tavaszi növények zöldtrágyázásának hatásával kapcsolatban még nincsenek határozott tapasztalataink (a kísérletek most folynak), de nem tartom kétségesnek, hogy hasonló eredmények jelentkeznek majd itt is, mint az őszi búza esetében. Minthogy a repce jellegzetes istállótrágya- és nitrogén-igényes növény, igen fontosnak vélem, hogy éppen a mennél fokozottabb humuszképzés érdekében az utónövénynek szánt istállótrágya és műtrágya egy részét inkább a humuszgyarapító repce alá adjuk, és így működtessük a humuszképzés motorját. A kísérleteinkben szereplő számos istállótrá-

gyás és műtrágyás kombináció azt mutatta, hogy a fél istállótrágyás és nitrogén-műtrágyás parcellák szervesanyag-tömege mintegy 30—40%-kal volt több a kezeletlen parcelláknál. Az eredményeket csak az 1956. évi kapásnövényvel tudjuk majd megállapítani.

Röviden még megemlítem azt is, hogy a *napraforgót mint zöldtrágyát gabonatarlóba vetve csak tavaszi növények alá megokolt alkalmazni*, és akkor is nagy adagú nitrogén-műtrágyával. Különösen a kötöttebb jellegű talajok lazítására lesz alkalmas. Búza alá csakis kivételesen, nevezetesen igen jó trágyaerőben levő, humuszban gazdag mezőségi talajon, és akkor, ha a talaj elég vízkészlettel rendelkezik.

Ezzel kapcsolatban végül még csak annyit, hogy igen sok tarlónövényrel végzett kísérletezésünk eredményeként megállapíthatjuk, a régóta másodvetésként vetett köles és mohar nem érdemli meg, hogy mint tarlónövény további polgárjogát megtartsa. Termésük erősen elmarad a szudáni cirokfűétől, utóhatásuk pedig talajrontó voltuknál fogva negatív értékű. Egyetlen előnyük, hogy vetőmagszükségletük kicsi. Valószínűleg azért is hódítottak tért.

Beszélnem kell még a nyugati államokban már mintegy két évtizede alkalmazott ún. *heretakarós zöldtrágyázási* módszerről (Kleedecke). A zöldtrágyázásnak ez a módszere igen olcsónak és hatékornynak bizonyult. A kalászosokba tavasszal vetik bele a zöldtrágyának szánt hereféléket, mégpedig az adottságok szerint a *vörösherét, a fehérherét, a komlós lucernát, a korcs herét* vagy *somkórót*, illetve ezek keverékeit. Az állományt ősszel vagy a következő év tavaszán szántják le zöldtrágyának. A zöldtrágyázás e közévetéses módszere azért igen olcsó, mert elvetésekor külön talajelőkészítést nem igényel, sőt megtakarítható általa a tarlóhántás költsége is. Javítja a költségek mérlegét még az is, hogy jó őszi legelőt szolgáltat.

Problémát jelent hazai viszonyaink között a vetőmag előteremtése, hiszen még a főnövényként vetett herefélék vetőmagvában sem bővelkedünk. Bár ez is megoldható azzal, hogy minden gazdaság maga termelje ki vetőmagszükségletét.

Szárazabb éghajlatunk alatt a vetésben is van számottevő kockázat. Ugyanis a közévetéses zöldtrágya-növények fejlődésének két fázisában következhetik be a válság. Az egyik akkor jelentkezik, amikor egy száraz tavasz esetén a kalászos még viszonylag jól fejlődik, de a tavasszal sekélyen alátakart közévetett növényke kelése késlekedik. Ebben a versenyben a herenövényke alul marad, ami különösen akkor válik veszélyessé, ha olyan nagyobb esőzések jönnek, amelyek az amúgy is előretört gabonát erős bokrosodásra készítetik, és a lekéselt közévetett növénykét a takarónövény erős beárnyékolásával teljesen elnyomja. A másik szárazsági válsággal akkor számolhatunk, amikor a gabonák virágnak, illetve elvirágoztak. A gabonák ebben a fenofázisban építik fel legerősebben szárazanyagukat, és természetesen ekkor fogyasztják legrohamosabban a talajnedvességet. Egy száraz időjárás bekövetkeztekor a talajnedvességért folytatott harcban természetesen a gabonák kerülnek erősen fölénybe, nemcsak azért, mert gyökérzetük fejlettebb, nagyságrendileg is elnyomók, hanem főként azért, mert tenyészidejük végére jutottak, amikor is ebben a fenofázisban minden növény agresszivitása legnagyobb a vízfelvétellel

szemben. Ez a válság június száraz időszakában következik be. Az így elnyomott és legyengült növény azután, ha még a gabona aratása után is folytatódik a szárazság, szomjan pusztul és kiszárad. Legérzékenyebb erre a somkóró, és kísérleti megállapításaink szerint legellenállóbb a szarvaskerep.

Mindebből az is következik, hogy ez a zöldtrágyázási módszer házánk inkább kedvezőbb csapadékú éghajlata alatt, vagyis az északkeleti és délnyugati tájakon lesz eredményesebb.

A felsorolt nehézségek ellenére szárazabb éghajlatú tájainkon már két évvel ezelőtt megindítottuk a kísérleteket ezzel az értékesnek ígérkező zöldtrágyázási módszerrel kapcsolatban, mégpedig azzal a célkitűzéssel, hogy a herefélék és a takarónövényt úgy válasszuk meg, hogy a zöldtrágya-növény természetese és magtermesztése biztonságos, egyben elszaporítási hányadosa is kielégítő legyen. A kérdés természetesen egyelőre csak a kísérletezés stádiumában van.

Egyébként a talajjavító másodvetések kutatása terén még rendkívül sok megoldandó kérdés előtt állunk, különösen mezőszéki talajaink szárazabb tájain. Vonatkozik ez mind a tarlónövények megfelelő megválasztására és szerencsés társítására, mind talajelőkészítésükre, trágyázásukra, vetésükre, majd utóhatásuk megállapítására, és végül — ami nem kevésbé fontos — megszervezési lehetőségeikre az üzemben.

A talajjavító másodnövények és zöldtrágya-növények sikeres alkalmazása érdekében, és egyéb, még fel nem említett szervezési kérdések tisztázására mai ismereteink alapján még a következő irányelveket kívánom megemlíteni:

A sikeres másodvetés feltétele a *vetőmagkészenlét és annak megtermelése önellátás útján*. A másodvetésre mindig valamivel több *vetőmagot kell használni*, mint a főnövényként vetettre, mert a nyár folyamán már kevésbé bokrosodnak a növények, kevesebb növény is kel ki, de egyébként is fontos a talaj gyors beárnyékolása. A *vetőmag alátakarása is valamivel mélyebben történik*, hogy az nedvesebb rétegbe kerülhessen.

A talajelőkészítésben irányelv a gyors és beérlelő, valamint a nedvességhímélő talajművelési rendszer alkalmazása. A befejezett vetést igen erősen hengerezzük (kivéve, ha átázott a talaj).

A talajjavító másodvetések *istállótrágyázása és műtrágyázása igen fontos előfeltétele kedvező utóhatásuk kibontakozásának*. A pillangós növények foszfátozása, azok kis adagú éretlen istállótrágyázása is megokolt, de ez utóbbi csak rossz szerkezetű talajokon. Ezzel a fél adagú éretlen istállótrágyával némi lökést adunk a szerkezet kialakításának, és az éretlen trágyázás nyomán bekövetkező nitrát-asszimiláció folytán kialakul a pillangósok nitrogén-éhsége is. Mindezek a körülmények elősegítik a fokozottabb gümőfejlődést, és vele a nitrogén-felhalmozást is. A nem pillangósoknál pedig a nitrogén-műtrágyázás és a fél adagú istállótrágyázás lesz a célravezető eljárás. A cél az, hogy a talajjavító növények trágyázásával mennél több és jobb szerves anyagot halmozzunk fel. De a harmonikus táplálás jegyében ugyanolyan fontos a *kiszántott talajjavító növények tarlójának talajbeérlelő trágyázása is*. A pillangósok után a foszfátozás, a nem pillangósok után pedig a nagy adagú nitrogén-műtrágyázás

lesz megokolt, a szerves anyag mennyiségétől és a talaj nitrogén-állapottól függően (pentoán-folyamatok ellensúlyozása és jobb minőségű humusz-frakciók kialakítása). A tapasztalatok még arra is utalnak, hogy a zöld- és gyökértrágyák kiszántásával egyidejűen fél adagban nyújtott istállótrágyának további kimagasló hatása is jelentkezik, különösen kötött talajokon. Lauschtadtben a komlós lucerna zöldtrágya után adott 120 q/ha istállótrágyának cukorrépára a következő termésfokozó hatása jelentkezett viszonyszámokban:

I. kísérlet	125
II. „	136
III. „	116
csak zöldtrágya	100

Ennek az ún. »trágyaoltásnak« eddigi magyarázatát az istállótrágyának mint szerves trágyának addíciós hatásával okolták meg. De szerintem talán hozzájárulhat ehhez az is, hogy a talajjavító növénytől örökölt jobb talajszerkezetben az istállótrágya lebontása, mineralizációja gyorsabbá válik. Mindenesetre figyelemre méltó tény, hogy ez a kis adagú istállótrágya (gyenge fél adag) ilyen jelentős hatást fejt ki. Ezzel tehát a nagyon is korlátolt mennyiségben rendelkezésünkre álló istállótrágya hatásfokát jelentékenyen fokozhatjuk.

Röviden összefoglalva, *míg a zöldtrágya-növény trágyázásának célja a humuszképzés fokozása, addig a zöldtrágya-tarló trágyázásának célja annak jobb érvényesítése a szerkezetesebbé vált talajon.* Mindkét tevékenység az utónövény, és egyáltalában a talajerő távlati céljait szolgálja.

A trágyaszarvasok kihordása a helyszínre, illetve a tábla szélére fontos szervezési feltételt jelent abban a vonatkozásban, hogy a tarlónövények letrágyázása mennél gyorsabban legyen lefolytatható. A zöldtrágyát általában ősssel szántjuk alá, kivéve a világos homokokat, ahol ezt a műveletet főként a nitrát-kimosások és a homokfúvás elkerülése végett tavasszal végezzük el. WESTSIK ezt úgy határozza meg, hogy amennyiben olyan homokról van szó, amit a szél elfúj, ott a zöldtrágyát csak tavasszal szántuk alá. Jelentősége van ennek WESTSIK tapasztalata szerint még azért is, mert ez az ősssel le nem szántott zöldtrágya egyben jó hófogót is jelent, ami elősegíti a vizeztartékok gyűjtését. *Mennél kötöttebb a talaj, annál sekélyebben szántuk le a zöldtrágyát (12—14 cm), a homokon viszont mélyebben (18—25 cm).*

A búza-elővetemények tarlóvetése után csak búza következhetik.

A másodvetéses talajjavító növények beiktatása lehetőséget nyújt még arra is, hogy a talajerő különösebb megsértése nélkül gabona után gabonát vethessünk. A közbeiktatott talajjavító tarlónövény ebben az esetben ugyanis kifejezetten előveteménynek számít, és a gabona káros elővetemény-hatása a közbeiktatott növény biológiai áthangolása következtében elmosódik. Technikai lehetőséget nyújt erre az, ha pl. a gabona-tarlóba vetett repce-zöldtrágya után gabonát, vagy a korábban lekerült őszi árpa tarlójába kedvező időben pl. szegletes ledneket, illetve kedvezőtlen idő esetén később ugyancsak repcét vetünk korábbi kiszántással és nitrogén-tarlótrágyázással.

Egyik keszthelyi kísérletünkben régi tapasztalatomra támaszkodva egy búzatarlót expressz-borsó rostaaljjal vetettünk el, amely még bőven tartalmazott csírázóképes magvakat. A cél az volt, hogy a talaj biológiai áthangolása után búza után búzát vethessünk. A kísérleti eredmények k. h.-ként a következők voltak:

vetetlen tarló után	9.78 q
borsó-zöldtrágya után	13.81 „
borsó magnak meghagyva	10.35 „

Megjegyzendő, hogy a talaj igen gyenge trágyaerőben volt.

Felmerül még az a kérdés is, vajon *érdemesebb-e a tarlóba vetett takarmányt zöldtrágyának leszántani, vagy ehelyett takarmányoztassuk fel*, vagyis a fehérjében gazdag, értékes szerves anyagot a tartósabb humuszfrakciók kialakítása érdekében inkább az állatok gyomrán át értékesítsük. Azt hiszem, hogy ennek a kérdésnek eldöntése több tényezőtől függ. Függ elsősorban a talaj típusától, azután annak trágyaigényétől, magától a növénytől, a növény gyökérzetének és föld feletti részének arányától, a fennálló üzemviszonyoktól, vagyis attól, hogy pillanatnyilag szükség lesz-e az adott takarmány felhasználására, végül pedig attól, hogy érdemes-e azt lekaszálni, behordani, feletetni, majd a trágyát újból visszavinni stb. Az esetek legnagyobb részében az a helyzet, hogy *a gyökérzet egymagában viszonylag nagyobb hatást fejt ki a talajerőre, mint a föld feletti termés*. A gyökérzet az, amely a talaj tökéletes behálózásával kialakítja annak szerkezetét. Kísérleti eredményeink szerint a teljes mértékben leszántott zöldtrágya és a gyökértrágya hatása között, ha mutatkozott is bizonyos különbség, ez nem volt olyan nagy, mint amit vártunk, hogy a növényt érdemesnek tartottuk volna leszántani. Tapasztalataim szerint a humuszban igen szegény, szervesanyag-igényes talajokon (világos homok, szikes talaj stb.) a föld feletti termés leszántása megokoltabb, mint olyan talajviszonyok között, ahol pl. herefélékkel, füvesherékkel és egyéb gyökértrágyákkal amúgyis bővebben elláthatjuk talajunkat. Ilyen adottságok között nem szorunk arra, hogy a föld feletti termést bevigyük a talajba, mert az a kiterjedtebb állatállomány útján jobban fog értékesülni. Egyébként mindezt a helyi adottságok mérlegelése dönti el.

A továbbiakban felmerül még a *zöldtrágyázás és istállótrágyázás közötti különbség*, hogy vajon képes-e egyik a másikat helyettesíteni. Ezt a kérdést már az előzőkben érintettem. A zöldtrágya főként táphumuszt tartalmaz, az istállótrágyában pedig tekintélyes mennyiségű tartós jellegű humusz is van. Az istállótrágya csak a feltalajba kerül be, mégpedig meglehetősen egyenlőtlenül, a zöld- vagy gyökértrágya viszont tökéletes eloszlásban nemcsak a feltalajt hálózza be, hanem az altalajba is lehatol, és ott fejt ki pionír tevékenységét. Azt hiszem, hogy *mindkettőre szükség van, és a kérdés eldöntésében ne az legyen a fontos, hogy melyiket szorgalmazzuk, mert a talajerő elbírálásában az a helyes törekvés, hogy az adottságok figyelembevételével minden lehetőséget, minden alkalmat megragadjunk a mennél több és mennél jobb minőségű szerves anyag gyarapítására*. Ezt tesszük, amikor állatokat tartunk az üzemi lehetőség határáig, amikor ezek részére gyökérhumuszt gyarapító takarmányokat (herefélék,

füvesherék) természetünk, és amikor a másodvetések beiktatását szervezzük meg ugyancsak a fennálló ökológiai lehetőségekhez mérten.

SCHULZ-LUPITZ annak idején összehasonlította a csillagfürt-zöldtrágya és az istállótrágya viszonylagos hatását homokon, burgonya-utónövényen. Az eredmény a zöldtrágyázás javára meglepő volt. Ha-kénti eredmények q-ban burgonyából:

istállótrágya	146 q
zöldtrágya	234 q

Megvizsgálta a gyökereket és megállapította, hogy istállótrágya alatt a burgonya gyökerei 45 cm-re hatoltak le, a zöldtrágyás parcellák alatt pedig 120 cm-re. Ime a csillagfürt-gyökerek úttörésének eredményei.

WESTSIK is megállapította, hogy zöldtrágya után mindig nagyobb termés mutatkozott, mint istállótrágya után, sőt igen találóan fejezte ki magát, amikor azt mondta, hogy az »istállótrágya hevít, a zöldtrágya pedig üdít.« Valóban úgy van, hogy a zöldtrágyák után az utónövények tovább bírják a szárazságot, üdőbbek, zöldebbek maradnak. Ennek pedig az a magyarázata, hogy zöldtrágyák után a növények gyökerei mélyebben hatolnak le a talaj nedvesebb rétegeibe.

BELÁK ugyancsak végzett a keszthelyi szelíd erdőtalajokon ilyen irányú kísérleteket, és megállapította, hogy a gabonatarlóba vetett szegletes lednek zöldtrágya-hatása a burgonya termésére jóval nagyobb volt, mint az istállótrágyáé, de ugyanebben a kísérletben kifejezésre jutott a szegletes lednek viszonylagos kimagasló zöldtrágya-hatása is. Eredmények viszonyszámokban:

Ø	100
160 q istállótrágya/k. h.	118
expressz-borsó zöldtrágya	120
szegletes lednek „	144

Azt is meg kell azonban jegyeznem, hogy *még az istállótrágya hatása tartósabb volt, addig a zöldtrágyáknak a második évben már alig volt utóhatásuk.* Azonban a rövidebb, de nagyobb hatással is nagyon meg kell elégednünk, mert ezzel végeredményben további istállótrágya-készleteket takaríthatunk meg, illetve szabadíthatunk fel egyéb növények számára.

De rá kell itt még mutatnom a zöldtrágyáknak arra a jelentős üzemi-gazdasági előnyére is, hogy helyben teremnek meg. Ezzel szemben az istállótrágya termelését rendkívül sok szállítási és kézi munka költsége terheli (szalma és takarmánybehordás, az istállótrágya kezelése, annak kihordása és eltergetése stb.).

A felsorolt kísérleti eredményekből még azt a tanulságot is levonhatjuk, hogy *mennél kevésbé agresszív gyökerű egy növény, mint pl. a burgonya is, annál hálásabb az a pionír-gyökerű elővetemények (pillangósok, keresztes virágúak) úttörő munkájáért.* De úgy is felállíthatjuk a tételt, hogy a vetésforgó összeállításakor erre a körülményre szintén érdemes figyelmet fordítani.

Végül az alábbiakban röviden összefoglalom a *másodvetéses talajjavító növények hatását a talajerőre:*

1. Biztosítják a jó minőségű humusz gyarapítását, mégpedig a gyökérzet tökéletes behálózásával, ami maga után vonja a talaj szerkezetének javulását. Egyben gyökérzetükkel lehatolnak az altalajba, ami az utónövény jobb vízgazdálkodását biztosítja.

2. Lehetővé teszik a talajszervezetek folytonosabb, hézagmentesebb táplálását, ami a talajszerkezet tartósságát és egyben a trágyák nagyobb hatásfokú érvényesítését biztosítja.

3. Allandóbb talajtakarásra adnak lehetőséget, ami védi a talajt, különösen a lejtős talajokat a vízeróziótól.

4. Karógyökerekkel feltárják az altalaj egyébként hozzá nem férhető nyers tápanyagait, és azokat a sekély gyökérzetű (bojtos gyökérzetű) utónövények számára a feltalajba juttatják.

5. A pillangósok a növényfajtól és a talajadottságoktól függően évi 30—80 kg/k. h. nitrogénnel gazdagítják a talajt. Ezek kihasználási százaléka az időjárástól, illetve a csapadék kimosásától függően homokon megközelítően 20—30, kötött talajokon 30—50, műtrágyáknál pedig 50—70%. Míg azonban a műtrágyák nitrogénje — különösen laza talajokon — gyorsan és lökészerűen jelentkezik, addig a szerves kötésben lévő nitrogén mineralizációja huzamosabb, folyamatosabb és teljesen alkalmazkodó a növények igényeihez. Ugyanez vonatkozik a szerves kötésben lévő növényi tápelemekre is (P, K, Ca.)

6. Védi a talajt az elgyomosodástól.

Még egy kérdésre szeretném felhívni a figyelmet. A másodvetések nemcsak költség-többletet jelentenek az üzemnek, hanem esetleg munkatorlásban és kockázatban jelentős áldozatokat is. Nem közömbös a kérdés további gyakorlati megszervezése érdekében, hogy *alapos üzemi kalkulációban tisztázzuk e növények termesztésének létjogosultságát*. A költségek »Tartozik« oldalán szerepeljenek a talajelőkészítés, a vetés, a trágyázás és a vetőmag értékének tételei, a »Követel« oldalon pedig a takarmány nettó-értéke a (takarmányértékből levonva a vágási és betakarítási költségeket), továbbá a másodvetés termésfokozó hatása az utónövényre. Az első évi utóhatás megállapítására a gyakorlati életben nagyparcellás üzemi kísérletek mutathatnak rá olyan egyszerű módon, hogy a tábla szélén maradjon ki egy másodvetéssel be nem vetett 1—2 holdas ellenőrző parcella. Ha viszont még nem vagyunk teljesen biztosak az eredményben, ez a parcella legyen a másodvetéses táblarész. Ez nem kerül különösebb áldozatba, de enélkül teljes sötétségben tapogatózik a gyakorló mezőgazda, és semmi támpontot sem kap a tények számszerű és határozott megvilágítására, ami különösen a helyi adottságok mérlegelése miatt fontos. Csak ez az út mutat biztos irányt a másodvetések határozottabb megszervezésére.

3. A VETÉSFORGÓ ÉS A TALAJERŐGAZDÁLKODÁS

A vetésforgók szakszerű összeállítása nálunk ma még gazdag lehetőséget nyújt a termések fokozására. E tartalékok feltárásával annyiival is érdemesebb behatóan foglalkozni, mert *nem jelentenek anyagi áldozatot*,

hanem tisztán szervezési kérdést, és főként a rendelkezésre álló biológiai és üzemgazdasági energiák ésszerű és ingyenes elrendezésében jutnak kifejezésre.

A vetésforgók csak abban az esetben lehetnek teljes értékűek, ha céljuk nemcsak a mennél nagyobb termések elérése, hanem a talajerő állandó fokozása vagy legalábbis fenntartása. E kétirányú törekvés legtöbbször nem ellentétes, ha a természeti adottságoknak megfelelően szerencsésen választjuk meg a növényeket, szervezzük meg és rendezzük el azokat a vetésforgóban.

Mennél gyengébb erőben van a talaj, és mennél szélsőségesebbek a természeti adottságok, annál inkább helyezzünk súlyt a talajerőfokozó törekvésekre, hogy a termésfokozás távlatilag is biztosítva legyen.

A vetésforgók összeállításakor szinte tökéletesen kell alkalmazkodnunk a fennálló természeti és gazdasági adottságokhoz. De nem elégséges, ha csak a tájviszonyokhoz alkalmazkodunk, hanem legalább olyan fontos, hogy a vetésforgó szakszerű irányelveit magára az üzem sajátos viszonyaira alkalmazzuk, figyelembe véve az egyes táblák egyediségét, a gazdaság felszerelését, sőt az üzemvezető képességeit is.

Általános vetésforgó utasításokat megadni tehát még tájegységekre sem lehet, mert ezeken belül is jelentkezhetnek a talajban olyan eltérések és típusgazdaságok, mégpedig nemcsak egy-egy község határában, hanem üzemben belül is, amelyek alapos tanulmányozást igényelnek, és a tapasztalatok figyelembevételét is szükségessé teszik.

A vetésforgók szakszerű összeállítása valóban egyike a mezőgazda legnehezebb, legtöbb körültekintést, tapasztalatot és szakértelmet igénylő, de egyben a legproduktívabb tevékenységének. Eredménye nem egy évre szól, hanem sok évre, esetleg több évtizedre, és kihatásai mind a talajerőre, mind pedig a termések nagyságára évről évre azonos irányban érvényesülnek. Ha a vetésforgók összeállítása valóban szakszerű és szerencsés volt, az a talajerő és termésfokozás állandó felfelé ívelését vonja maga után. Ellenkező esetben hanyatlás fog bekövetkezni, sőt a nem megfelelő vetésforgók nyomán a hanyatlás rendesen gyorsabb ütemű, mint helyes vetésforgó után a talajerő növekedése. Itt is érvényesül az az általános szabályszerűség, hogy »könnyebb rombolni, mint építeni«.

Annak ellenére, hogy az elmondottak szerint nagyon is megokoltnak látszik, hogy szakszerűen összeállított vetésforgók keretében gazdálkodjunk, a ma helyesen összeállított vetésforgókat még sem tekinthetjük teljesen időtállóknak. A mezőgazdasági kultúra, nevezetesen a technika és a biológia tudományának fejlődése nyomán új vívmányok és új módszerek keletkeznek, az emberiség kultúrigényeinek fejlődése pedig újabb növények meghonosítását vonja maga után. Mindezek a megváltozott körülmények újszerű reformokat tesznek szükségessé a vetésforgók helyes összeállításában is, ha azt akarjuk, hogy teljesítő képességük korszerű és a legnagyobb legyen.

Végeredményben a vetésforgók ésszerű összeállítása, mint minden szervezési kérdés a mezőgazdaságban, sok biológiai és gazdasági tényező és ellentényező figyelembevétele és mérlegelése alapján jön létre. Legtöbbször a döntőbb tényező számára kell utat engednünk, bár sokszor a kompromisszumos megoldás a célravezetőbb.

A következőkben azokra a fontosabb irányelvekre mutatok rá, amelyek a talajerőgazdálkodás szellemében a vetésforgók összeállításában jelentősek.

Meg kell még azt is jegyeznem, hogy miután munkám kereteit túllépné a földművelési rendszerek ismertetése, itt csak a vetésforgó problémakörének korszerű kérdéseivel foglalkozom.

A vetésforgó összeállítását megelőző üzemszervezési kérdések

Mielőtt a vetésforgók összeállításának tárgyalására térnék, tisztába kell jönnünk a növénytermesztés megszervezésével, arányaival és a trágyázás lehetőségeivel. Szükség van erre azért, mert ismeretük nélkül nem tudjuk rendszerezni a meglevő növénytermesztés arányait a vetésforgóban.

A vetésforgó ugyanis nem lehet öncél, mint ahogy azt sokan vélik, hanem pusztán eszköze, gyakorlati végrehajtása a megszervezett növénytermesztésnek.

Nem a vetésforgók jelentik tehát az üzemszervezés kiindulását, hanem a növénytermesztésnek, illetve magának az üzemnek megszervezése, és csak erre épülhetnek fel a vetésforgók mint olyanok, amelyekben a rendelkezésre álló növények a biológiai alapelemek figyelembevételével a legmegfelelőbb sorrendben kerülnek elrendezésre.

A vetésforgók tehát az adott üzemben függvényei a növénytermesztés szerkezetének, bár szélsőséges esetekben figyelembe kell venni a vetésforgó igényeit is olyan értelemben, hogy összeállításakor meglegyen a lehetőség a helyes növényi sorrend kialakítására. Vonatkozik ez különösen egyes talajrontó növényekre, mint pl. a kalászosok 50%-on felüli arányára.

Ezek szerint a vetésforgó-kérdés tágabb értelemben véve két tényezőtől áll, nevezetesen a növénytermesztés, illetve az üzem megszervezéséből, valamint az erre felépített és szűkebb értelemben vett vetésforgókból.

Mindkét tényező szervesen összefügg egymással, és mindkettő fontos alapját képezi a talajerőgazdálkodásnak. A növénytermesztés szerkezete annyiban, hogy milyen arányban tartalmaz talajjavító és talajrontó növényeket, a vetésforgók pedig annyiban, hogy a már rögzített növényeket, illetve arányaikat miképpen rendezi az elővetemény-hatások és elővetemény-igények optimális sorrendiségében.

Először tehát a növénytermesztés megszervezésének azokkal a helyes irányelveivel kell foglalkoznunk, amelyek főként a természeti adottságok figyelembevételével az üzem teljesítő képessége mellett a talajerő fokozását is szolgálják.

Mielőtt a növénytermesztés megszervezésére kerülne a sor, még szélesebb alapon kell kiindulnunk, nevezetesen magának az egész üzemnek a megszervezéséből, hogy alkalmazkodva a természeti és gazdasági adottságokhoz, a helyes arányok kialakításával a termelés viszonylag a leggazdaságosabb, a legnagyobb és egyben a legbiztosabb, kockázatmentesebb legyen. Felmerül a kérdés, vajon mi az összefüggés az utóbbi célkitűzések és a talajerőgazdálkodás között.

A talajerőgazdálkodás mélyen belenyúl a üzem majdnem minden ágazatába, de különösen azokba, amelyek organikus jellegűek. Ilyen orga-

nikus jellegű üzemágak azok, amelyek termékeinek nagy része újból visszakérül az üzem szervesanyag-körfolyamatába, pl. az összes trágyatermelő állat-ágazatok, továbbá mindazok a növények — elsősorban a takarmánynövények —, amelyek gyökérzetükkel és takarmány-szolgáltatásukkal erősen hozzájárulnak a humuszmérleg és az N-mérleg (pillangósok) javításához. De ide sorolandók még azok az árutermelő növények is, amelyeknek a gazdaságban visszamaradó hulladéktakarmányai (répafej, kukoricaszár, takarmányszalma stb.) és alomszalma-szolgáltatása szintén számottevő tételeket jelentenek a humuszmérlegben.

Rendkívül érdekli még a talajerőgazdálkodást az is, hogy *milyen önköltséggel és milyen zökkenőmentes (kockázatmentes) folyamatossággal termeljük az állati termékeket*, mert mennél kedvezőbben alakulnak ezek a viszonyok, annál jobban serkenti az üzemszervezőt az állattenyésztés kiterjesztésére, ennek folytán a trágyatermelésre és a humuszgyarapító takarmánynövények nagyobb arányú termesztésére.

Nem érintetlen a talajerőgazdálkodás szempontjából a *helyes munkaszervezés*, illetve az ezzel szorosan összefüggő növényi arányok kialakítása sem, hogy minden kézi-, fogatos- és gépi munkát torlódásmentesebben elvégezhessünk. Mindez lehetővé teszi, hogy a vetési, ápolási, betakarítási és talajelőkészítési munkákat idejében elvégezzük, hogy a tenyésztést meg-hosszabbíthassuk, a terméseket fokozhassuk, és ami végeredményben a talajerőgazdálkodást közelebből érdekli, *a nagyobb termések nyomán fokozottabb szervesanyag-forgalmat alakíthassunk ki. Ma már rendkívül tévessé vált az az elavult nézet, hogy a nagy termések a talaj »kizsárolásához« vezetnek.* Tény az, hogy a nagyobb termésekkel több tápelemet vonunk el a talajból, de ennek ellenében sokkal több humusszal (gyökérmaradvány, istállótrágya) gyarapítjuk azt, ami a talajerőfokozás tekintetében döntőbb tényező. Nem jelenti azonban ez azt, hogy a nagy termések ne igényelnék pl. a több műtrágyát, illetve a tápelemek ésszerű és harmonikus utánpótlását.

Nem közömbös a humusz-mérleg kialakítására továbbá az sem, hogy a *megtermelt takarmányok és az istállótrágya milyen erjedési veszteségek után kerülnek újból vissza rendeltetési helyükre*, a talajba. E téren — mondhatnám — országsszerte bámulatos közöny tapasztalható. A gyakorló gazdákat általában a termelési ágaknak inkább az az eleme érdekli, amely kézzelfogható, közvetlen pénzbevételt jelent, és könnyelműen elhanyagolják azokat a piacra ki nem kerülő termékeket, amelyek éppen a talaj-erőt szolgálják. Egyszóval nem foglalkoznak kellő tudatossággal és rendszerességgel a szervesanyag-körfolyamat életbevágóan fontos kérdéseivel. Pl. a tehenészetben — igen helyesen — mennél nagyobb tejelékenységre törekszenek, és előfordul, hogy 4000—5000 literes istállóátlatgot érnek el. De ugyanakkor a termelt trágya teljes elhanyagoltságban hever az istálló mellett, a feletetett takarmány pedig drága önköltségen kerül be az istállóba a takarmánytermesztés ésszerűtlen megszervezése és a szertelen nagy erjedési veszteségek miatt. Ha számot vetnénk e belforgalmi termékek veszteségének pénzben kifejezett értékével, megdöbbentő adatok tárulnának elénk. Nagyon is kíváncsatos volna, hogy a gyakorló mezőgazdák rendszeresebben foglalkozzanak a felette fontos belforgalmi termékek szervesanyag-veszteségi adataival, kihatásaikkal a talajerőre és az így elmaradt

terméstöbbletek számszerű értékelésével. Annak idején sok konzultált gazdaságban én is végeztem ilyen irányú vizsgálatokat, készítettem kalkulációkat, és több üzemben szinte elképzelhetetlen adatok kerültek felszínre.

Talán az a körülmény is hozzájárul a gyakorló mezőgazdák e téren megnyilvánuló közönyéhez, hogy a *belforgalmi termékek körforgási sebessége* az üzemben igen lassú, illetve hatásuk a piaci termékekre késedelmes. Pl. a termelt szalmából átlagban egy év múlva lesz istállótrágya, a trágya hatása további 1—4 év, és így átlagban csak 2 év múlva jut piaci termékekben kifejezésre. Ugyanez áll a szántóföldi takarmányokra. Pedig nagyrészt e jelentéktelennek látszó termékek mennyiségétől és minőségétől függ a talajerő fokozása, és ennek folyományaképpen a termések nagysága. Mennél nagyobb az üzemeknek ez az ún. belforgalmi terméke, vagyis mennyél több és jobb a takarmányunk, takarmány-melléktermékünk, istállótrágyánk, zöldtrágyánk és gyökértrágyánk, annál inkább fokozódik a talaj ereje, a növénytermesztés fejlődése és az állattenyésztés termelő képessége.

A helyes üzemszervezés tengelye a takarmánytermesztés ésszerű megszervezése. Ez gyökerezik bele legmélyebben az üzem organumába, sőt annak megszervezésekor éppen ebből kell kiindulnunk. *Az állatsűrűség, a takarmánytermesztés és a talajerőgazdálkodás arányai és szerkezete szorosan összefüggő és élénk kölcsönhatásban álló üzemszervezési tényezők.* Ha e tényezők nem állnak egymással szerencsés összhangban, az üzem már alapjaiban sem mondható egészségesnek.

A talajerőgazdálkodás nem egyéb szervesanyag-gazdálkodásnál, amelynek egyetlen forrása a talaj, annak dinamikája, illetve a rajta termesztett növény. Gyöker- és tarlómaradványaival, esetleg a zöldtrágyával a növényzet szolgáltatja a helyben maradt szervesanyag-ellátást. Föld feletti részeikkel az üzemben termesztett egyéb növények szolgáltatják az istállótrágya alapanyagát, a takarmányt és alomszalmát. Ez utóbbiak az állaton keresztül a kiegyenlítés jegyében az üzemnek arra a területére kerülnek, amit az üzemvezető gazda az ésszerű talajerőgazdálkodás szellemében a legmegfelelőbbnek tart. Egyszerűen *a szervesanyag-gazdálkodás, és ezzel a talajerőgazdálkodás az üzem teljes önellátásából fakad. A szerves anyag termelése, lebontása, körfolyamata tehát a zárt üzemben belül zajlik le, annak mérve jellemző az egyes üzemekre, és így válik az üzem tulajdonképpen biológiai egységgé.*

A szervesanyag-szolgáltatásnak tehát két forrása van, az egyik, amit közvetlenül a talajjavító- és zöldtrágya-növényekkel érünk el, a másik pedig az istállótrágya.

Mennél mostohább a talaj és a klíma, a talajerőfokozás érdekében átmenetileg annál inkább az első forrásra, a talajjavító és zöldtrágya-növényekre kell támaszkodnunk. Ott pedig, ahol a talaj jobb erőben van, és a klíma is kedvezőbb, a súlypont az állattenyésztés, illetve trágyatermesztés kiterjesztésén legyen, és célunkat ezzel érjük el. Ezek persze csak irányelvek, amelyeket még a sajátos üzemviszonyok befolyásolhatnak, mint pl. az állati férőhelyek hiánya.

Ha a másodvetéses talajjavító- és zöldtrágya-növények rendszeres alkalmazásával már megjavítottuk a talaj takarmánytermő képességét, fokozatosan áttérhetünk az erősebb állattartásra.

Mennél gyorsabb ütemben akarjuk az üzemet talajerő tekintetében feltölteni, annál több áldozatot kell hoznunk abban, hogy a takarmánytermesztés területét az árutermelés területének rovására átmenetileg kiterjesszük. Ez a szervezési forma jelenti az üzem fokozottabb szervesanyag-feltöltését, ami maga után vonja természetesen a talajerő gyorsabb ütemű fokozását is.

A terület illetén arányosításán kívül van még a talajerő fokozásának másik hathatós módszere is, nevezetesen az, amikor az istálló- és műtrágyázásban nem az árutermelő (kapás), hanem a talajjavító, szerves anyagot szolgáltató és zöldtrágya-növényeknek kedvezünk különös céltudatossággal azért, hogy ezáltal is mennél több szerves anyagot vigyünk bele az üzem körfolyamatába. A szervesanyag-feltöltésében megnyilvánuló ilyen áldozatot elsősorban a gyenge talajerőben levő, erősen leromlott üzemek gyorsabb ütemű felerősítésére kell hoznunk legalábbis addig, míg a talajerő »begerjedése« lendületbe nem jön, és a maga lábán nem fejlődik tovább. Csak ez után az oki kezelés után következhetik be az árutermelés biztosabb és tartósabb fokozása.

Hazai üzemviszonyaink tanulmányozása során sajnálattal kell megállapítanom, hogy nem túl sok azoknak a gazdaságoknak száma, amelyek ezeket az irányelveket követik. Más szóval, a gazdaságok zöme kevesebb tömegtakarmányt termeszt a kelleténél, ami maga után vonja az állati termékek drága önköltségét. Ennek oka abban rejlik, hogy ilyenkor az életfenntartáson felül kevesebb takarmányenergia jut a termelésre, de ha mégis termelni kívánunk, akkor azt csak a sokkal drágább és sokszor bizonytalanul beszerezhető abraktakarmányok túlzottabb etetésével érhetjük el.

Természetesen addig, amíg a növények aránya e szorgalmazott talajerőfokozás dinamikájában van, állandósult vetésforgókat alkalmazni nem lehet. Ilyenkor egyelőre meg kell elégednünk az ésszerű vetési sorrend alkalmazásával.

További kérdés az állatsűrűség és talajerő összefüggése.

Mennél gyengébb erőben van a talaj, a már felhozott okoknál fogva annál inkább a talajjavító növények és a zöldtrágyázás kiterjesztésére kell támaszkodnunk legalábbis addig, míg a talaj, illetve az üzem állatteltartó képessége fel nem erősödik. Tévedés volna azonban, ha azt gondolnánk, hogy kevesebb állattal nem lehet aránylag több istállótrágyát termelni. Mennél kisebb az állatsűrűség, viszonylag annál több trágyát állíthatunk elő egy állattal, ha a bővebb almozási lehetőséget céltudatosan ki is használjuk, és ha a trágyát megfelelő mértékben öntözzük és kezeljük. Természetesen ennek is megvannak a határai, mert hiszen ha az almozást egy bizonyos határon túl (5 kg/számos állat) fokozzuk, a trágya erjedési vesztesége mindinkább nagyobb lesz. De mindenek ellenére is az egy számos-állatra eső trágyamennyiséget, ha nem is az almozás arányában, de mégis fokozhatjuk. Megvilágítható ez SAUERLANDT kísérleti tapasztalatai alapján az alábbiakkal, amikor is az almozást számosállatonként és naponként számítjuk.

5 kg almozással az erjedési veszteség	30%,
10 kg almozással az erjedési veszteség	50%.

Eszerint az első esetben az 5 kg szalma mintegy 10 kg-al járul hozzá a trágyagyarapításhoz, a második esetben viszont aránylag kevesebbel, de abszolút értelemben többel, mégpedig 15 kg-al. Végeredményben a többletszalmával, bár nagyobb erjedési veszteség árán, mégis gyarapítjuk trágyakészletünket, de az is megjegyzendő, hogy a beltartalom némi rovására. Kevésbé válik érezhetővé a bővebb almozásban rejlő nagyobb erjedési veszteség az ún. akoltrágya kezelésében, ahol legalább kétszer annyi alomszalmát (14 kg/számosállat) használunk fel nagyobb erjedési veszteség nélkül és anélkül, hogy a trágya minőségileg lecsökkenne. Így kezeljük általában a juhtrágyát. Nagy gyakorlati jelentősége volna annak, ha újból visszatérnénk a növényállatok jobb minőségű trágyát előállító telettetésére az olcsóbban felépíthető aklokban.

A másik véget az, amikor a kelteténél több az állat, mint amit az üzem állattartó képessége megbír. Veszélyt jelent ez különösen ott, ahol az időjárás szélsőségsége és a talaj rossz vízgazdálkodása miatt nagy ingadozások jelentkeznek a termésekben, tehát a takarmányokban és az alomszalmát szolgáltatató őszi kalászosokban is. Vonatközik ez elsősorban a száraz Alföldre.

Arra, hogy az éghajlat milyen befolyással van az állatsűrűsége, érdekes példa a Vas és Zala megye csapadékosabb vidékein tapasztalt állatsűrűség, ahol a kavicsos és savanyú vegyhatású, silányabb talajok ellenére egyes falvakban minden k. h.-ra egy-egy számosállatot találtam. Ezzel szemben Csanád megye másfél méteres humuszrétegű mezőségi vidékein csak 4—5 k. h.-ra jutott egy számosállat. Természetesen befolyásolták ezt itt egyéb serkentő, illetve akadályozó tényezők is. Vas és Zala csapadékosabb tájain intenzív istállótrágyázás nélkül eredményes gazdálkodást folytatni nem lehet. Itt inkább életkérdést jelent az állatsűrűség, mint a humuszban gazdag Csanád mezőségi talajain. De befolyásolja még a kérdést az is, hogy Csanád megyében nincsenek olyan kiterjedésű és minőségű legelők, amelyek az állatok nyári tartását biztosíthatnák. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy az Alföld e természettől termékenyebb (bár leromlott) talajain és szárazabb vidékein nagyobb állatsűrűséggel és kiterjedtebb szálatakarmány-termesztéssel, különösen pedig lucernával, amely mélyre hatoló gyökérzetével a szárazságnak is ellenáll, ne érhetnénk el kimagaslóbb eredményeket a talajerő fokozásában. Hogy mennyire lehetséges, sőt érdemes még a Tiszántúlon is nagyobb állatsűrűséggel és lucernatermesztéssel komoly eredményeket elérni, beszédes példa Békés megye orosházi körzete, ahol a mintegy két évszázaddal ezelőtt a Dunántúlról idetelepített lakosság nyilván szokásként hozta magával a talajerő fokozásának ezt a nagyobb állatsűrűségű, hasznos formáját.

Vita tárgya az is, különösen a gazdaságok évi mérlegének megvizsgálásakor, hogy az állattenyésztés veszteséges volta vagy kisebb jövedelmezősége miatt nem kellene-e azt kiterjedésében csökkenteni. Mielőtt a kérdésben döntenénk, először vizsgáljuk meg, hogy nincs-e hiba a állattenyésztés megszervezésében, irányában, belterjességi fokában stb., de elsősorban a takarmánytermesztés már említett ésszerűségében. Ha mindezen túl vagyunk, akkor következzen csak az állattenyésztés és a növénytermesztés viszonylagos elbírálása. Ha a növénytermesztés az állattenyésztésnél jóval jövedelmezőbb, főként azért, mert trágyaértékesítő ágazatai

(cukorrépa, magrépa stb.) nagy termésekkel jártak, nyilván ez az állattenyésztés trágyatermelésének is tulajdonítható. Ha ebből a tágabb szemléletből vizsgáljuk a kérdést, megállapíthatjuk, hogy a mezőgazdasági üzem organikus jellege miatt a növénytermesztés és a trágyatermelő állatágak jövedelmezősége alig választható el mereven, s így abból minden megfontolás nélkül üzemszervezési következtetéseket nem vonhatunk le. E két ágazatcsoport összefüggése, egymásra utaltsága, kölcsönhatása szoros egységet jelent, és szervezésükben, elbírálásukban nagyon is átfogó szemléletet kell követnünk.

Szélsőségesen száraz viszonyok között a takarmánytermesztés területi megszervezésekor tehát az legyen az irányelv, hogy a takarmánytermesztés mérvét inkább a mostohább évjáratok terméseihez méretezzük. Ha ezt az irányelvet követjük, akkor nem jelentkeznek majd azok a sokszor előforduló veszedelmes takarmányhiányos esztendő, amelyek különösen az Alföldön néha katasztrófába döntik állattenyésztésünket, és ezzel lerontják az állattenyésztési kedvet is, a talajerőfokozás igen fontos lélektani motívumát. Ez is egyik oka annak, hogy miért nem fejlődött ki az Alföldön nagyobb állatsűrűség.

Szélsőséges klimatikus viszonyaink között különös jelentőségű tehát a takarmánytermesztés, de különösen megfelelő talajon a szárazsággal dacoló lucerna bátrabb kiterjesztése. Igaz, hogy ekkor a kedvezőbb évjáratokban feleslegek jelentkeznek, de ezt a felesleget tartalékok képzésére fordíthatjuk, főként a szénafélékkel és silótakarmányokkal, amire ilyen száraz viszonyok között nagyon is szükség lehet. De lehetőség nyílik ilyenkor még arra is, hogy a feleslegekkel abraktakarmányokat takaríthassunk meg. Egyes takarmánynövények, főként a herefélék és az egynyári takarmánykeverékek további feleslegeit pedig igen produktívan a magtermesztéssel is levezethetjük.

Az, hogy a takarmánytermesztés ésszerű kiterjesztése nálunk nem vált általánossá, annak a téves felfogásnak tulajdonítható, hogy a takarmányterületek erősebb kiterjesztése során lecsökken az árutermelés volumene, ami veszélyeztetheti az üzem általános jövedelmezőségét.

Több évtizedes üzemszervezési gyakorlatom alapján ennek éppen az ellenkezőjét tapasztaltam, amit a következőkben foglalhatnék össze:

Az ésszerűen megszervezett takarmánytermesztés állati termékek útján éppoly versenyképességgel szolgálja az árutermelést, mint a közvetlen árutermelő egyéb növények. Ehhez még hozzákapcsolódik a talajerőfokozásnak az árutermelő növények termésének fokozására kiható közvetett haszna. Ennek a versenyképességnek azonban az a feltétele, hogy a takarmányterületek megfelelő kiterjesztése és a termelt takarmányok szakszerű megőrzése révén állataink olyan kíváncsok, bő takarmányozásban részesüljenek, hogy a fenntartó takarmányon túlmenően bőven jusson a termelőszükségletre is. A kis önköltség és az állattenyésztés jövedelmezősége ott kezdődik, amikor állataink duzzadó erőbe kerülnek. Vonatkozik ez különösen arra az esetre, ha a termelőtakarmány zömét a saját termelésű, biológiailag értékesebb és természetszerűbb tömegtakarmányokból, a szálas- és vizenyős takarmányokból nyerjük, ami egyben állataink egészségét is szolgálja. A megfelelően megválasztott szálas- és silótakarmányok humusz- és nitrogén-szolgáltatásuk következtében erősen fokozzák a talajerőt.

Az így megszervezett üzem ezeken kívül még biztonságosabb önellátó jelleget is ad az állattenyésztésnek az abrakkészletek kímélése miatt. De van még ennek további előnyös üzemgazdasági kihatása is, nevezetesen az, hogy *a takarmányterületek, amelyek növényei jellegzetesen extenzívek, több kézi-, fogatos és gépi munkaerőt hagynak a kapásnövények számára, ami nagyobb terméseket és gyommentesebb kultúrállapotot von maga után (a szénfoglalom fokozása).*

Ha ezt a kérdéskomplexumot a maga üzemi összefüggéseiben szemléljük, megállapíthatjuk, hogy *a takarmánytermesztés ésszerű megszervezése hivatását, nevezetesen az állattenyésztésnek és vele a talajerőnek, végeredményben pedig az egész üzem teljesítőképességének fokozását csakugyan betölti.*

A takarmánytermesztés további döntően fontos üzemszervezési kérdése *a növényeknek szerencsés megválasztása*, ami röviden annyit jelent, hogy azokat a takarmányokat termesszük elsősorban, amelyek adott ökológiai viszonyaink között *a területegységen a legtöbb és legolcsóbb keményítő-értéket és fehérjét szolgáltatják.* Vonatkozik ez mind a három takarmánycsoportra egyaránt: *a szálas-, vizenyős- és abraktakarmányokra.* Ezeknek tájankénti, üzemenkénti helyes megszervezése döntő kérdést jelent a kis önköltségű állattermelés terén, és még sok fel nem tárt lehetőséget rejt magában. De jelenti még azt is, hogy a takarmányterületeket ésszerűen csökkenthetjük, illetve ott, ahol eddig a terület nem volt elégséges, az észszerűsítés révén elégségesé válhat.

Olyan gazdaságokban, ahol ezzel a kérdéssel nem voltunk tisztában, annak idején egyszerű összehasonlító kísérletekkel hoztuk felszínre, hogy az egyes adottságok között mely takarmányok díszlenek a legjobban. Így állítottunk be a herefélékre, az abraktakarmányokra és a vizenyős takarmányokra külön-külön versenykísérleteket keményítő-értékük, illetve fehérjehozamuk megállapítására, figyelembe véve természetesen termelési költségeiket is. Így jöttünk rá pl. több vidéken arra, hogy milyen jól díszlett a lucerna ott is, ahol azt még soha nem termesztették, hogy az Alföld egyes vidékein a cukorrépa a legolcsóbb tömegtakarmány, szemben a Dunántúl egyes vidékeivel, ahol a takarmányrépa és a silókukorica volt ebben a győztes, és így derítettük fel többek között azt is, hogy az ország nagy részében a szegletes lednek nyújtja a területegységen a legtöbb abrakfehérjét, mégpedig elég kis termésingadozással. Nem tudom eléggé buzdítani a gyakorló mezőgazdákat arra, hogy ilyen *egyszerű nagyparcellás kísérletek keretében tisztázzák a takarmánytermesztés ésszerű megszervezésének alapjait.* Azért vetem fel ezt a kérdést ily bátran, mert tapogató kísérleteim legtöbbször igen hasznos eredményeket hoztak felszínre.

A szálas-, vizenyős és abraktakarmányok arányosítását az üzemen belül nemcsak az állattenyésztés szerkezete szabja meg, hanem élenken kell hogy befolyásolja azt még az egyes takarmánynemek viszonylagos tápanyaghozama is. Pl. olyan viszonyok között, ahol a lucerna kitűnően díszlik, a tehenek téli szénaadagját a szokásos 4—5 kg helyett legalább 7—8 kg-ban fogjuk megszabni az abraktakarmány rovására. Vagy pl. ott, ahol a herefélék nem mennek jól, de nagy terméseket érünk el a silókukoricában, a minimális 3 kg szénaadag is elégséges lesz a maximális silótakarmány-adag mellett. Mindezek az eltolódások az állatélettani igények meg-

sértése nélkül adott esetben egészen szélsőségesen alakíthatók ki, éppen a kis önköltség és zökkenőmentes takarmányozás érdekében.

A szálastakarmány-termesztés ésszerű megszervezése terén vagyunk legjobban elmaradva. Akkor, amikor szántóterületünk legalább $\frac{2}{3}$ részén jól díszlik a lucerna, ennek a legértékesebb takarmánynövénynek termesztését nem hogy nem fokozzuk, hanem szinte évről évre csökkentjük. Ennek tárgyi okai egyrészt a vetőmaghiányban, illetve a magtermesztés technikájának és a vonatkozó növényvédelemnek hiányosságában, másrészt pedig abban is rejlenek, hogy a mezőgazdák egy része nincs meggyőződve a lucerna sorsdöntő jelentőségéről, és annak igen előnyös üzemgazdasági hatásairól.

A lucernában nemcsak a legtöbb, a legjobb és a legbiztonságosabb szénaterméseket nyerhetjük, hanem megfelelő kiterjesztésével hatalmas lépéssel vihetjük előre az egész világon és nálunk is problémát jelentő fehérje-, nitrogén- és humuszkérdést. A talaj termőerejét erős mértékben fokozza, az istállótrágya-mérleget pedig hathatósan javítja. Rendesen 3—4 évig, míg elfoglalja a talajt, nincs gond annak szerves trágyázására, sőt kiszántása utáni további 4 évig is el van látva a talaj a szükséges szerves trágyával, mert hiszen kiszántása többet jelent egy jó istállótrágyázásnál. A lucerna tehát legalább 7—8 évig mentesít a talaj szerves trágyázásától, ami maga után vonja a megmaradó területek intenzívebb istállótrágyázását.

De figyelemre méltó üzemgazdasági előnyt biztosít még élőlt voltánál fogva a vonóerő kimélése terén is. Pl. 20%-os lucerna-aránnyal mintegy 15%-os vonóerő-megtakarítás érhető el, ami lehetővé teszi azonos vonóerővel az egyéb növények intenzívebb és korábbi talajelőkészítését, vetését, végeredményben termésfokozásukat (fokozottabb szénforgalom).

Kalkulációim alapján annak idején megállapítottam, hogy *a lucerna önköltsége, közepes viszonyok között, a felsorolt üzemgazdasági előnyök felértékelése után kerekén fele akkora, mint a sokkal gyengébb minőségű egyényári szálastakarmányok önköltsége.* Ebből azt a tanulságot vontam le gyakorlatomban, hogy ahol a lucerna jól díszlett, ott azt az üzemi lehetőség határán belül a terület 20%-áig kiterjesztettem, ami mind az állattenyésztést, mind pedig a talajerőfokozást alapjaiban megszilárdította.

Meg kell még néhány szóval emlékeznem az ún. *zöld futószalag megszervezéséről* is. A helyes utat itt is az adottságok és helyi tapasztalatok szabják meg. Mégis rá kell mutatnom olyan sokszor jelentkező hibákra, amik veszélyeztetik a nyári zöldtakarmányozás folytonosságát. Az egyik hiba abban a téves jelszóban jelentkezik, hogy a kettőstermesztés alapot szolgáltat a zöld futószalag kialakítására. Már az előbbieken is említettem, hogy kedvezőtlen, száraz nyáron, vagyis éppen akkor, amikor arra a legjobban rászorulnánk, rendszerint eredménytelen a kettőstermesztés. A kettőstermesztés tehát nem jelentheti a takarmánybázis egyik építőkövét, csak legfeljebb kedvező, nyirkos évjáratban, amikor amúgy is bővebben el vagyunk látva zöldtakarmánnyal. Egyedül a korán lekerülő őszi keverék-takarmány után vetett tarlóvetemény termésére alapíthatunk biztonságosan, de ilyenkor is csak kedvezőbb talajviszonyok között. A legtöbb helyen visszatérő hiba még a csalamádé-kukorica termesztése túlzottan nagy területen, aminek az a kellemetlen következménye, hogy nagy része elvénül, az

állatok emiatt leromlanak, és legjobb esetben mint kevésbé értékes silónövény kerül felhasználásra. Itt sokat enyhíthetünk egyrészt a szakaszos vetés, másrészt pedig később és korábbi fajták beiktatásával egymás mellett, továbbá azzal, hogy mindig a címerhányás előtt vágjuk le, ami egyben elővetemény-hatását is javítja. Hazai száraz éghajlatunk alatt a zöld futószalag legkritikusabb időszaka a száraz augusztus hónap, amikor minden növény fejlődése vesztegel. Ebben az időszakban csökken le általában a tejtermelés. Nagy figyelmet kell fordítanunk arra, hogy különösen a zöldtakarmányozás megszervezését erre az időre erősítsük meg. Kitűnő hézagpótló nyári zöldtakarmánynak bizonyult a SURÁNYI által már régóta javasolt szudáni cirokfű, újabban pedig annak édes változata, amelynek etetésével és legeltetésével HAJDU GÉZA már 22 év óta igen jó tapasztalatokat szerzett a tejelés fokozása terén.

Volt olyan gazdaságom is, ahol a zöld futószalagot legtökéletesebben és legolcsóbban egyedül a lucernával oldottam meg, természetesen olyan viszonyok között, ahol a lucerna kitűnően díszlett. A másik véget pedig az, amikor a talaj mostohasága és rossz vízgazdálkodási viszonyai miatt megokolt, hogy a nyáron jelentkező nagy hézagokat silótartalék-gazdálkodással pótoljuk.

A vizenyős takarmánytermesztés megszervezése terén csak egy problémát szeretnék felvetni, ami a legtöbbször vitatott. *Minek adjunk inkább előnyt, a takarmányrépának vagy a silókukoricának?* Ezt a kérdést sokszor a talajadottságok döntik el. A probléma inkább ott vetődik fel, ahol mindkét vizenyős takarmány jól díszlik. Az állattenyésztők a tejtermelés fokozása érdekében inkább a répa felé hajlanak, valószínűen azért, mert ma még aránylag kevés jól sikerült silótakarmánnyal rendelkezünk. Talajerő-gazdálkodási szempontból a magam részéről inkább a jó silókukoricát részesítem előnyben, mert termesztése lényegesen kevesebb kézi munkaerőt igényel, előbb kerül le a talajról, nem terheli meg az őszi munkatorlódást, és végül a silókukorica jelentősen előreviszi az üzem humuszgazdálkodását a répával szemben, amely egyébként is jellegzetesen humuszfogyasztó növény. Ez nem jelenti természetesen sem a silótakarmány, sem pedig a répa kizárólagosságát, mert mindkettőre szükség van. Itt csak arról van szó, hogy ahol lehet, ott az arányban inkább a silótakarmányoknak kedvezünk. Sorsdöntően fontosnak tartom még a *korábbi érésű silókukoricák beiktatását*, hogy a silózást szeptember elejére befejezhessük. Ennek nemcsak a munkaszervezés és a kedvezőbb elővetemény-hatás szempontjából van jelentősége, hanem amiatt is, hogy ez esetben a silótakarmányt korábban, torlódásmentesebben, gyorsabban és így jobb minőségben betárolhatjuk.

A saját termelésű fehérjedús abraktakarmányok közül a bővebben és biztosabban termő szegletes lednek az, melynek az abrak-önellátás miatt komoly helyet kellene biztosítani száraz viszonyaink között, azzal az elgondolással, hogy esetenként még tavaszi kalászosok helyébe is kerülhetne.

Az ún. *abszolút takarmányok* közül tudvalevően a kukoricaszár és a répafej az, amelyekben jelentékeny tartalékok vannak, ha azonnali és gondos bementésüket és tartósításukat általánosítanánk. A megoldás kulcsa abban rejlik, hogy valamivel korábbi kukorica termesztésére kell törekednünk. Erre a hibrid kukoricák bevezetése ma már minden lehetőséget megad. Ha 3 héttel előbb törhető kukoricát termesztünk, a kukoricaszár

gyorsabban, sárosabb utak és megázás nélkül vihető be a silóba, azonkívül torlódásmentesebben, és ez esetben a kukorica mint búza-elővetemény is tűrhetőbbé válik. Átlagos üzemviszonyokat feltételezve, *a kapásnövények* (kukorica, cukorrépa stb.) *hulladékaiban körülbelül annyi tápanyag rejlik, mint a takarmányként vetett szálatakarmányok 50—70%-ában.* Azok a kivételes gazdaságok, amelyek a bementést és megőrzést tökéletesen szervezik meg és hajtják végre, nagy lépéssel viszik előre az állati termékek önköltségsökkentését, és javítják a humuszmérleget. Az irányelv az legyen, hogy amíg az utolsó kéve kukoricaszárat és az utolsó darab cukorrépafejet nem hordtuk be a silóba, e kapásnövények természetét nem fejeztük be.

Hangsúlyozottan kell a továbbiakban rámutatnom azokra a *teteses veszteségekre, amelyek a szálas- és tömegtakarmányok gondatlan tartósítása terén keletkeznek.* Ha egy-egy gazdaságban évről évre kiszámítanánk ezeket a tápanyagvesztéseket, és azt keményítő-értékben fejeznénk ki, megdöbbentő adatokat kapnánk. Itt természetesen nemcsak tápanyagvesztésről van szó, hanem a termőerőt érintő tetemes humuszvesztésekről is.

A takarmányok bementésének és megőrzésének egyszerű és gyakorlati szervezési előfeltételeit a következőkben látom:

A tömegtakarmányok mielőbbi és maradéktalan bementése és tartósítása *koraibb fajtákkal* érhető el, mert a koraibb behordás még az eső- és munkatorlódás mentes időszakban folytatható le, nem zavarja a késő őszi idénymunkák végzését sem. A koraibb fajták beiktatása még abban az esetben is megokolt volna, ha ez némi terméseszköket vonna maga után, mert az esetleges terméseszköket értékben jóval nagyobb tápanyagnyereményt és üzemi biztonságot eredményez.

Lényegesen meg kell erősíteni a gazdaságokat *silótöltő gépekkel*, mégpedig az eddiginél jóval nagyobb típusú, részben vágó, részben pedig tépő típusú gépekkel. Ugyancsak biztosítani kell az ezekhez szükséges erőgépeket. Meg kell kezdeni a bevált típusú járvá silózó gépek bevezetését is. Ahol a talajvíz megengedi, a hiányzó szilárd silókat ároksilókkal kell helyettesíteni, amelyek kellő leleményességgel 90%-os megoldást jelenthetnek.

A *szénakészítést legalább oly fontos idénynek tekintsük, mint a gabonaratást*, mert a bementésben és megőrzésben rejlő gondatlanság lényegesen nagyobb veszteségeket idéz elő a szénákban, mint a gabonákban. Általában itt nagy teret adjunk a minőségi prémiumnak, amelynek kihatása a szénakészítésben döntő jelentőségű.

A szakszerű szénakészítés irányvonalainak érvényesítésén kívül törekedjünk arra, hogy a herefélék egy részét tökéletesebb tartósítással, mint pl. mesterséges szárítással vagy silózással mentsük meg.

Az *üzemszervezés felépítésének másik alapvető kérdése a kalászosok területi arányának helyes megállapítása, az adottságoknak megfelelően.*

A kalászosok területi arányát több olyan szempont határozza meg, amelyek irányelvei sokszor ellentétesek. Ismeretes, hogy a kalászosok jellegzetesen talajrontó növények. Ezzel szemben az egész üzem szemléletéből tekintve, szalmatermésükkel jelentősen hozzájárulnak az istállótrágya-termelés fokozásához. A talajerőgazdálkodás szempontjából tehát a kalászosokat, de különösen az őszi kalászosokat úgy kell kiterjeszteni, hogy az üzem bőven el legyen látva alomszalmával, mégpedig addig a határig, amíg

a túlbő almozással járó nagyobb erjedési veszteségek nem jelentkeznek feltűnően. A kalászosok kiterjesztésének másik fékezője talajrontó voltukban rejlik, ami különösen a kalászos utáni kalászos termesztésében jut kifejezésre. Súlyosabban esik ez latba az őszi kalászosok esetében. Mennél több őszi kalászoszt termesztünk egy bizonyos határon túl, átlagtermésük annál kisebb lesz, mégpedig több oknál fogva. Először is ilyenkor aránylag kevesebb jó elővetemény jut az összes őszi kalászosra, de a vetési munkálatakat is későbbben tudjuk befejezni (rövidebb tenyészidő). Tehát az őszi kalászosok erőltetettebb területi növelése folytán a többletként termesztett gabona termésátlaga erős regresszivitással esik vissza, egyrészt a rosszabb elővetemények beiktatása, másrészt pedig a vetéseknél bekövetkező késések miatt. Végül pedig, ha erősebben terjesztjük ki a kalászosok termesztési arányát, a talajerő automatikus csökkenése magukat a kalászosokat is érinti. Ez irányú átszervezési tapasztalataim alapján megállapítottam, hogy az ésszerűen megszervezett nagyüzemben a *sok kenyérgabona-termés forrása nem a nagyobb területen való, hanem az intenzívebb termesztésből fakad*, különösen akkor, ha az biológiai alapon álló talajműveléssel, nyári beérlelő sekélyműveléssel és harmonikus műtrágyázással párosul. További fontos előfeltétele ennek természetesen a mennél több jó elővetemény beiktatása, úgymint a hüvelyesek kiterjesztése 8—10%-ra, az évelő takarmányoknak 15—20%-ra, egyéb korai növények és aprómagvak meghonosítása, végül az a törekvés, hogy a rossznak vélt előveteményű növényekből, mint pl. a nagyon is gyakori kukoricából is jó közepes előveteményű növényt alakítsunk ki.

Mindezek a szervezési és technikai intézkedések lehetővé teszik, hogy kisebb terület igénybevételével termesszünk meg azonos mennyiségű, sőt igen sokszor annál még több kenyérgabonát és alomszalmát, vagyis hogy kisebb területen terheljük meg üzemünket talajrontó növényekkel. Ebben rejlik egyébként a magyar búzakerdés lényege, azzal a megjegyzéssel, hogy ez az átmenet szakavatott átszervezési tevékenységet tételez fel, és ilyenkor az mindig sikerrel is jár.

A siker ebben az esetben azt jelenti, hogy az átszervezésnek mind átmeneti ideje alatt, mind pedig a teljes átszervezés után sem a takarmány-, sem a gabonatermés volumenjében nem áll elő csökkenés, sőt inkább termésfokozás tapasztalható.

Vannak azonban olyan szélsőséges adottságok is — mint pl. a Tiszántúl szikes és igen kötött réti agyagtalajainál —, ahol a rossz vízgazdálkodás miatt az őszi kalászosok fokozottabb termesztése (40—50%) feltétlenül indokolt lehet, mert ilyen viszonyok között ezekben a növényekben merül ki az árutermelés majdnem minden lehetősége.

A talajerőgazdálkodás megszervezésének vezérlő szempontja az üzemben belül a humusz- és nitrogén-mérleg minél fokozottabb fejlesztése legyen, az adott lehetőségek határáig.

Hazánkban különösen két tényező az, ami a termések nagyságára befolyással van, és ezek a víz és a nitrogén. A víz a szűkre szabott öntözés kivételével megváltozhatatlan adottságot jelent. Ennek hatékonyságát mégis jelentősen befolyásolhatjuk a talaj szerkezetének kialakításával, amelynek alapja a megfelelő humuszgazdálkodás. Forrása gyakorlatilag egyedül a gazdaságban van. Ezzel szemben a nitrogénnek vannak külső

(műtrágya) és belső (pillangósok) forrásai. Országos viszonylatban azonban az N-műtrágya mennyisége közel sem fedezi talajaink szükségletét, úgyhogy minden törekvésünk az legyen, hogy a szervezési és technikai lehetőségek szélső határáig a pillangósokat terjesszük ki. Szükség van erre nemcsak azért, hogy nagyon hiányos N-mérlegünket kiegyenlítsük, hanem mert e szerves kötésben lévő N hatása sokkal egyenletesebb, folyamatosabb, az utónövényekhez jobban alkalmazkodó, mint a műtrágyában nyújtott N. Ezenkívül — ami szintén igen jelentős — lényegesen olcsóbb, sőt sokszor ingyenesen kapjuk meg.

A humusz- és N-mérleg fejlesztését az előbbieken már több helyen tárgyaltam. Üzemi gyakorlati megvalósítását az alábbi irányelvekben foglalom össze:

1. Az *évelő takarmányokat a szántó 10—20%-ig terjesszük ki*. Ott, ahol az egész gazdaság talaja alkalmas a lucerna termesztésére, ott ennek kiterjesztése 20 %-ig is lehetséges. A nem lucernás gazdaságokban a vörösherét, baltacimet, szarvaskerepet lehetően fűvekkel társítsuk, de a lucernát is ott, ahol az nem díszlik jól (3 kaszálású). E fűvesheréket 10—16 %-ig, sőt ahol azok jól díszlenek, 20 %-ig terjesszük ki.

Általában az az irányelv érvényesüljön, hogy mennél jobban díszlik valamelyik évelő takarmány, azt annál inkább terjesszük ki az egynyári szálatakarmányok rovására, mert egyrészt a zöld futószalag biztosításában, másrészt pedig az egész évi szénaszükséglet fedezésében döntő jelentőségűek. A törekvés tehát az legyen, hogy az egynyáriak rovására a legnagyobb arányban terjesszük ki az évelőket, sőt ahol lehet, az egynyáriakat szorítsuk ki teljesen. Ahol pl. a lucerna kitűnően díszlik (4—5-ször kaszálható), ott 20 % lucerna az esetek túlnyomó részében bőven fedezi a teljes téli és nyári szálatakarmány-szükségletet.

Természetesen problémaként jelentkezik ilyenkor a búza-előveteménykérdés, mert hiszen a jó búza-előveteményt jelentő egynyári szálatakarmányok lecsökkennek, sőt esetenként el is maradnak.

A magam részéről ezt mindig a következőképpen oldottam meg: A korán lekerülő növényeket, úm. a hüvelyeseket és egyéb korai növényeket (repce, len, mák, mustár, kender, korai burgonya, magrépa, konyhakerti magtermesztés stb.) jobban kiterjesztettem (a korai növények alkalmazkodó-jának a gazdaság sajátos adottságaihoz). Búza-előveteményül alkalmasak még az évelők, ha ezeket idejében szántjuk ki, és a kapásnövények is, különösen a kukorica, ha elővetemény-hatását a már említett agrotechnikával előnyösen befolyásoljuk.

Külön kell még szólnom a problémát jelentő *lucernamag-termesztésről*. Az arankamentes vetőmagot külön kisebb táblán termesszük kapás sorokban, és az így nyert vetőmag képezze azután a további elszaporítási anyagot. Addig, amíg nem bővelkedünk lucerna-vetőmagban, vessük azt kétszeres gabonasortávolságra, mégpedig ne 50, hanem 60 %-os vetőmaggal, hogy a széna finom szálú maradjon. Tapasztalataim szerint az így vetett lucerna semmivel sem ad kisebb termést, mint a gabonasortávolságra vetett, mert teljesen bebokrosodik, és szénája ugyanolyan finom marad, mint a gabonasortávolságra vetetté. Előnye még az, hogy az egyes kaszálások után a boronálás eredményesebb lesz, magtermése pedig valamivel jobban sikerül. Egyetlen hátránya, hogy a vetés utáni hetekben egy-

szer meg kell kapálni, de ennek költsége elenyésző a vetőmag-megtakarításban rejlő értékhez képest.

Hogy az egyes évelő takarmányok trágyázó hatása miként viszonyul az istállótrágya hatásához, azt eddigi tapasztalataimra támaszkodva — természetesen csak durva átlagban — következő viszonzyszámokban adom meg:

	Első évi hatás	Negyedik évi hatás
istállótrágya	100	10
lucerna	130	20
fűvesherék	100	—
baltacim	80	—
vöröshere	70	—

A törekvés az legyen, hogy minden nagyüzem maga termessze meg vetőmagszükségletét mind herefélékben, mind pedig fűvekben, sőt annál is többet, hogy feleslegek is keletkezzenek.

2. Ugyancsak sorsdöntő kérdést jelent, hogy a nitrogén-ellátás érdekében a hüvelyesek magtermesztését kb. 8—10%-ig terjesszük ki. A hüvelyesek után mintegy 2—4 q-val több búza és 4—7 q-val több szalma (8—12 q istállótrágya) terem, mint a késői kapások után. Az adottságoktól függően a borsó, szegletes lednek, lencse, bab, lóbab, szója, a csillagfűrt fajok stb. jöhetnek szóba. Egyesek nagyon fontosak az állattenyésztés fehérje-ellátásában is. Fontos, hogy a fajok és fajták összeválogatása olyan szerencsésen történjék, hogy aratáskor torlódások és pergések ne következzenek be, továbbá hogy ne egy, hanem több fajt és fajtát iktassunk be, amelyek aratási időpontja eloszlik. Ez még a hüvelyesek termesztésével járó kockázatot is csökkenti. Egyébként megfelelő adottságok között (talajaink 60 %-án) kiemelkedő szerepet érdemelne a nem pergő, nagy terméseket biztosító és termésingadozásmentesebb szegletes lednek, amelynek előnyeit az előzőekben már részleteztem.

3. A vizenyős takarmányok közül — amint már említettem — előnyben részesítendőek a humuszgyarapító silőtakarmányok a humuszfogyasztó takarmányrépákkal szemben. A takarmányrépa hátránya még nagyobb kézi munkáigénye, és az a körülmény, hogy megterheli az őszi munkatorlódás időnyét.

4. Jelentősen előrevihetik a humusz- és nitrogén-gyarapítás ügyét a másodvetések, mégpedig akár közévetéssel, akár pedig tarlóvetéses módszerrel. De a törekvés az legyen, hogy minden lehetőséget és alkalmat használjunk fel e növények beiktatására. A részleteket lásd a »Kettőstermesztés és zöldtrágyázás« c. részben.

5. Hozzájárulhat még a nitrogén-mérleg fejlesztéséhez a kalászosok társított vetése hüvelyesekkel. Ez lehetővé teszi a kalászos után kalászos vetését olyképpen, hogy a társított kalászos lesz az elővetemény. (Bővebben lásd »A növénytársítások és a talajuntság kérdései« c. részben).

A humusz- és nitrogén-gyarapítás említett lehetőségei természetesen a különböző talajadottságok között más és más fontosságúak. Durva becslésem szerint mezőiségi talajainkon az egyes talajjavító növények befolyása a talajerő kialakítására így alakul:

évelő takarmányok	50 0/0
hüvelyesek	20 0/0
másodvetések	20 0/0
társított gabonák	10 0/0

Ugyanez kedvezőbb éghajlatú szelíd erdőtalajokon:

évelő takarmányok	50 0/0
hüvelyesek	15 0/0
másodvetések	25 0/0
társított gabonák	10 0/0

Savanyú homokokon:

csillagfürt zöldtrágya vagy gyökértrágya	90 0/0
őszi keveréktakarmány gyökértrágya	10 0/0

Meszes homokokon:

somkóró	60 0/0
őszi keveréktakarmány gyökértrágya	40 0/0

E becslési adatok csak irányszámok azzal a megjegyzéssel, hogy míg az évelő takarmányok hatása mélyreható, távlati, addig az egyéb növények, főként a hüvelyesek csak az utónövényre gyakorolnak gyors és hatásos befolyást.

Hogy a felsorolt növények mit eredményeznek a talaj csak nitrogénben való gazdagításában, azt a következő példával (és nem derűlátó számítással) szeretném megvilágítani, ha 1000 k. h. szántóval rendelkező üzemben termesztünk:

200 k. h. lucernát	à 90 kg N =	18.000 kg
90 „ hüvelyest	à 30 „ N =	2.700 „
90 „ zöldtrágyát	à 10 „ N =	900 „
Összesen N =		21.600 kg

21.600 kg biológiai nitrogén egyenértékű (75 0/0 hatékonyság) 16.200 kg kémiai nitrogénnel, ami mintegy 800 q pétisónak felel meg. Ez végeredményben annyit jelent, hogy a szántó minden egyes holdjára 80 kg ingyenes pétisó jut. Nem is említem azt, hogy az évelősök nyomán ezenkívül még milyen tetemes humuszgazdagodás következik be.

Hogy ezek az értékek országos viszonylatban mit jelentenének még akkor is, ha a fenti arányokat csak fele részben valósítanánk meg, bővebb magyarázatra nem szorul.

Természetes, hogy az üzemek illetén átszervezése a növényi árnyokban bizonyos fokozatos eltolódást tesz szükségessé, amit mindig csak olyan ütemben hajtsunk végre, hogy ezáltal se a takarmányszolgáltatásban, sem pedig a gabonatermesztésben visszaesés ne következzen be. Erre van lehetőség, sőt teljes átállás után az a helyzet fog bekövetkezni, mégpedig fokozatos íveléssel, hogy minden termékből globálisan jóval nagyobb termésünk lesz, mint a kiinduláskor.

Amint már említettem, az évelő takarmányok kiterjesztésekor gondoskodnunk kell újabb korai búza-előveteményekről, és így az a kérdés merül fel, vajon mely növények rovására történjék az új növény beiktatása. A probléma nem követel gyökeresebb beavatkozást, mert az így keletkező mintegy 10—15 %-os elővetemény-hiányt több növénycsoport kisebb mérvű lecsökkentése teszi lehetővé, nevezetesen:

A takarmánynövények arányai némileg lecsökkenthetők az évelősök kiterjesztésével, mert ezek nagyobb és biztosabb termést adnak az egygyáriaknál.

Ugyanez áll az őszi kalászosokra, melyeknek termésátlagja éppen a hüvelyesek és az egyéb korai elővetemények beiktatása következtében nagyobb lesz. Némileg lecsökkenthetők a kapásnövények is, amelyek globális termése a talaj humuszmérlegének erős javulása következtében legálább akkora lesz, ha nem nagyobb. Hozzájárul ehhez még az is, hogy a meglevő kézi, fogatos és gépi munkaerő kapacitása kisebb területre összpontosul, és lehetővé teszi a kapások intenzívebb ápolását, s egyben az őszi munkatorlódás enyhítését is.

Az átszervezés iányzatát így vázolhatnám:

hüvelyesek és korai elővetemények <	10—15 %
szálastakarmányok >	3—4 %
kalászosok >	3—4 %
kapások >	4—5 %

Ha mindezeket az irányelveket megvalósítjuk, *üzemünk teljesítő képessége állandóan felfelé ívelő irányt fog mutatni anélkül, hogy a termelési költségek növekednének.* Azért állítom ezt ilyen határozottan, mert gyakorlatomban ilyen átszervezést sok üzemben végeztem, éltem át és bontakoztak ki előttem annak komoly eredményei. Szeretném az olvasóban is tudatosítani azt a szilárd meggyőződésemet, *hogy ez az egyszerű és ingyenes szervezési tevékenység képezi mezőgazdaságunk nagyobb teljesítő képességének azt az alapját, amely kimozdíthatja és lendületbe hozhatja több évtizede egy helyben veszteglő termésátlagainkat.*

A vetésforgó összeállításának irányelvei

A vetésforgó összeállításának feladata nem egyéb, mint a már megszervezett növényi arányok és a rendelkezésre álló trágyakészletek sorrendi rendszerezése a biológiai törvényszerűségek figyelembevételével abból a célból, hogy a vetésforgóban szereplő növények globális teljesítő képessége a legnagyobb, a legbiztosabb legyen, és a talaj termőereje mennél inkább fokozódjék.

a) Biológiai alapelvek

Az előző fejezetben már kifejtettem, hogy a növénytermesztés megszervezésében milyen gazdag lehetőségek nyílnak a talajerő fokozására. A vetésforgó mikénti összeállításával e tekintetben további lehetőségek

állnak rendelkezésünkre, mert nem közömbös az, hogy a vetésforgóba beiktatandó növények elővetemény-hatását miképpen hasznosítjuk az egyes növények elővetemény-igényeinek kielégítésére. Mindez az ésszerű elővetemény-gazdálkodásban jut kifejezésre. De az sem közömbös, hogy a korlátolt mértékben rendelkezésre álló szerves trágyákat, vagyis az istállótrágyát, a zöld- és gyökértrágyákat, továbbá a műtrágyákat a vetésforgó mely szakaszán és milyen elosztásban érvényesítjük abból a célból, hogy a szervesanyag-képzés a leghatékonyabb, de egyben a talajszerkezet fenntartása érdekében lehetőleg folyamatos is legyen (bővebben l. 148. oldalon). Gyakorlatilag ez annyit jelent, hogy a vetésforgóban minden növényt a viszonylag legjobb helyre tegyünk. Azért viszonylag, hogy a legigényesebb és az elővetemény-értékeket legjobban meghaláló növények a legjobb elővetemények után, az igénytelenebbek pedig a kevésbé megfelelők után következzenek. Ha nem gazdálkodunk ésszerűen a biológiai energiákkal, esetenként hiányosságok állnak elő, máskor pedig elővetemény-pazarlásba esünk.

A vetésforgó egyes szakaszai ugyanis nem tekinthetők egyenrangú építőköveknek, hanem minden szakasznak úgyszólván megvan a maga hivatásszerű feladata. A szálatakarmányok, különösen az évelősök a talaj humuszttermelői és esetenként nitrogényűjtői is, egyben ezek alakítják ki legjobban a talaj szerkezetét. A kapások értékesítik legjobban a humuszt, de ennek ára az, hogy a legtöbb humuszt és nitrogént fogyasztják. Egyben gyomirtók is, feltéve, hogy a növényápolást rendszeren végeztük. A kalászosok jellegzetesen talajrontó és gyomnevelő növények, de nélkülözhetetlen feladatokat teljesítenek, amikor szalmatermésükkel tetemesen fokozzák az istállótrágya készleteket. Korai letakarításukkal lehetőséget nyújtanak a talajművelés, a nyárvégi trágyázás, esetleg a zöldtrágyázás elvégzésére. A hüvelyesek nitrogényűjtésükkel legtöbbször teljes mértékben kielégítik az őszi kalászosok nagy nitrogén-igényét. A talajt éretten hagyják maguk után, és viszonylag kevés vizet fogyasztanak. A vetésforgó közösségének igen értékes tagjai, mert az előveteményekre nem igényesek, viszont kitűnő elővetemény-hatásúak.

Ha így szemléljük a vetésforgó egyes műveleti növényeit, akkor megállapíthatjuk, hogy vannak talajerőt fogyasztó és vannak talajerőt fokozó növények. A talajt biológiai akkumulátornak is tekinthetjük, amely így a váltakozó töltés és fogyasztás-folyamatában van, és mindez a vetésforgó keretében zajlik le. A vetésforgó eszerint olyan növényi közösségnek tekintendő, amelynek tagjai, vagyis az egyes növények mintegy szerves kölcsönhatásban, egymásra utaltságban állnak egymással.

Elvben mennél többféle műveleti növény van egy-egy vetésforgóban, annál többoldalúbb, kiegyenlítőbb hatást fejtenek ki egymásra, feltéve hogy a vetésforgót a biológiai követelményeknek megfelelően állítottuk össze.

Ezek után érthetővé válik a monokultúrás, vagy pl. a háromnyomásos gazdálkodás talajrontó hatása. Ez utóbbit annak idején csak ugarral ellensúlyozhattuk.

De hogy mit jelent a monokultúra a vetésforgóval szemben, arra ékesen rávilágítanak a következő tartamkísérletek viszonzyszámokban:

	Missouri	Indiana	Kansas
búza monokultúrában	100	100	100
„ vetésforgóban	248	127	178

Mennél mostohább talajjal állunk szemben, annál súlyosabban esik latba a monokultúrás talajhasználati rendszer. A különbségeket a tartamkísérletek eredményei világosan mutatják.

RÜMKERnek (1926) 20 éves vetésforgó-kísérletei szerint a búza termése ha-ként így alakult:

háromnyomásos forgóban		18.40 q
„ „ ugarral		20.80 q
korszerű vetésforgóban		27.50 q

Az ohiói növénykísérleti állomás 30 éves tartamkísérletei szerint a búza termése a következőképpen alakult trágyás kombinációval viszonyszámokban:

	Ø	NPK	#
monokultúrában	61	88	111
vetésforgóban	139	160	206

Eszerint a búza termése a vetésforgóban kb. megkétszereződött, de ha a trágyázás hatását is figyelembe vesszük, a trágyázott vetésforgó mintegy megháromszorozta a termést. Világos, hogy *a nagy termések a vetésforgó és a trágyázás együttes hatásából jönnek létre.*

PRJANYISNYIKOV (1952) kimutatta, hogy míg 1770-től 1780-ig Európában a háromnyomásos gazdálkodásban ha-ként 7 q volt a közepes búza-termés, addig pusztán a norfolki négyes hatására 1840—1885 között a normális termések 16 q/ha szinten alakultak ki. Természetesen része volt ebben a vöröshere termesztésének is (N-hatás), de ebben az időszakban még műtrágyákat nem alkalmaztak.

Elvben *mennél nagyobb időközökben követik egymást a növények a vetésforgóban, annál nagyobb terméseket alakítanak ki.* Természetesen ez a tétel nem általánosítható, mert — amint már az előzőekben is kifejtettem — vannak egymással összeférő és egymással összeférhetetlen növények. Az utóbbiakon a talajuntság jelensége lép fel. A fenti tétel azonban nemcsak ezekre a növényekre vonatkozik, hanem azokra is, amelyek *talajrontók*, és amelyeknek erősebb térhódítása a vetésforgóban a talajerőt generálisan lerontja, és így következik be a termések általánosabb csökkenése. Ilyenek azok a forgók, amelyekben aránytalanul sok a kalászos. A talajrontó növények kedvezőtlen hatását előnyösen befolyásolhatjuk a *közbeiktatott talajjavító zöldtrágya-növényekkel*, mert ezek mintegy *biológiai válaszfalat* vonnak, illetve a vetésforgóban utóhatásukban teljes jogú növényeknek tekinthetők. Ahol a klimatikus viszonyok megengedik, hogy rendszeresen iktassunk be másodvetéses talajjavító növényeket, ott ez a körülmény tágabb lehetőséget nyújt a vetésforgók liberálisabb összeállításában. Az évelő takarmányok bevezetése után néha előfordul, hogy gabona után

gabonát kell vetni. E káros vetési sorrend talajrontó hatását ilyenkor szintén áthidalhatjuk másodvetések közbeiktatásával.

A növényi sorrend megállapításakor több biológiai szempontot kell figyelembe vennünk. Ezek a szempontok mindig úgy értékelendők, ahogyan azt az utónövény igényli, illetve meghálálja. Pl. a hüvelyes elővetemények kitűnő hatását az őszi gabonák sokkal termelékenyebben értékesítik, mint a tavaszi növények, mert ezeken a hüvelyesek nitrogén-hatása (nitrát-kilúgozás) és vízkímélő volta (téli csapadék) nem érvényesül. Vagy pl. egy N-ben szegény gyökérzetű növény (kukorica) kedvezőtlen elővetemény-hatása a tavaszi utónövényekre kevésbé érezteti hatását, mint egy őszi növényre, mert a pentozán-folyamatok az időköz rövidege miatt éppen belesznek az őszi növények kritikus kezdeti fejlődésébe.

A növényi sorrendben tehát a következő szempontokat vegyük figyelembe:

1. *Nitrogén-gyűjtő növény után nitrogén-fogyasztó növény* következék, azzal a megjegyzéssel, hogy hüvelyesek után, miután ezek gyökerei gyorsan lebomlanak, ősziek, a herefélék után pedig, amelyeknek gyökerei lassabban és huzamosabb ideig enyésznek el, tavaszi nitrogén-fogyasztó növények is következhetnek.

2. *Erősen vízfogyasztó növények után őszi növények lehetőleg ne következzenek* különösen ott, ahol a klíma száraz és a talaj vízgazdálkodása kedvezőtlen.

3. *Humuszgyarapító növények (évelők) után kitűnően díszlenek a humuszfogyasztó növények (kapások),* de megjegyzendő, hogy a hiányzó humuszt istállótrágyával is pótolhatjuk.

4. *Szerkezetrontó növények (kalászosok) után feltétlenül szerkezetjavító (nem kalászos) növények következzenek,* amelyek azonban lehetnek másodnövények is.

5. *A korán lekerülő növények, nevezetesen a kalászosok után kínálkozó nagyobb időköz feltétlen használjuk ki a talajerő fokozására,* mégpedig akár másodvetések vetésére, akár — különösen száraz viszonyok között és túl kötött talajállapotban — a talaj beérlelésére vagy a nyári trágyázás elvégzésére. De alkalmas ez az időköz még a pentozán-folyamatok lezajlására is, feltéve, hogy a talajművelés beérlelő jellegű.

6. *Sekély és kevésbé agresszív gyökérzetű növény előveteménye lehetően mély gyökérzetű, pionír növény legyen.* Mennél kötöttebb a talaj és mennél szárazabb az éghajlat, annál nagyobb jelentőségű ez a szempont főként a szárazság elleni küzdelemben. A legigényesebb ebben a burgonya.

7. *Gyomnevelő növény után lehetően gyomirtó növény következék.*

b) A gyakorlati kivitelezés irányelvei

Az egyes művelési növények annál érzékenyebbek az előveteményekre, mennél mostohább a talajállapot, és mennél szárazabb az éghajlat, illetve esetenként az időjárás. Magyarázata ennek a nitrogénben való szegénység, és száraz viszonyok között a talajnedvesség hiánya. E tényezők hiányossága élezi ki a pentozán-folyamatok terméscsökkentő hatását az utónövényekre, amit csak nagy adagú nitrogén-műtrágyákkal lehet drágán ellensúlyozni. Tehát mennél szegényebb jó minőségű humuszban a talaj és

mennél szélsőségesebb az éghajlat, annál nagyobb körültekintéssel kell összeállítanunk a vetésforgót. Természetesen az ismert okok miatt az őszi növények a legérzékenyebbek az előveteményekre, ahogyan azt annak idején keszthelyi elővetemény-kísérleteimben számszerűen is megállapítottam. Míg pl. az őszi búza a különféle elővetemények hatására 52%-os termés-szóródást mutatott fel, addig a tavaszi árpa termésének szóródása ugyanazon elővetemények hatására 16%-ra csökkent.

Ezeknek a régi tapasztalatoknak és konkrét felismeréseknek birtokában a vetésforgó összeállításának kezdetén mindig azt az irányelvet követtem, hogy *elsősorban az őszi növények, nevezetesen az őszi kalászosok elővetemény-kérdését kell rendezni*. Az indítóokok itt nemcsak e növények *elővetemény-érzékenysége* volt, tehát az, hogy a szemtermésben nagy különbségek állhatnak elő, ami a mindennapi kenyér- és lisztzükségletünket érinti, hanem az alomszalma terméstöbblete is, amely lehetőséget ad a bővebb istállótrágyázásra. *Minden q szalmatöbblet $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ q istállótrágyatöbbletet jelent*. Durván ez azt is jelenti, hogy minden q szemtermés-többlet mintegy 4 q istállótrágya többlettermelését teszi lehetővé, vagyis azt, hogy az *őszi kalászosok termésfokozásában közvetve komoly talajerőfokozó tényezők is vannak*. Az őszi kalászosok termésfokozása még annyiban is elősegíti a talajerő fejlesztését, hogy az azonos mennyiségű gabonát és alomszalmát kisebb területen termeszthetjük meg, vagyis kisebb területen terheljük meg talajunkat talajrontó növényekkel.

Mint ismeretes, az őszi kalászosok előveteményéül elsősorban a hüvelyesek, az összes korai növények (kivéve a gabonaféléket), másodsorban pedig a későbbi takarmányok, mint pl. a kukorica-csalamádé, a szudáni cirokfű, a silótakarmányok stb. jöhetnek szóba, de bizonyos feltételek között az évelő takarmányok is, ha ezeket korábban szántjuk ki, és további beérlelő talajművelésnek vetjük alá. Kitűnő lucernatalajokon azonban kedvező időjárás esetén az erős megdülési veszély miatt ennek az előveteménynek beiktatása nem mindig megokolt. Utolsó sorban jöhetnek szóba a késői kapásnövények, amelyek kedvezőtlen elővetemény-hatását azonban — amint azt az előzőkben már kifejtettem — megfelelő technikával és szervezéssel kedvezően befolyásolhatjuk.

A talajerőgazdálkodás szempontjából igen kedvezőtlen a *gabonák vetése gabona után*, egyes kivételes esetektől eltekintve (szikes talajok, réti agyagtalajok). Mégis vannak olyan körülmények, amelyek néha elkerülhetetlenné teszik ezt a nemkívánatos vetési sorrendet. Ez azokban a gazdaságokban, illetve vetésforgókban fordul elő, ahol igen helyesen nagyobb arányokban vezették be az évelő takarmányokat. Súlyosbodik a helyzet ott, ahol az évelő takarmányok előveteménye nem kalászos, hanem kapás növény, és ahol utánuk sem kalászos következik. Ilyenkor legalább 4 évig ($1 + 2 + 1$) egymás után a nem kalászosok foglalják el a helyet a vetésforgóban, ami a gabonák sűrűbb elhelyezésére, vagyis esetenként a kalászos után kalászos vetési sorrendre kényszeríti a mezőgazdát a vetésforgó hátralevő szakaszaiban. Egyes üzemekben előfordulnak azonban olyan súlyos esetek is, hogy évelő takarmányok nélkül is rendszert csinálnak a kalászos után kalászos vetési sorrendből. Ez akkor fordul elő, amikor a kapás elővetemények késői letakarítása miatt ezek mint búza-elővetemények kiesnek, és ehelyett kényszerűségből valamelyik kalászos tarlójába vetik el a

búzáat. Talajerőgazdálkodás szempontjából ez súlyosabban esik latba olyan üzemben, illetve vetésforgóban, melyben nincs évelő takarmány, vagyis olyan növény, amely ezt a talajrontást ellensúlyozhatná. Magam is meggyőződtem több ilyen típusú üzem talajának erősebb mérvű leromlásáról.

De — amint már említettem is — *ha már kalászosnak kell kalászos után következnie, ezt a kedvezőtlen vetési sorrendet is enyhíthetjük a következőképpen:*

1. Kalászos után lehetőleg tavaszi kalászos következzen, mert a közbeeső őszi szántás, a téli nedvesség és a tél mechanikai fellazítása már komolyabb válaszfalat, mintegy biológiai áthangolást jelent a két kalászos között, nem úgy, mintha megint őszi kalászos következne utána. Ilyenkor lehetőleg zab legyen a tavaszi kalászos.

2. Ha azok nagyobb aránya miatt mégis elkerülhetetlen lenne kalászos után őszi kalászos vetése, ebben az esetben *a kalászos után őszi árpa következzen, vagy pedig ha a tervfeladatok a lisztgabonák termését teszik szükségessé, a rozs termesztése lesz a célravezetőbb*, mert kalászos után a rozs legtöbbször több termést nyújt a búzánál. Kivételek a jellegzetes búza-talajok.

A kalászosok közül a tavaszi és az őszi árpa a búza legrosszabb előveteménye. Tehát az árpa—búza vetési sorrend nem kívánatos.

3. Enyhíti még a kalászos után őszi kalászos vetési sorrendet az, ha a kalászos elővetemény *hüvelyessel befreckendezett*. Ilyen pl. a bükkönyös vagy lednekes zab. Ez különösen akkor javít a helyzeten, ha még erősebben van társítva hüvelyesekkel, nevezetesen magként vetett zabosbükköny vagy zabos lednek formájában. A zabos lednek elővetemény már komolyabb biológiai áthangolást tesz lehetővé a talajban.

4. Ugyancsak határozott biológiai válaszfalat vonnak a két kalászos között a *tarlóvetéses zöldtrágyák*, amelyek közül száraz viszonyaink között a legolcsóbb és aránylag a legbiztosabb a még augusztusban is vethető repce, ha azt a vetés előtt legalább 4 héttel kiszántjuk.

Mindezeknek az irányelveknek az érvényesítésével a kalászos után kalászos vetési sorrend nem jelent különösebb megterhelést a talaj erejére, feltéve, hogy ez a vetési sorrend nem jelent rendszert, hanem inkább kivételt, továbbá hogy a vetésforgóban helyet foglal az ezeket ellensúlyozó évelő takarmány is.

A tavaszi kalászosok elhelyezése nem jelent problémát. Legjobb előveteményük a kapások, már kevésbé jók a kalászosok. A zabnak pedig a kiszántott évelősök. Ezt az előveteményt igen nagy termésekkel hálálja meg.

Amikor már a kalászosok, de különösen az őszi kalászosok vetési sorrendjét rendeztük, utána mindjárt az évelő takarmányok kérdését vigyük dűlőre, mert ezek rendezése döntő a vetésforgó sorsára nézve.

Fontos, hogy ezek köré a jelentős növények köré csoportosítsuk helyesen mind a megfelelő előveteményeket, mind pedig az utónövényeket, hogy ezáltal mind a termelést, illetve a vetésforgó globális hozamát, mind pedig a talajerő fokozását a leghatékonyabban szolgálhassuk. Nem közömbös, hogy az évelő takarmányok, amelyek a talajerő legfőbb forrásai, milyen elővetemények után következnek, hogy állománysűrűségük tökéletes lehessen. Még kevésbé közömbös az, hogy az évek óta felhalmozott értékes össze-

tételű szerves anyagot és a talajszerkezetben rejlő helyzeti energiát milyen növények fejlesztésére fordítjuk, és az ésszerű humuszgazdálkodás szellemében mily vetési sorrendben.

Az évelő takarmányok vetése takarónövényekkel gazdaságosnak látszik, mert ezáltal nem esik ki egy év termése. Legjobban bírják a takarónövényeket a vöröshere és a baltacim, továbbá a füves keverékek. A vöröshere azért, mert ezt inkább kedvezőbb klimatikus viszonyok között termesztjük, a baltacim pedig azért, mert a legszárazságtűrőbb hereféle. A lucerna már kevésbé bírja a takarónövényt, vagy legalábbis bizonytalanabban, mint az előbbieket, különösen a Tiszántúl kötöttebb vályogtalajain.

A vetést takarónövény nélkül egyedül a lucerna hálálja meg, de ez azzal a hátránnyal jár, hogy a takarónövény hiányzó termését a lucerna csak abban az esetben ellensúlyozza, ha a vetés évében a rendesnél csapadékosabb az időjárás. A tavaszi vetés takarónövény nélkül csak abban az esetben lehet gazdaságos, ha kitűnő lucernatalajról van szó, és a lucernát helytelenül 4 évnél tovább tartjuk. Az ilyen védőnövény nélküli vetés folytán jelentkező teljesebb állományú és erőteljesebb lucerna 4—5 éven át jelentkező nagyobb termését ellensúlyozza az első év némi hiányosságát. *Ilyenkor legjobb előveteménye a trágyás kapás.*

A magam részéről a leggazdaságosabbnak a lucerna nyárvégi vetését tartottam, amelyre majdnem kivétel nélkül megvolt a lehetőség még az Alföldön is. Szigorú előfeltétele a beérlelő talajművelés. Ennek a vetési módszernek rendesen azok az ellenzői, akiknek rossz tapasztalataik voltak a nem megfelelő talajelőkészítés miatt. Ugyanis a *nyári vetés biztos sikerének emeltyű kérdése a beérlelő talajművelés.* Előveteménye rendesen kalászos, de ha választhatunk, akkor a korán lekerülő őszi árpa legyen. Ilyenkor több az idő és több az eső a talaj tökéletesebb előkészítésére. A talajelőkészítéssel végezzünk mennél korábban azért, hogy a legelső kiadós eső után azonnal vethessünk. A vetési idő határa elég tág, július közepétől szeptember első harmadáig tart. Az ősszel beült lucerna a következő évben már 70—80%-os termést ad.

Hogy az évelő takarmányok után milyen növények és milyen sorrendben következzenek, az természetesen nemcsak a talaj- és éghajlati adottságtól, továbbá a fennálló növénytermesztési rendszertől, hanem attól is függ, hogy milyen mértékben, gyorsabban-e vagy lassabban akarjuk a feltöltött talaj erejét igénybe venni, más szóval, miképpen kívánunk vele gazdálkodni.

Ha humuszfogyasztó kapásnövények következnek utána, természetesen előbb kifogy a feltöltött »biológiai akkumulátor«, mintha nem kapásnövények következnek. Még kevésbé alkalmas a kapás utónövény igen tevékeny, lazább természetű talajjokon, és ott, ahol kevés az istállótrágyánk, mert ebben az esetben *takarékosabban kell bánnunk a humusszal*, hogy hatása hosszabb ideig tartson, még ha ez a hatás ilyenkor mérsékeltebb is. Mennél kötöttebb a talaj és mennél több az istállótrágyánk, annál bátrabban vehetjük igénybe a humuszfogyasztást az utónövények termésfokozása érdekében. Befolyásolja még a humusz-igénybevétel ütemét és az utónövények sorrendjét az is, hogy *a termésben elsősorban mely növényeknek kívánunk kedvezni, a kapásoknak, a gabonáknak vagy valamelyik nagy jövődelmet ígérő ipari növénynek.* Mostohább talajviszonyok között inkább az

őszi kalászosoknak kedvezzünk, vagyis ezek következzenek az évelősök kiszántása után, mégpedig több okból. Először azért, mert ilyenkor nem kell félnünk a megdőléstől, másodsor pedig, mert ilyen viszonyok között ezzel a növényvel szolgáljuk legjobban a talajerőt a nagyobb szalmatermések miatt (istállótrágya-fokozás), annál is inkább, mert az ilyen típusú gazdaságok legtöbbször szalmahiányban szenvednek. De megokolt még azért is, mert ezzel a vetési sorrenddel inkább elkerülhetjük a kalászos utáni kalászos vetését, amelynek kiküszöbölése mostohább talajviszonyok között a talajerőgazdálkodásban inkább jelent életkérdést, mint a jobb típusú és a jobb erőben levő talajokon.

Meg kell itt még említenem azt is, hogy *néha vita tárgya, vajon az évelősök kiszántása után az első vagy a második év jelenti a kedvezőbb utóhatást.* Ahol az évelősök kiszántása igen helyesen talajbeérlelő műveléssel párosul, ott feltétlenül a kiszántás utáni első évben kapjuk meg a kedvezőbb utóhatást, egyébként pedig a második évben.

Felsorolom az évelő takarmányos vetésforgók néhány jellegzetes és korszerű példáját, mégpedig az ún. középtalajokra. Középtalajokon általában a nem szélsőséges talajtípusok csoportját értjük, ún. a mezősegi vályogtalajokat, a szelíd erdőtalajokat és általában a nem túl savanyú kémhatású középkötött talajokat. Nem tartoznak ide a homok-, a szik-, a réti agyag-, podzol- és láptalajok. Ezek a példák a következők:

- I. kapás
 árpa évelővel
 évelő
 évelő
 kapás
 zabosbükköny (vagy zabos lednek) magnak
 búza
 rozs (tarlóba zöldtrágya istállótrágyázva)
- II. borsó vagy lednek
 búza (utána évelő nyárutói vetés)
 évelő
 évelő
 zabosbükköny (vagy zabos lednek) magnak
 búza (tarlóba zöldtrágya istállótrágyázva)
 kapás
 tavaszi árpa (tarlóba zöldtrágya)
- III. zabosbükköny (vagy zabos lednek) magnak
 búza (utána évelő nyárutói vetés)
 évelő
 évelő
 kapás
 tavaszi árpa (tarlóba zöldtrágya)
 borsó vagy lednek
 búza (tarlóba zöldtrágya istállótrágyázva).

Mind a három vetésforgó megegyezik abban, hogy 25% őszi kalászos és 25% tavaszi kalászos tartalmaz, és hogy az egyik esetben a tavaszi kalá-

szost hüvelyessel társítjuk. A vetésforgók ugyancsak tartalmaznak 25% évelő takarmányt. Az előírányzott zöldtrágyázás alkalmoszerűen van tervezve repcével. A 8 szakaszos vetésforgó csak egyszer kap istállótrágyát, és azt is a zöldtrágya alá adjuk, hogy annak humuszképző hatását minél jobban érvényesítsük. Amennyiben a zöldtrágyázásra a kedvezőtlen időjárás miatt nem kerül sor, az istállótrágyát nyári trágyázás formájában közvetlenül a főnövény alá adjuk. Az ilyen típusú vetésforgó a 2 éves füveshere miatt sűrűbb trágyázást nem igényel, mert az évelők 2 évig elfoglalják a helyet a forgóban, kiszántásuk után pedig ugyancsak 2 évig nincs szükség szerves trágyára. A kétéves évelősök rendszeren a füvesherésekhez tartoznak. A tiszta herefélék közül a vöröshere és a baltacim csak egy évig foglalja el a vetésforgót, tehát itt nincs nehézség a kalászosok torlódásmentes elhelyezésében. Ezzel szemben a lucerna, amelyet legalább 3 évig meg kell tartani, csak abban az esetben maradhatna még 20%-os aránnyal állandóan a vetésforgóban, ha az legalább 15 szakaszból állana, ami gyakorlati szempontból nem járható út. Ilyen esetben célszerű a lucernát több vetésforgóban váltakozva elhelyezni, egyrészt azért, hogy az üzem minden forgója részesülhessen az átlucernásítás előnyeiben, másrészt pedig azért, hogy a lucernákat a normális szakasz-számú vetésforgóban elhelyezhessük. Ha ugyanis csak egy vetésforgó részesülne intenzívebb mértékben a lucerna-talajerőfokozás előnyeiben, mégpedig nyilván nagyobb százalékos arányban (30—50%), és ugyanakkor a többi forgóba lucerna nem kerülne, aránytalanságok következnének be a talajerőfokozásban, ami az egyik oldalról hiányt jelentene, a másik oldalról pedig feleslegek kialakulását vonná maga után. Igaz, hogy ezek a különbségek sűrűbb istállótrágyázással elméletileg kiegyenlíthetők volnának, de az istállótrágya nem helyettesíti a lucerna egyes sajátos és fontos hatásait, mint amilyen pl. a mélyebb talajrétegek begyökeresítése, biológiai felporhanyítása, ami főként az utónövények vízgazdálkodására jelentős. Egyébként is több okból azt a kívánatos állapotot teremtsük meg, hogy az *üzem összes táblája felváltva részesüljön a lucerna gyökértrágyázásában és istállótrágyázásban, mert mindegyik szerves trágyázásnak megvan a maga különleges hatása a talajra.*

Azt a vetésforgót, amelybe éppen belekerül a lucerna, istállótrágyázásban legtöbbször nem szükséges részesíteni, mert a lucerna — amint már említettem — mintegy 7 évre (3 + 4) mentesít az istállótrágyázás alól. Az így felszabadult istállótrágyát a lucernamentes forgóba összpontosítjuk. Ugyanekkor természetesen nemcsak a lucernát változtatjuk egyik forgóból a másikba, hanem a vetésforgónak azt a részlegét is, amely a lucernát helyettesíti. Ha tehát a lucernát 3 évig tartjuk meg, akkor egy ugyancsak 3 éves vetésforgó-részleget kell kiiktatni a forgóból, hogy a lucernának helyet adhassunk. Egy példával világítom ezt meg:

I. lucerna	}	lucerna-részleg	II. kapás #	}	lucernát váltó részleg
lucerna			borsó		
lucerna			őszi árpa		
kapás			kapás #		
búza			búza		
borsó			borsó		
búza			búza (lucerna, nyári vetéssel)		

Amennyiben csak egy forgója volna az üzemnek, a lucernaszakaszokat meg kell felezni úgy, hogy a szakaszok másik fele részesüljön végig kiegészítő sűrű trágyázásban. Egy vetésforgó befejezése után a lucerna a tábla másik felén helyezkedjék el. E táblafelezéssel, illetve váltással elérjük azt, hogy mind a lucerna, mind pedig az istállótrágya kedvező hatása együttesen érvényesül, illetve kiegészíti egymást a vetésforgón belül.

A többi növény elhelyezése nem jelent nehéz kérdést. Az irányelv az legyen, hogy a nem kalászos előveteménye lehetően kalászos, utónövénye pedig szintén kalászos legyen. Ez nemcsak az ésszerű elővetemény-gazdálkodás miatt fontos, hanem az időgazdálkodás miatt is, hogy maradjon kellő időköz a nyári istállótrágyázásra, illetve zöldtrágyázásra, amire jó alkalmat nyújtanak a korán lekerülő kalászosok.

A vetésforgó összeállításának másik jelentős biológiai kérdése az ésszerű trágya-, illetve humuszgazdálkodás. Itt főként két kérdésre kell figyelemmel lennünk. Az egyik az, hogy a vetésforgóban a talaj lehetően folyamatosan, hézagmentesen részesülhessen szervesanyag-ellátásban, hogy egyrészt a mikroszervezetek ne fogyjanak ki a talajszerkezet felépítéséhez szükséges szerves táplálékokból, másrészt pedig, hogy a növény-táplálkozás érdekében folyamatosan legyen biztosítva a mineralizáció. Ezeket a szerves anyagokat részben a helyben megtermett gyökérmaradványok és zöldtrágya szolgáltatják, részben pedig az istállótrágya.

A másik kérdés az, hogy a vetésforgó mely szakaszaira vigyük a korlátozott mértékben rendelkezésre álló szerves és műtrágyákat, hogy a vetésforgó globális termése a legnagyobb legyen, és a talajerő fokozását a legjobban biztosíthassuk. Ezek a célkitűzések egyébként arra is rámutatnak, hogy a trágyák alkalmazásakor nemcsak a növényt, hanem távlati szemléletben magát a talajt, illetve a vetésforgót is trágyázzuk. Nagyon jól tudjuk, hogy a művelési növényeknek megvannak az igényei az egyes trágyanemekkel szemben, amit igyekszünk kielégíteni, de ugyanakkor figyelemmel kell lennünk arra is, hogy mely növényekre összpontosítsuk a rendelkezésre álló trágyákat, hogy a szervesanyag-képzés globálisan a legkiemelkedőbb legyen, más szóval, hogy a trágyák hatásfoka ebben a tekintetben is a legnagyobb mértékben érvényesülhessen. Az előbbi esetben az elsődleges cél az árutermelés fejlesztése, az utóbbi esetben pedig a talajerő fokozása.

Akkor tehát, amikor törekvésünk elsősorban a talajerő gyökeres fokozása, ne az érdekelt növények elszigetelt trágyázásán legyen a hangsúly, hanem a vetésforgónak mint szerves egésznek a trágyázásán, hogy a talajerő, illetve a vetésforgó teljesítő képessége megerősödjék.

Mennél gyengébb talajerővel állunk szemben, átmenetileg annál inkább azt a trágyázási rendszert kell érvényesítenünk, hogy a trágyákat elsősorban a humuszgyarapító növények felé összpontosítsuk, s ezáltal a trágyák humuszképző hatását működtessük. Vagyis az istállótrágyát elsősorban a sok gyökér-humuszt képező takarmánynövények alá adjuk, és csak másodszorban a humuszt erősen fogyasztó kapásnövények alá. A két ellentétesnek látszó célt nagyon jól összehangolhatjuk akkor, amikor pl. a trágyákat nem közvetlenül a trágyafogyasztó kapásnövények alá adjuk, hanem az előveteményükként szolgáló zöldtrágyák alá, mégpedig fél adagban, amivel egyben azt is elérjük, hogy a fél adag megtakarítása mellett az egész adag

istállótrágya hatásfokát biztosíthatjuk ($\frac{1}{2}$ istállótrágya + zöldtrágya = teljes istállótrágya-hatás). De vannak esetek, amikor a zöldtrágya-növények erősebb nitrogén-trágyázásával is elérjük célunkat, és így az egész istállótrágya adagot valamelyik humuszgyarapító takarmánynövény javára fordíthatjuk. Példákkal világítok rá erre:

I. Árutermelő trágyázást képviselő forgó

búza
kapás #
tavaszi kalászos
egynyári szálastakarmány

II. Talajerőt fokozó trágyázást képviselő forgó

búza, utána tarlórepcé-zöldtrágya pétisóval
kapás
tavaszi kalászos
egynyári szálastakarmány #

A II. forgóban erős lökést adunk az üzem szervesanyag-képzésének nemcsak azáltal, hogy az istállótrágya a takarmánynövény erősebb gyökérképzését segíti elő, hanem azáltal is, hogy közvetve magát az istállótrágya termelését is lényegesen fokozhatjuk egyrészt a takarmánytermesztés, másrészt pedig az alomszalmatermelés fokozásával. Ugyanis a takarmánynövény istállótrágyázása folytán a takarmánykészletek növekedni fognak, az alomkészletek pedig azáltal növekednek, hogy a búza trágyás előveteményt kapott.

Ebben a forgóban tehát az istállótrágya hatékonyabb ponton történő bevetése által a talajerőfokozás hathatósabb begerjesztését indítjuk meg és fejlesztjük, szemben a másik forgóval, ahol az istállótrágya ilyen irányú hatásfoka túlsúlyban a humuszfogyasztó kapásnövény pillanatnyi termésfokozásában merül ki. Ebben a talajerőfokozó vetésforgóban mindjobban fokozódik a forgó globális terméshozama, de emellett a talajszerkezet kialakulása folytán bekövetkező kedvezőbb vízgazdálkodás miatt biztonságosabb is válik.

Hogy az eddig vázolt irányelveket a számszerűség tükrében is bizonyíthassam, a martonvásári intézetben beállítottam többek között két olyan versenyvetésforgót is, amelyek százalékos növényi aránya ugyan teljesen azonos (25% őszi kalászos, 25% tavaszi kalászos, 25% kapás, 25% szálastakarmány), s csak a humuszképzés kialakításában van köztük különbség.

I. Humuszfogyasztó vetésforgó

egynyári szálastakarmány
őszi búza
kapás #
tavaszi kalászos
egynyári szálastakarmány
őszi búza
kapás #
tavaszi kalászos

II. Humuszegyarapító vetésforgó

zabosbükköny magnak
őszi búza (tarlóba repce-zöldtrágya)
kapás
tavaszi árpa (tarlóba zöldtrágya #)
kapás
füveshere
füveshere
búza (tarlóba istállótrágya)

Meginduláskor mindegyik vetésforgó azonos mennyiségű istállótrágyában részesült. A következő években azonban mindegyik forgó az önellátás elvének figyelembevételével annyi istállótrágyát kap, amennyit az általa termelt takarmány és alomszalma révén kitermel (a WOLF-féle képlet alapján). A *vetésforgókat tehát ez esetben zárt gazdasági egységnek kell tekinteni*. Nyilván a humuszegyarapító forgó trágyatermelése évről évre nagyobb lesz, ami a talajerő további progresszív begerjesztésére vezet.

Ha nem a trágyaönellátás módszerét követnénk, hanem a trágyakészleteket évről évre azonos mennyiségben nyújtanánk a vetésforgónak, teljesen hamis kép állna előttünk a vetésforgónak arról a hatásáról, ami a talajerő negatív vagy pozitív irányú kialakításában jut kifejezésre. Mint ahogy az előbbi vetésforgókban is világossá vált, *a különböző vetésforgóknak mint zárt biológiai egységeknek istállótrágya-termelő képessége más és más*. Ha ugyanis egy vetésforgó teljesítményét elemezzük, a termések nagyságának mérlegelése mellett semmi esetre sem hanyagolhatjuk el a vetésforgónak azt a teljesítményét, amely az istállótrágya-termelés mennyiségében jut kifejezésre. Ez egyik fontos mutatószáma a talajerő haladó vagy hanyatló irányzatának.

Ugyancsak versenybe állítottunk két azonos szakaszú és azonos szerkezetű vetésforgó-részleget (40% kalászos, 40% takarmány, 20% kapás) abból a célból, hogy megállapítsuk, hogyan versenyez egy istállótrágyás forgó egy olyan istállótrágyázásban egyáltalán nem részesített forgóval, amelynek szervesanyag-ellátása csak a zöld- és gyökértrágyázásra van alapítva.

I. Istállótrágyás vetésforgó

kapás #
tavaszi kalászos
zabosbükköny
búza
szudáni cirokfű

II. Zöld- és gyökértrágyás vetésforgó

füveshere
füveshere
búza (tarlórepce-zöldtrágya 200 kg pétisó/k. h.)
kapás
zabosbükköny magnak (füveshere nyárvégi vetés).

Hogy a különféle típusú vetésforgók miképpen versenyeznek egymással a talajerőfokozás kialakításában, annak bizonyítására a keszthelyi intézetben 1950-ben négy kilencszakaszos vetésforgót állítottunk be (12. táblázat). Itt is, mint minden kísérleti vetésforgónál, azokat zárt gazdasági egységnek tekintve, istállótrágya-ellátásukat teljesen a mindenkor termelt takarmány és alomszalma mennyiségére alapítottuk.

12. táblázat

A keszthelyi intézetben 1950-ben beállított versenyvetésforgók

I. forgó (lucernával és hüvellyessel)

lucerna
lucerna
cukorrépa +
tavaszi árpa
repce #
búza
borsó +
búza
kukorica #

II. forgó (füvesherével és hüvellyessel)

füveshere
füveshere
cukorrépa +
tavaszi árpa
repce #
búza
borsó +
búza
kukorica #

III. forgó (évelő nélkül)

borsó
búza
cukorrépa #
tavaszi árpa
zabosbükköny
repce #
búza
szudáni cirokfű
kukorica #

IV. forgó (pillangósok nélkül)

szudáni cirokfű
búza
kukorica #
búza
napraforgó
szudáni cirokfű #
búza
cukorrépa #
tavaszi árpa

Megjegyzés:

= teljes istállótrágyázás

+ = fél istállótrágyázás

Hogy a négy különféle típusú vetésforgó a talajerővel kapcsolatban milyen hatáskülönbségeket mutat a 9. év végén, számszerűen meg tudjuk majd állapítani úgy, hogy a forgó befejezése után az egész forgó területét egy vagy két közös jelzőnövénnyel vetjük el. Az egyes forgókra elvetett jelzőnvények viszonylagos termése számszerűen rámutat majd a talajerő-eltolódásokra. Megjegyzendő azonban, hogy az egyes forgók különbség-kialakulása a termésben már menetközben is jelentkezett (l. 324. old.).

Hogy a négy versenyvetésforgó gyökérmaradványai önmagukban is milyen viszonylagos hatást fejtenek ki a talajerőre, azt a következő módszerrel állapítottuk meg. Minden forgó egyes szakaszából 20 cm mélyen

kipreparáltunk 1—1 m²-nyi növényi gyökeret, és az így összegyűlt gyökérszövetet légszárazon megdarálva, természetesen forgónként elkülönítve, összekevertük. Az így kapott anyagot homokkal megtöltött tenyészládákba kevertük olyan mennyiségben, mint amilyen arányban állottak egymáshoz az egyes forgók gyökérmennyiségei. A ládába zab jelzőnövényt vetettünk, amelynek termése grammokban a következő volt:

	föld feletti rész	gyökér
I. forgó (herés)	66,5	29,0
II. „ (füvesherés)	63,0	24,5
III. „ (évelő nélkül)	14,0	5,0
IV. „ (pillangós nélkül)	13,5	3,5

Ezeket az erősen kiugró, számszerű eredményeket világosan mutatja a tenyészládákban levő növények fejlődése is (21. ábra). Megjegyzendő,



21. ábra. A különböző vetésforgók gyökérmaradványainak hatása a zab jelzőnövényre (Eredeti)

hogy ebben az esetben a gyökereknek csak a mineralizációban jelentkező hatása jutott kifejezésre, de természetesen erősen differenciált méretekben, mert az üvegházban a nyirkosan tartott, levegős homok a mikroflóra összes előfeltételeit egyesítette (levegő, nedvesség, meleg), tehát a lebonthatás gyors lefolyású lehetett. Ezek az eredmények arra is rámutatnak, hogy

a gyökerek mennyiségén kívül milyen kimagasló hatásuk van minőségüknek is (pillengősök C/N aránya). Természetesen a termésfokozás másik komponense, a talajszerkezet kialakítása itt nem juthatott érvényre, mert a tenyészládákat kolloidmentes kvarchomokkal töltöttük meg. Ebben az esetben azért került háttérbe a füvesherés forgó a tiszta herés forgóval szemben, mert a füvesherék szerkezetkialakító hatása itt nem érvényesülhetett.

Nem célom, hogy a vetésforgó-típusoknak légióit ismertessem, ezeket egyébként sem lehet kaptafaszerűen alkalmazni. Csak a természeti és gazdasági adottságok figyelembevételével és a vázolt biológiai irányelvek alkalmazásával állíthatjuk azokat össze az adott viszonyokra szabva, mégpedig mindezek beható mérlegelésével és soha sem mellőzve a helyi tapasztalatokat.

A vetésforgók összeállításának egyik legfontosabb feltétele az egyes növények elővetemény-hatásának ismerete a helyi adottságokra vonatkozóan. Nem hangsúlyozhatom eléggé, hogy milyen jelentősége volna első lépésként legalábbis a fontosabb talajtípusainkon az egyszerű elővetemény-kísérletek beállításának oly módon, mint ahogyan azokat a keszthelyi intézetben két ízben is megcsináltuk.

Technikájuk elvileg a következő: A művelési növényeknek azt a sorozatát állítsuk be keskeny és hosszú parcellákon, több ismétlésben, amelyek egyrészt az ottani adottságok között ismeretesek, másrészt amelyeket ott még sohasem természettek, hogy a természetendő növények számát esetleg szaporítva, termesztésünket és vetésforgónkat sokoldalúbbá tessük.

A sorozatba beállított növények parcellájára keresztben különböző műtrágya- és istállótrágya-kezeléseket és azok kombinációját alkalmazzuk, hogy ngyjából rávilágítsunk az egyes növények specifikus trágya-értékesítő képességére.

Az elővetemény-hatás felderítésére egy őszi utónövényt (búzát) és egy tavaszi utónövényt alkalmazunk. Ez az egyszerű kísérlet értékes támpontokat és adatokat szolgáltat egy-egy táj vetésforgóinak összeállítására nézve. Nevezetesen:

1. Rámutat az egyes növények viszonylagos elővetemény-értékére trágyás és nemtrágyás vonatkozásban.

2. Nagyjából rámutat az egyes művelési növények specifikus trágya-értékesítő képességére vagyis arra, hogy a különféle trágyanemeket és kombinációikat mely növények hálálják meg a legjobban, milyen mértékben, illetve a trágyahatások milyen skálájában.

3. Kimutatja a növényi csoportokon belül az egyes művelési növények versenyképességét a termésben és biztonságában, ami értékes támpontokat nyújt mind az árutermelő, mind a takarmánynövények szerencsés megválasztására.

4. Végül támpontokat nyújt a trágyázás és a talajerő komplex hatásaira, összefüggéseire és tudományos magyarázatára.

Előfeltétele a kísérletnek az időjárás és a talajnedvesség feljegyzése, valamint a kísérletek több évi megismétlése.

E tájékoztató adatok felderítése után kerülhet csak sor az egyes vetésforgó-részlegek kísérleti úton történő helyes megállapítására, amelyek

az a lényege, hogy egy-egy fontos növény elővetemény-igényét és elővetemény-hatását megállapítsuk a fontosabb elővetemények és az utónövények összehasonlításában. Egy-egy ilyen vetésforgó-részleg lenne a tulajdonképpeni vetésforgó egy-egy láncszeme.

Pl. a füveshere ilyen vetésforgó-részlege a következő kombinációkból állhat, amelynek célja a többévi globális teljesítmény megállapítása:

I. füveshere	II. füveshere	III. füveshere
füveshere	füveshere	füveshere
zabosbükköny	búza	kukorica
magnak	zabosbükköny	búza
búza	magnak	zabosbükköny
kukorica	kukorica	magnak

Itt a kísérlet célja annak megállapítása, hogy a füvesherét követő 3 növény globális hozama melyik kombinációban lesz a legnagyobb.

Az előveteményre nézve pedig példa a következő kísérlet:

I. kapás	II. árpa füvesherével	III. búza (füveshere
füveshere	füveshere	nyári vetés)
füveshere	füveshere	füveshere
		füveshere

Itt a kísérlet célja az, hogy megállapítsuk az egyes elővetemények hatását a füveshere két évi hozamára.

Fontosabb növényeink, amelyeknek elővetemény-igényét és elővetemény-hatását kutatni kellene, a következők:

őszai kalászosok, mint előveteményre érzékeny növények,
 évelő takarmányok, mint kimagasló humuszgyarapító növények,
 mindazok az árutermelő növények, amelyek egy-egy üzem fő növényét jelentik, pl. a cukorrépa-gazdaságokban a cukorrépa.

E fontosabb növények köré kell csoportosulniuk a többi kevésbé fontos növényeknek úgy, hogy azok harmonikusan illeszkedjenek be a vetésforgóba.

c) Egyes beosztási kérdések

Felmerül a kérdés, hogy egy-egy üzemben hány vetésforgó legyen?

Mennél nagyobb az üzem és mennél változatosabb a talaja, annál több vetésforgót állítsunk be. Homogén talajú, kisebb üzemben egy vetésforgó is elégséges.

Nem tartom helyesnek, ha a vetésforgók összeállításakor a növényi sorrendet az egyes művelési növényekben konkrétan megállapítjuk, mert az így megalkotott merev vetésforgók erősen megkötik a gazdálkodás fejlődését, és nem teszik lehetővé azt, hogy a fejlődő közgazdasági igényekhez alkalmazkodjunk. Ehelyett inkább az ún. keret-vetésforgókat alkalmazzuk, amely a művelési növények helyett a művelési csoportokat jelöli meg. Ezekre a művelési csoportokra jellemző, hogy főként az elővetemény-

értékben, az elővetemény-igényben, a szervestratégia-igényben és a letakarulás időpontjában egyenrangúak. E csoportok:

őszi kalászosok,	}	kalászosok
tavaszi kalászosok		
évelő takarmányok	}	(humuszgyarapítók)
hüvelyesek		
korai elővetemények		jó búza-elővetemények
egynyári korai takarmányok		
egynyári késői takarmányok	}	(silótakarmányok, csalamádé stb.)
kapások		(humuszfogyatók)

Ez a keret-vetésforgó természetesen nem azt jelenti, hogy vetésterünkben évről évre ne állapíthatnánk meg határozottabban az egyes műveleti növényeket. Azért mondom, hogy évről évre, mert pl. export-lehetőségeink, új növények beiktatása stb. ezt a rugalmasságot feltétlenül megkövetelik.

A keret-vetésforgó lehetőséget ad még arra is, hogy az egyes táblák talajegyenlőtlenségéhez alkalmazkodjunk. Pl. egy domboldalas tábla mélyebb fekvésű részén répát termesztünk, magasabb részén kukoricát. Ha füvesherét terveztünk, a mély fekvésű részre vörösherés keverék, a partosabb, humuszban szegény, szárazabb fekvésbe baltcímes keverék kerüljön. Mindez termelékenyen fokozza a vetésforgó teljesítő képességét is.

A keret-vetésforgóval igen jól áthidalhatjuk a tábláknak a majortól való távolságában rejlő különbségeket is. A major közelében levő táblákon helyezzük el elsősorban a kevésbé szállítóképes termékeket, mint pl. a takarmányrépát vagy a silótakarmányokat. Ez ugyanis legalább 3—4-szer nagyobb terméksúly betakarítását jelenti, mint a kukorica vagy a szudáni cirokfű. A távoli helyekre a kevesebb súlyt képviselő termékeket és amellet a munka-*extenzív* növényeket tegyük, mindezeket a keret-vetésforgó illetékes szakaszába iktatva is.

A keret-vetésforgó még arra is lehetőséget nyújt hogy a kisebb területen termesztett növényeket minden nehézség nélkül beiktassuk egy nagyobb tábla azonos rangú növényei közé. Pl. 10 holdas maglabodát egy 40 holdas korai előveteményű táblába.

Természetesen ott, ahol mezei vasút áll rendelkezésre, már mintegy »THÜNEN-vonalat« jelenteve, ezek a szempontok inkább elmosódnak. Vagy pl. ahol a takarmány-silók — helyesen — csoportonként vannak a gazdaság egyes részein szétszórva, ott a silótakarmányok számára ezek a silók lesznek a THÜNEN-központok.

Ezekkel a példákkal csak arra akartam rámutatni, hogy a keret-vetésforgók komoly gyakorlati lehetőségeket nyújtanak a talajegyenlőtlenséghez, a központoktól való távolságokhoz és egyéb szükségszerű változásokhoz való rugalmas alkalmazkodásra. Mindezekre az üzem teljesítő képessége érdekében nagy szükség van.

Itt emlitem meg az ún. takarmányos forgókat is, megkülönböztetve azokat az ún. áruforgóktól. Ennek a megkülönböztetésnek csak az öserő-

ben levő, állatszegény, igen nagy kiterjedésű gabonafarmokon van jelentősége, ahol a nagy távolságok miatt az aránylag kis területen természetű és trágyázandó takarmánynövényeket a major köré kell összpontosítanunk. Hazai viszonyaink között alig vannak ilyen típusú üzemek, de ha volnának is, az alábbi okok miatt akkor sem lenne indokolt ez a vetésforgó-megkülönböztetés. A takarmányos vetésforgó talajerőgazdálkodás tekintetében ugyanis a talajerő fokozottabb felhalmozását vonja maga után, miután a talajjavító szálatakarmányokat nagyobb arányban, a talajrontó őszi gabonákat pedig kisebb arányban foglalja magában. Mindez a felhalmozás az árutermelő forgók rovására történik, ami *maga után vonja a talajerő egyenlőtlen kialakulását az egyes forgókban, más szóval luxus-forgók és szegény-forgók alkalmazását azonos üzemben*. Ilyen esetben nem érvényesíthetjük egyenletesen az egész gazdaság minden táblájára a talajerőfokozás rendelkezésére álló biológiai energiákat.

Felmerül még a vetésforgón belül a *szakaszok (táblák) nagyságának kérdése* is. Hazai viszonyaink között nagyságuk a helyi adottságoktól függően a 30—60 holdas határérték között ingadozhat. Az ennél nagyobb egységek nem alkalmasak több ok miatt. Az egyes táblák intenzívebb ellenőrzési munkái, a kártevők sűrűbb megfigyelése, a trágyakészletek kihordása és a nagy tömegű termékek behordása több káros talajtiprást okoz a nagyobb táblán, mint a közepesen, ahol a fuvarozás túlsúlya inkább az utakra összpontosul. Ugyanez vonatkozik a kézi ápolási munkákra is (egyelés), amelyek szintén több tiprással járnak (be- és kijárás), és a munka ellenőrzését is akadályozzák. *Mennél intenzívebb az üzem, annál inkább indokolt kisebb táblák kialakítása*. A 30—60 kat. holdas táblanagyság-határok teljes lehetőséget nyújtanak a korszerű gépesítés érvényesítésére.

Ami a forgón belül a *szakaszok számát* illeti, ezt ugyancsak több tényező befolyásolja. Mennél sokoldalúbb és nagyobb a gazdaság, aránylag annál több szakaszból állhatnak a forgók. A törekvés mégis az legyen, hogy a szakaszok számát ne vegyük túl nagyra, amire a keret-vetésforgó alkalmazása lehetőséget nyújt. Az élő takarmányok beiktatása mégis szükségessé teszi a nagyszámú, 8—10 szakaszos vetésforgó kialakítását, bár ha azokat a már említett váltott módszerrel alkalmazzuk, a szakaszok számát lényegesen csökkenthetjük.

Mindezek a beosztási irányelvek teljes mértékben csak akkor érvényesülhetnek, ha nem kötnek minket meglevő adottságok, amilyen a táblák beosztása, fasorok, utak stb.

Fel kell itt még vetni az *átmeneti vetésforgók* kérdését is. Erről az a véleményem, hogy az átmenetet, ezt az operációt, aránylag gyorsan, legfeljebb 2 év alatt be kell fejeznünk. A radikálisabb átmenet kevesebb áldozatba kerül, mint a hosszabb lejárátú. A nem megfelelő elővetemények erősebb műtrágyázással és megfelelő talajműveléssel áthidalhatók. Egyetlen nehézség az időgazdálkodásban rejlik, de itt is vannak lehetőségek. Ha pl. kukorica után őszi árpát kellene vetnünk, ezt az átmenetben tavaszi árpával helyettesíthetjük. Egyébként az átmeneti időre tartunk fenn némi tartaléktérületet, amelyben a hiányzó belforgalmi termékeket szabadgazdálkodással kiegészíthetjük, hogy önellátásunk zavartalan legyen. Az irányelv ugyanis az, hogy a radikálisabb átmenet alatt is teljesen biztosítva legyen az állatok takarmány- és alomszalma-szükséglete.

Végül beszélnem kell még arról is, vajon betarthatjuk-e mindig a vetésforgó kereteit? Mennél szélsőségesebbek az adottságok (a Tiszántúl szikes és réti agyagtalajai), mennél elmaradottabb a talaj kultúrállapota (gyomosodás, rovarkárok), annál inkább előfordulnak olyan körülmények, hogy a növény elpusztul, illetve esetleg még el sem vethetjük. Ilyenkor persze új növényekkel kell azok területeit bevetni, de természetesen legtöbbször olyan növényekkel, amelyek elütnek a vetésforgó igényeitől. Mennél nagyobb a kultúra egy üzemben, és mennél rátermettebb az üzemvezető — aki minden munkát idejében elvégez —, annál nagyobb a biztosíték arra, hogy a vetésforgót be is tarthatjuk.

Megjegyzendő, hogy mennél intenzívebb és sokoldalúbb egy üzem, annál könnyebben követhetünk el hibát a vetésforgó összeállításában.

Sokat beszélünk ma a vetésforgókról, sok avatatlan jelszó övezi a vetésforgó problémakörét, és még mindig vannak apostolai az ún. »tökéletes vetésforgó-receptek« gyártásának.

E tévedések tisztázása érdekében szeretném erősen hangsúlyozni, hogy vetésforgókat csak a helyi, természeti, közgazdasági és üzemi adottságok ismeretében és mérlegelésével állíthatunk össze ésszerűen. Vetésforgókat csak az a tapasztalatokkal és elméleti készséggel rendelkező mezőgazda szervezhet meg helyesen, aki tökéletesen tisztában van a növények és a talaj biológiai igényeivel, az üzem szervesanyag-körfolyamatának lényegével és magával az üzemszervezés törvényszerűségével. A vetésforgók szerencsés összeállítása és egyben üzemeltetése a legnagyobb próbaköve a mezőgazda elméleti felkészültségének és gyakorlati érzékének. Ebben összpontosul az egész gazdálkodás természetstechnikai és szervezési tevékenysége, és ebben érvényesül mindaz a tapasztalat, amely a nagy és biztos termések megszilárdítására a természeti energiák kedvező irányítását teszi lehetővé.

A vezérlő szempont tehát mindig az legyen, hogy a talajerő fokozásának folyamatát biztosítsuk. Mennél mostohább a talaj, annál nagyobb súlyt helyezzünk erre a tevékenységre.

B) TRÁGYÁZÁS ÉS TALAJerő

A trágyázás célja kettős, mégpedig egyrészt az, hogy a növények termését fokozzuk, másrészt pedig, hogy a talajerőt növeljük és távlatilag megszilárdítsuk. A gyakorlati életben a mezőgazdák nagy része a trágyázáskor inkább a művelési növények pillanatnyi termésfokozására gondol, és kevésbé veszi figyelembe a különféle trágyák távlati hatását, amely végeredményben a talajerő kialakítását szolgálja. Trágyázásnak kell minősíteni mindennemű olyan szerves és szervetlen anyag talajbavitelét, illetve az abban való megtermesztését (gyökérmaradványok és zöldtrágya), amely alkalmas arra, hogy a növények termésének fokozásán kívül a talaj kémiai, fizikai tulajdonságait, főként pedig szerkezetét kialakítsa. Ez egyúttal maga után vonja a talaj biológiai állapotának javulását is.

Ennek alapján megkülönböztetünk növényi és talajtrágyákat (SCHEFFER). Ez a két fogalom az egyes trágyanemekben legtöbbször nem választható el szigorúan egymástól, mert a trágyák rendszerint mindkét irány-

ban fejtenek ki hatást. Pl. az *istállótrágya* a mineralizáció során közvetlenül tápanyagokat szolgáltat a növényeknek, de egyrészt a tartós humusz (morzsaelemek kialakítása), másrészt táphumusz-tartalmánál fogva (talajmorzsák biológiai felépítése) egyben a talaj szerkezetét is javítja. A *foszfát-trágyák* ugyan elsődlegesen növényi trágyák, mégis hozzájárulnak a talajszerkezet kialakításához is. A talajjavítást szolgáló *mész* viszont túlsúlyban talajtrágya, és csak a legszélsőségesebb esetben (podzol-talajok) jelent növényi trágyát is. A *nitrogén-trágyákat* általában tisztán növényi trágyáknak tekintik, holott közvetve lehetnek talajtrágyák is, amikor is hatásukra gyarapszik a növényzet gyökérzete, ez pedig befolyásolja a talaj szerkezetének kialakítását. Vonatkozik ez különösen azokra az esetekre, amikor a nitrogén- és általában a műtrágyákat a gyökér-humuszt képző növények alá adjuk. De ugyanekkor beépülhet a nitrogén a keletkező humuszba is, s ebben az esetben nitrogénben gazdagabb, kitűnő minőségű szürke humin anyagok alakulhatnak ki. Ezek többek között fontosak lehetnek a talaj szerkezetének kialakításában.

Beszélünk ezenkívül *szerves trágyákról és műtrágyákról*. A szerves trágyák túlsúlyban a gazdaság termeléséből származnak, és csak elenyésző mennyiségben, országos viszonylatban csak mintegy 1%-ban jutnak ipari trágyaként az egyes mezőgazdasági üzemekbe, főként a kertészetekbe. Ilyenek pl. a tőzgefekál-trágyák, az ipari sertés-trágyák, egyéb szemétrágyák stb.

Ez a körülmény is világosan rámutat arra, hogy *minden gazdaság a teljes önellátásra kell hogy alapítsa szerves trágya szükségletének megteremtését*.

Ezzel szemben a *műtrágyák*, amelyek kivétel nélkül ipari termékek, és egyben szervesetlen vegyületekből állanak, kifejezetten vásárlás útján szerezhetők be. Mennyiségi és minőségi alkalmazásuk főként a *harmonikus növénytaplálást*, közvetve a humusz gyarapítását, majd a talaj szerkezetének kialakítását, s így a talaj javítását is szolgálja.

Bár a műtrágyák nem hasonlíthatók a szerves trágyákhoz, mert feladatuk egészen más, mégis a két trágyacsoport hatása együttesen jelentkezik a leghathatósabban, feltéve, ha azokat megfelelően választottuk meg és társítottuk.

Ha azonban elszigetelve szemléljük e két trágya-csoportot, hazai száraz klimatikus és túlsúlyban kötöttebb talajviszonyaink között sorrendiségben a szerves trágyáknak alapvetőbb a jelentőségük. A szerves trágyákkal elsősorban a talaj szerkezetét alakíthatjuk ki, amely a nálunk leginkább hiányzó két termelési tényező kedvezőbb alakulását vonja maga után. A szerves trágyák ugyanis befolyásolják a talajnedvességet, illetve a *kedvezőbb vízgazdálkodást, és a bekövetkező intenzívebb nitrifikálás során előálló felvehető nitrogént*. A kedvezőbb talajszerkezeti viszonyok között, és általában a jó minőségű szerves anyag felhalmozása után a műtrágyák is jobban érvényesülnek, sőt a nyers ásványi tápanyagok biológiai és kémiai feltáródása is inkább bekövetkezik, ami talajaink tápanyagtőkében való gazdagsága miatt különös jelentőségű. Más szóval, a *műtrágyák érvényesülésének egyik legfontosabb előfeltétele és alapja az intenzívebb szerves trágyázás*. Ezt a felismerést komoly mérlegelés tárgyává kell

tenni minden alkalommal egy-egy üzem talajerőgazdálkodásának meg-szervezésekor, illetve annak felülvizsgálása során.

Tágabb értelemben szerves trágyázáson nemcsak az istállótrágyázást, a komposzt-trágyázást és a zöldtrágyázást kell értenünk, hanem teljes joggal a növények gyökér- és tarlómaradványaiban visszamaradó szerves maradékokat is. Ezeket, ha jó minőségben és nagyobb mennyiségben vannak jelen, gyökértrágyáknak is nevezhetjük (herefélék, füvesherék, csalamádé, szudáni cirokfű, silónövények stb.).

Ha a tarló- és gyökérmadadványokat, valamint a zöldtrágyákat, mint *helyben megtermesztett szerves trágyákat összehasonlítjuk a talajba jut-tatott szerves trágyák (istállótrágyák) mennyiségével, azok durva becslé-sünk szerint országos viszonylatban jóval túlszárnyalják a termelt istálló-trágyát.* Ezzel szemben az istállótrágya szűkebb C/N aránya és tartóshu-musz-tartalma miatt átlagban jobb minőségű szerves trágyát jelent, mint általában a gyökérmadadványok (kivéve a pillangósok gyökérzetét). A gyö-kértrágyák kedvezőbb C/N arányát azonban megfelelő N tarlótrágyázással áthidalhatjuk, amire a pillangósoknál természetesen nincs szükség. Ez-zel szemben *a gyökértrágyák tökéletesebben alakítják ki a talaj szerkeze-tét, különösen akkor, ha kifejlődésüket még istálló- és műtrágyázással is előmozdítjuk.* Ilyen szoros összefüggésben és kölcsönhatásban állnak egy-mással a különféle trágyanemek, s megfelelő arányuk és egymásra hatá-suk mikéntje mindig a mezőgazda szervező képességétől függ.

Hazai viszonyaink között a szerves trágyák mineralizációja útján a növények lényegesen több tápanyaghoz jutnak, mint amit a műtrágyák-kal nyújtunk. Igaz, hogy a szerves trágyákban levő tápelemek túlsúly-ban végeredményben a talajból származnak (kivéve a pillangósok nitro-génjét), amivel a talaj tápanyagtőkéjét vesszük igénybe. De ha figye-lembe vesszük kötött és közép-kötött talajaink nagy tápanyaggazdagsá-gát, amely főként száraz viszonyainknak, illetve a kilúgozástól való men-teségnek tulajdonítható, a szerves trágyák nyújtotta tápanyagszolgáltá-st gyakorlatilag nem könnyelhetjük el úgy, hogy azzal a tápanyagtőkénk fogyott (kivételek a homok- és láptalajok). Egyébként is tápanyagtőkénk csakis az árutermelésbe jutott termékek útján fogyatkozik meg. Ezzel szemben *a növény testébe épített, és ezen át a szerves trágyába került tápelemek a műtrágyák tápelemeinél értékesebbek,* mert szerves kötés-ben vannak, túlsúlyban mentesek a szorbciós hatásoktól, tápanyagszol-gáltatásuk pedig folyamatos, és tökéletesebben alkalmazkodik a növények szinte pillanatnyilag jelentkező igényeihez. Természetesen ez nem jelenti azt, mintha a műtrágyára nem lenne szükségünk. Ezek alkalmazásának is megvan a maga sajátos, hézagpótló jelentősége, ugyancsak a talajerő fo-kozása szempontjából.

A szerves trágyák *szénsavképzésükkel* még közvetve is szolgálják a növény táplálását a nyers tápanyagok feltárása és oldása útján, sőt köz-vetlenül még az asszimilációhoz szükséges gáztápanyaggal (CO₂) is ellát-ják a növényzetet. Ugyancsak tápanyagokat nyújtanak a makrofaunának is, amely nemcsak a tartóshumusz-képzést segíti elő, hanem holttetemei-vel, illetve azok lebontásával ugyancsak értékes, felvehető tápanyagokat szabadít fel a növényzet számára.

A szerves trágyák végeredményben univerzális trágyák, mert teljes értékű növényi (N, P, K, CO₂ nyomelemek) és egyben a legtokéletesebb talajtrágyák is (talajszerkezet, szorbcióképesség, pufferhatás, biológiai aktivitás fokozása stb.).

Miután a gyökérmaradványok, illetve gyökértrágyák témakörét az előzőkben már letárgyaltam, a következőkben az istállótrágya kérdésével foglalkozom.

4. AZ ISTÁLLÓTRÁGYA

Bár hazai állatsűrűségi adottságaink között talajaink szervesanyagellátásában az istállótrágya ma még nem tölt be vezető helyet, mégis döntő jelentőségű, hogy annak szakszerű kezelésével, megőrzésével behatóbban foglalkozunk. Míg a gyökérmaradványok megtermésük után talajon kívüli lebontásukban veszteséget nem szenvednek, addig az istállótrágyában az elhanyagolt kezelésekkel mennyiségi és minőségi vonatkozásban tetemes veszteségek következhetnek be, amely veszteségek kihatása a talajerőgazdálkodásra komoly méreteket ölthet. Hazánkban kevés kivételtől eltekintve tetemes veszteségek állanak elő évről évre az istállótrágya szakszerűtlen és elhanyagolt kezelése miatt mind humuszban, mind pedig nitrogénben, pedig éppen ezekben az anyagokban legnagyobb a hiányunk.

Az istállótrágya alapanyaga az üzemben megtermelt takarmányokból, takarmányhulladékokból, illetve állati ürületekből és alomszalmából adódik. Más szóval az üzemből kikerülő árutermék kivételével minden szerves termék túlsúlyban az istállón keresztül kerül felhasználásra. Mostohább talajviszonyok között, ahol amúgy is a külterjes állattartás lesz a célravezetőbb, a trágyatermelés inkább jelent életkérdést, mint a jobb termőerejű, termékenyebb talajokon. Ezeken egyébként is kisebb önköltséggel termeljük az állati termékeket, és vele az istállótrágyát, amikor is az állati termékekben jelentkező jövedelmezőség lép előtérbe, és ilyenkor a bőségesebb és olcsóbb trágyatermelés kérdése önmagától oldódik meg.

Nagy tévedésben vannak azok, akik az egyes üzemekre a kelletténél nagyobb állatlétszámot akarnak erőszakolni azzal a megokolással, hogy ennél több trágyát termelhessenek, de nem számolnak az üzemek mostohább takarmánytermő, illetve állatteltartó képességével. Nem számolnak azzal, hogy az állatsűrűség kérdése elsősorban a talaj takarmánytermő képességétől függ, és maximális kiterjesztését éppen az üzem ez irányú teljesítő képessége szabja meg. Ennek az erőltetett intézkedésnek könnyörtelen következménye a drága termelés, viszont a ráfizetés okait rendszerint nem a probléma gyökerében, az aránytalan szervezésben keresik, hanem termesztéstechnikai részletkérdésekben. Ilyen mostoha talajviszonyok között, sajnos, nem a trágyatermelés fokozásának szükségessége szabja meg az állatsűrűséget, hanem a takarmány- és alomtermesztési lehetőségek; ezek fokozatos fejlesztésével növelhetjük csak párhuzamosan, de ugyancsak fokozatosan az állatlétszámot is. Azonos talajerő, illetve takarmánytermő képesség mellett egy bizonyos határon túl a fokozott ál-

latsűrűséggel csökken az állatok teljesítő képessége és vele azok jövedelmezősége, de egyben a termelt istállótrágya viszonylagos mennyisége is. Ezek a megfontolások tehát arra vezetnek, és ezt az irányelvet követtem mindig átszervezéseim során, hogy *először a gazdaság teljesítő képességét kell megerősíteni, mégpedig más úton-módon, és ha ez megindult, csak azután kapcsolódhatik be az állatsűrűség fokozása, mint talajerőgazdálkodási tényező.*

A fejlesztés módszere minden talajon, illetve üzemtípusnál más és más lesz. Míg pl. a homoktalajokon elsősorban az intenzív zöldtrágyázással és műtrágyázással, addig a kötött talajokon az ésszerűen alkalmazott talajműveléssel mozgathatjuk ki holtpontjáról az általános termésfokozást és fejleszthetjük fokozatosan a talaj szervesanyag-feltöltését, illetve annak állatteltartó képességét. Már az előbbieken is említettem, hogy a fejlődésnek ezen az útján különösen *a takarmánynövények trágyázására, átmeneti kiterjesztésére, az alomszalmát nyújtó őszi kalászosok termésfokozására, azok nitrogén-trágyázására kell súlyt helyezni, vagyis mindarra, ami az istállótrágya alapanyagainak termésfokozását szolgálja.*

A trágyatermelés önköltségsökkentésének másik emeltyű kérdése annak termelésteknikai eljárása. Addig, amíg az istállótrágya eljut a talajba, rendkívül sok vesződéses és drága kezelésem esik át. Még igen el vagyunk maradva a sok kézi munkaerőt kímélő gépesítés terén, de még az ingyenes ésszerűsítési intézkedéseket sem alkalmazzuk, amelyekkel nemcsak sok kézi munkát takaríthatnánk meg, hanem egyben tetemes erjedési veszteségeknek is elejét vehetnénk.

Az istállótrágya összetételét befolyásoló tényezők

Az istállótrágya alapanyagai egyrészt a szilárd és híg ürülék, másrészt pedig az alomszalma. Összetétele igen változó, úgyhogy *beltartalma függ*

1. az alomszalma nemétől és mennyiségétől,
2. az ürülék mennyiségétől és összetételétől, végül
3. a trágya kezelésétől, annak első fázisától a talajba történő beszántásáig.

Az alomszalmának az a feladata, hogy puha fekhelyet nyújtson az állatoknak, felszívja a híg ürülék egy részét, és gyarapítsa a trágyát. Rendeltetése még, hogy a trágyát szállítóképesebbé tegye, és megkönnyítse annak kezelését.

Az alomszalma annál értékesebb, mennél több híg ürüléket szív fel és mennél jobb az összetétele. Nálunk túlsúlyban őszi szalmákat használnak almozásra, de kivételesen, különösen ott, ahol nagyobb arányokban termesztene tavaszi szalmát (sörárpa-vidékeken) és belterjesebb állattenyésztést folytatnak, a tavaszi szalma almozására is sor kerül. Borsószalmát is felhasználnak erre ott, ahol a borsószalma sokat ázott, és így takarmányozásra alkalmatlanná vált. Igen jó tapasztalataim vannak a repceszalmával, mert nedvszívó képessége jobb, mint a gabonaszalmaké, és az ürülékkel homogénebb anyagot alakít ki. 1929—30 telén, amikor a Tiszántúlon az őszi búzák nagy része kifagyott, az alomhiány pótlására a kukori-

caszárat téptük fel alomnak. Ebben az alomszűk évben igen kevés trágyát tudtunk csak termelni, és ekkor ébredtünk tudatára annak, hogy milyen fontos szerepet tölt be a szalma a talajerőgazdálkodásban.

Külföldi tapasztalatok alapján a szalmák nedvszívó képessége szecskázva vagy feltépve mintegy 20—30%-kal javul. Legnagyobb a tőzeg nedvszívó képessége, de mint fekvőhely csak akkor válik alkalmassá, ha igen bőven adjuk. Sajnos, Magyarország alomtőzegben nem bővelkedik. Gyakorlatomban a tehenészetekben lehetőleg mindig használtam tőzeget alomszalmával kombinálva úgy, hogy a tehenek farához, illetve az állás végébe és a húgycsatornába tőzeget, annak tetejébe pedig rendes alomszalmát raktunk, és a tőzeget hetenként friss anyaggal váltottuk. A tőzeggel kombinált almozással természetesen javult az istállótrágya összetétele is, amit annak idején az ezzel trágyázott cukorrépa termésén is tapasztaltunk.

A minket érdeklő alomszalmák összetétele SCHEFFER szerint a következő:

A l o m	Vízszívó képesség 100 rész szalmára	Légszáraz állapotban %			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
búzaszalma	230	0,6	0,3	1,0	0,3
búzaszalma szecskázva	300	0,6	0,3	1,0	0,3
árpaszalma	260	0,7	0,4	1,0	0,4
borsószalma	230	1,4	0,4	0,5	1,8
burgonyaszár	220	1,4	0,2	0,8	0,8

Figyelemre méltó a gabonaszalmák viszonylag nagy káli-, továbbá a borsószalma és burgonyaszár nagy nitrogén-tartalma. Ez utóbbiak éppen emiatt különösen alkalmasak erjesztett szalmatrágya készítésére. Egyébként az őszi gabonaszalmák C/N aránya igen tág, átlagban 1:100.

Az istállótrágya mennyiségét és minőségét hathatósan befolyásolja a viszonylagos *alom-mennyiség*. Ennek mértékét a gyakorlatban az a körülmény szabja meg, hogy az állatlétszámhoz viszonyítva mennyi az alomszalmánk. Miután az alomszalma mennyisége függvénye az egyes évek időjárásának, illetve a terméseknek, az almozásban is más és más adagot fogunk alkalmazni. Mindenesetre a talajerőgazdálkodás szempontjából mindig kedvezőek a bő alomtermést hozó esztendők, amikor kellő leleményességgel mindig van lehetőség arra, hogy sok és amellett még mindig megfelelő minőségű trágyát készíthessünk. Erre még később vizs-
szatérek.

A felhasznált alom-mennyiség az állatnemtől és az istálló berendezésétől függ.

Közepes viszonyok között felhasználunk naponta és számosállatonként:

igáslovaknak	4— 5 kg
szarvasmarhának	5— 6 „
sertéseknek	8—10 „
juhoknak	6— 8 „ alomszalmát.

Ezenkívül növendékaklokban, miután itt a teljes híg ürülék felszívásra kerül, számosállatonként 10—15 kg alomszalmát adhatunk anélkül, hogy a trágya száraz lenne. Természetesen répafej, szeszmoslák vagy egyéb lédús takarmány etetésekor a felsorolt alom-mennyiséget 50—100%-os többlettel kell számítanunk. A juhok ugyanennyi szalma felhasználását teszi lehetővé, de csak abban az esetben, ha az alom locsolását rendszeresen folytatjuk, egyébként a trágya száraz, rossz minőségű és penészes lesz. A juhoknak ugyanis aránylag kevesebb a híg ürülekük, és a szilárd ürülék nagyobb szárazanyag-tartalma miatt csak kevesebb szalmát lehet nyirkosan tartani. Szalmában bő esztendőkben azonban kitűnően felhasználhatók a birkaaklok sok és amellet jó trágya készítésére. Minden birkaistálló közvetlen közelében legyen egy bővizű kút egyszerű vízvezetékkel a trágya rendszeres locsolására. Előfeltétel még, hogy a birkaakol oldalát olyan magasságban, mint amilyen magasságban a trágya felgyülemlik, vékony rétegű cementtel béleljük ki. Azért van erre szükség, hogy az öntözött trágya át ne nedvesítse a falat. Az öntözés bakos állványra helyezett és hordozható permetező csőből történjék, hogy fokozatosan és egyenletesen az egész felületre kiterjedjen. Mindig az öntözés után következzen a bő almozás, hogy a juhok száraz helyre kerüljenek, és hogy ne kapjanak fertőző sántaságot. Túlzottabb almozáskor, ha igen sok szalmát használunk fel trágyatermelésre a birkák útján, a tehénistálló híg ürülekével vagy kellő mennyiségű N- és P-műtrágyával erősítsük fel a trágyát, ami még ilyen túlzott almozás esetében is kitűnően sikerül, ha azt állandóan nyirkosan és tömötten tartjuk. Ahol az aklok mellett nincs vizünk, ott a trágya nyirkosítására a tél havát használjuk fel, amikor is szánokkal hordjuk be a havat, és ezt a rövidebb időszakot használjuk fel alomfeleslegeink értékesítésére. A birkák időnként a szalmával ugyancsak bőven megterített kifutóban tartózkodjanak, amíg a nyirkosítás és almozás meg nem történik. Még fontosnak tartom azt is, hogy az ürülék egyenletes eloszlása érdekében a birkák etetőrácsa hetenként kétszer más és más helyre kerüljön.

Mennél inkább bővelkednek az üzemek alomszalmában, mint pl. az állatszegény külterjes gabonagazdaságok, annál inkább megokoltabb a sok szalmát értékesítő akoltrágya-rendszer alkalmazása. Ezzel a sok szalma ellenére is viszonylag még mindig sok és jó minőségű trágyát állíthatunk elő.

Egyébként a tudományos megállapítások szerint az *istállótrágya erjedési vesztesége annál nagyobb, mennél több alomszalmát tartalmaz.* Ennek az a magyarázata, hogy míg a nehezebben lebontható szilárd ürülék (tartósabb humusz) erjedési vesztesége átlagban 15—20, addig a könnyebben lebontható szalmáé mintegy 40—50%. Elméletileg ebből azt a tanulságot kellene levonnunk, hogy ne almozzunk bőven az állatok alá, mert ilyenkor nagyobb lesz a trágya erjedési vesztesége. De e biológiai megállapításon túlmenően felmerül a kérdés, mi történjék a szalmafeleslegekkel? A gyakorlat azt diktálja, hogy a szalmafeleslegeknek, még ha nagyobb erjedési veszteségek árán is, bővebb almozással be kell kerülniök az üzem szervesanyag-körfolyamatába. *Mennél bővebben almozzunk tehát egy bizonyos határon túl, annál nagyobb lesz ugyan az istállótrágya erjedési vesztesége, de ugyanakkor annál nagyobb lesz az egy-egy állatra eső trágyatermelés mennyisége is. Más szóval az üzemen belül több szalmával több istállótrágyát állíthatunk elő.*

Hogy pl. egy szarvasmarha után az évi érett trágyamennyiség különféleképpen almozva, kifogástalan kezeléssel hogyan alakul, azt ZUTAVERN beható vizsgálatai alapján a következőkben közlöm:

Napi almozás	Évi trágyatermelés	Erjedési veszteség
2 kg	66 q	20 0/0
4 „	94 „	24 „
6 „	110 „	30 „
8 „	128 „	34 „
10 „	144 „	38 „
12 „	160 „	39 „
14 „	180 „	40 „

Természetesen mennél bővebben almozunk, annál szegényebb lesz a trágya szilárd ürülékben, tehát tartósabb humuszban, és egyben a hiányzó nedves-ség pótlása céljából öntözésére annál nagyobb gondot kell fordítanunk. Nagymértékben függ még a trágya beltartalma az állatok fajától és takarmányozásától is.

SAUERLANDT szerint az állatok számosállatonként átlagban a következő mennyiségű ürüléket termelik naponta kg-ban:

Ürülék	Szarvasmarha	Ló	Juh	Sertés
szilárd	20—25	10—15	10	15—25
híg	15	5	10	20—25

Az ürülek átlagos összetétele állatnemenként SAUERLANDT szerint így alakul:

Ürülék	Szárazanyag	N	P	K
<i>I. szilárd ürülék:</i>				
szarvasmarha	18	0,30	0,20	0,10
ló	23	0,55	0,30	0,33
juh	29	0,60	0,30	0,20
sertés	16	0,60	0,50	0,40
<i>II. híg ürülék:</i>				
szarvasmarha	3,0	1,0	0,10	1,5
ló	7,0	1,2	0,05	1,5
juh	8,0	1,5	0,10	1,8
sertés	2,5	0,5	0,05	1,0

Mindezek csak irányszámok, és a takarmányozástól függően lényegesen változhatnak. Jellemző azonban, hogy a híg ürülék N- és K-tartalma nagyobb a szilárd ürületekénél. Minthogy a híg ürülékben az N könnyebben bomlik le, fontos, hogy annak gyors levezetéséről és megőrzéséről gondoskodjunk.

A juh ürülete a legjobb összetételű. Innen magyarázható, hogy a legértékesebb trágya a juhtrágya, feltéve ha azt jól kezeltük és öntöttük, amihez hozzájárul még állandó tiprása is. Általában a kérődzők szilárd ürülete értékesebb, több tartósabb humusz anyagot tartalmaz, valószínűen azért, mert összetett gyomruk és hosszabb bélcsatornájuk a takarmányokat jobban feltárják, és így azok jobban átmennek a megfelelő átalakulásokon.

Részletezve az egyes istállótrágya-nemeket, a *lőtrágya* kifejezetten szárazabb trágya. A szilárd ürülék szárazanyag-tartalma nagyobb, híg ürülete kevés, de koncentráltabb. Mindez siettetí az erjedést. Ezért is nevezik a lőtrágyát »heves« trágyának. A mezőgazdaságban legjobb, ha szarvasmarhatrágyával keverten használjuk. Tisztán használva a legalkalmasabb melegágyakra, vagy pedig igen kötött, tevéketlen talajok trágyázására.

A *szarvasmarha-trágya* ennek éppen az ellentéte. Hatása lassúbb, de tartósabb, és a legkedvezőbben alkalmazkodik a mezőgazdaság igényeihez. A legáltalánosabb istállótrágya.

A *juhtrágya*, ha gondosan kezelik, a leghatékonyabb, legértékesebb trágya. A harmincas években elég behatóan kísérleteztem a Tiszántúl réti agyagtalajain a juhtrágya és a szarvasmarha-trágya összehasonlításával, és kivétel nélkül mindig a juhtrágya volt az, amely hatásosabbnak bizonyult. Feljegyzéseim, sajnos, elvesztek és így pontos adataim nincsenek.

A *sertéstrágya* szintén hideg jellegű trágya, bár ezt nagyon befolyásolja az, hogy milyen erősen almozunk. Leghelyesebb, ha a sertéstrágyát a szarvasmarha-trágyával keverve kezeljük. Ahol azonban nagyobb a sertésállomány és ahol hizlaldák vannak, ott célszerűbb, ha a sertéstrágyát szalmával vagy takarmányozásra alkalmatlan árpátörekkel komposztazzuk, amikor is jó belértékű istállótrágyát nyerhetünk.

Kísérleteket végeztem a keszthelyi intézetben úgy, hogy a szarvasmarha-trágyába 10 és 20% súlymennyiségű sertéstrágyát rétegeztem naponta. Erjesztőkamrákban végzett trágyakezelések hatásai szudáni cirokfű jelzőnövényen viszonzszámokban a következők voltak:

tiszta szarvasmarha-trágya	100
10% sertéstrágyával dúsítva	110
20% sertéstrágyával dúsítva	116

Ahol tehát van arra lehetőség, hogy a szarvasmarha-trágyát sertéstrágyával dúsítsuk, ott feltétlenül érdemes a sertéstrágyát a szarvasmarha-trágyával együtt kezelni, mert az így kezelt trágya hatásfoka nagyobb. Egyébként a tiszta sertéstrágya a gazdaságokban el szokott kallódni.

Pontos mérésekkel megállapítottuk azt, hogy a sertéstrágyával dúsított érett szarvasmarha-trágya szervesanyag-mennyisége arányban állt a belekevert sertéstrágya szervesanyagtartalom-többségével.

Befolyásolja természetesen a trágya értékét az állatok tartása és kora is. Mennél fehérjedúsabb és ásványi sókban (P, K, Ca) gazdagabb takar-

mánnal etetjük az állatokat, ürülékük annál értékesebb lesz. Vonatkozik ez különösen az idősebb állatokra. A fiatal állatok trágyája, minthogy azok sok fehérjét és csontfejlődésükhöz több ásványi sót igényelnek, emiatt kevésbé tartalmaz az idősebbekénél.

A keszthelyi intézetben azzal kapcsolatban is végeztünk kísérleteket, hogy miként aránylik az erősen abrakolt tehéntől származó trágya a nem abrakolt tehéntől származó trágyához. Ugyancsak szudáni cirokfű jelzőnövényrel az eredmények viszonyszámokban a következők voltak:

abrak nélküli trágya	100
abrakos trágya	112

Az istállótrágyák összetételét erősen befolyásolja még a *kezelés módja* is. Míg a műtrágyák összetétele a gyártás sablonossága miatt meg lehetőségen állandó, addig a mezőgazda legtöbbször nem tudja pontosan, hogy mit nyújt istállótrágyájában talajának.

Igen érdekesek SAUERLANDTnak erre vonatkozó 20 éves vizsgálati eredményei, amelyek mintegy 1500 istállótrágya-analízisre vonatkoznak. Bár e vizsgálati eredmények nagy szóródást mutatnak, mégis a nagy számok törvényei alapján SAUERLANDT olyan átlageredmények birtokába jutott, amelyek alkalmasak az egyes trágyák beltartalmának összehasonlítására. Az átlageredmények 25% szárazanyag-tartalmú istállótrágyára vonatkoznak:

	Alomszegény trágyák		Alomban gazdag trágyák	
	friss trágya	érett trágya	friss trágya	érett trágya
ásványi sók	3,99	5,82	5,63	6,63
C	10,5	9,6	10,7	9,6
N	0,53	0,55	0,41	0,45
C/N	20:1	18:1	26:1	21:1
P ₂ O ₅	0,22	0,28	0,18	0,20
K ₂ O	0,52	0,57	0,54	0,59

Az erjedés során a trágya mind gazdagabbá válik ásványi sókban, ezzel szemben szénben szegényebb lesz. Az alomban gazdagabb trágyák természetesen valamivel szegényebbek tápanyagokban, és C/N arányuk is valamivel tágabb.

Jellemző az istállótrágyára még az is, hogy *tartóshumusz-tartalma* az alomszalma viszonylagos mennyiségétől és az erjedés minőségétől függően 30—40% között ingadozik. Mennél kevesebb alomszalmát alkalmazunk, és mennél nagyobb a trágya erjedési vesztesége, annál több lesz tartóshumusz-tartalma.

Az istállótrágya értéke azonban nemcsak tápanyag- és humusztartalmán alapszik, hanem még a benne levő *nyomelemek* (mikroelemek) és az ugyancsak nyomokban levő ún. *szerves serkentő* anyagok jelenlétén is. GISINGER és MARBACH (1948) megállapítása szerint pl. 100 q istállótrágya 0,50 kg mangánt és 0,03—0,06 kg bórt tartalmazott.

Még nem teljesen tisztázott a kérdés az ún. *szerves serkentő anyagok*at illetően, de már több ilyen anyagot kimutatott LAIBACH-FISCHNICK (1950), aki e növényi serkentő anyagokon mindazokat a szerves anyagokat érti, amelyek viszonylag kis koncentrációban a növények növekedését és fejlődését fokozóan vagy esetleg fékezően befolyásolják. Ezzel magyarázza azt a jelenséget, hogy ha az istállótrágyát minimális mennyiségben, de tökéletesebb eloszlásban adagolja, annak hatása különösen a gyökerek fejlődésén figyelhető meg észrevehetően. Ilyen kis adagban ugyanis tápanyag- vagy humuszhatás nem képzelhető el. A huminsavak gyökérfejlesztő hatását MIKLESOVSZKIJ (1933) már régebben megállapította. A *heteroauxinok*on kívül ma már ismerjük az *ecetsav*, *vajsav* és *propionsav* származékait is, amelyek szintén kedvezően befolyásolják a gyökerek fejlődését. Többek között ezek a felismerések is hozzájárultak ahhoz az újabb irányzathoz, hogy az istállótrágyát lehetőleg kisebb adagokban és sűrűbben alkalmazzák, aminek azonban természetesen szükségszerű előfeltétele a tökéletesebb gépi eltergetés. Az *istállótrágya alkalmazásakor tehát azt is figyelembe kell vennünk, hogy vele nemcsak tápanyagot és talajjavító anyagot viszünk a talajba, hanem gyökérfejlesztő és ezzel közvetett humuszygyarapító serkentő anyagokat is*. SAUERLANDT (1951) kutatásai során megállapította, hogy maga az alomanyag minősége is befolyásolja az istállótrágya serkentő-anyag-tartalmát, amit az élesztőgombák szaporodó képességével mért fel. Eszerint megállapította, hogy a gabonaszalmával készült trágya háromszor, a burgonyaszárral készült pedig kilencszer olyan gyorsan segítette elő az élesztők szaporodását, mint a fűrészporral készült trágya. Hasonló különbségeket tapasztalt a különböző idényekben a szarvasmarha ürülékében is, ami valószínűleg a takarmányváltozással függ össze. Végül megállapította azt is, hogy egy-egy istállótrágya serkentőanyag-tartalma még a trágya erjedési hőmérsékletétől is függ.

Az istállótrágya kutatásának ez az ágazata még eléggé fejletlen, de már az eddigi szerényebb eredmények is arra mutatnak, hogy a trágya eddig ismert fizikai, kémiai és biológiai hatása mellett még ezeknek a kellően fel nem derített hatásoknak is jelentős a szerepük a gyökérzet, illetve a növények fejlődésében.

Az istállótrágya mennyiségi nyeredéke és kiszámítása

Az istállótrágya mennyiségének kiszámítására a gyakorlatban még általában a WOLF-féle formulát alkalmazzák, mely szerint a friss trágya mennyisége egyenlő

$$\left(\frac{\text{Takarmány-szárazanyag}}{2} + \text{alom-szárazanyag} \right) \times 4.$$

Ebből még le kell vonni a megfelelő erjedési veszteséget vagy pedig a képletbe 4 helyett az alábbi szorzószámokat kell behelyettesíteni:

25 ⁰ / ₀ -os erjedési veszteség mellett	3,0
30 " " " "	2,8
35 " " " "	2,6
40 " " " "	2,4
50 " " " "	2,0

Egy számos szarvasmarha napi friss trágyanyeredéke az almozás mértékétől függően 35—50 kg között ingadozik.

Ennél megbízhatóbb, és az egész üzem trágyanyeredékének kiszámítására egyszerűbb módszer ZUTAVERN formulája.

Kiderült ugyanis, hogy a WOLF-féle képlet azért nem teljesen megbízható, mert feltételezi, hogy az állatok a felvett takarmány szárazanyagának csak felét emésztik meg, holott a fiziológiai vizsgálatok szerint a felvett szárazanyagnak csak mintegy 35—40%-a kerül vissza az ürülékbe.

ZUTAVERN módszerénél nincs egyéb adatra szükség, mint az állatálományszáma és a felhasznált alomszáma. ZUTAVERN beható vizsgálatokkal megállapította, hogy egy számosállat napi ürülékének szárazanyaga kereken 5 kg. Ez a szám érvényes mind a belterjesen, mind pedig a külterjesen tartott állatokra. A külterjesen tartott állatok alig kapnak abraktakarmányt, de helyett nagyobb tömegű és nyersrostban gazdagabb tömegtakarmányokkal élnek, amelyek nehezebben emészthetők, és ez a nagyobb tömegű ürülékben jut kifejezésre. Ezzel szemben az intenzíven tartott abrakos állatok ürüléke, annak ellenére, hogy több kalóriát vesznek fel, nem lesz több az extenzíven tartott állatokénál, mert az abraktakarmány tökéletesebb megemésztése folytán a salakanyag lényegesen kevesebb. Végeredményben mindkét módon tartott állat ürülékének szárazanyag-mennyisége kiegyenlítődik 5 kg-ra. Ez a felismerés rendkívül leegyszerűsíti a kiszámítást. Ehhez még hozzá kell adni a felhasznált alomszalmát. Ismétlem, nem az alomszalma szárazanyagát, ami kb. annak 85%-a, hanem az alomszalma egész súlyát, miután a hiányzó 15%-ot az alomszalma a híg ürülék szárazanyagában felveszi. A képlet tehát a következő:

A friss trágya mennyisége $(5 \text{ kg ürülék-szárazanyag} + \text{alom súlya}) \times 4$.

Az érett trágya kiszámítása a következő irányelvek alapján történik. Miután megállapították, hogy a nehezen lebontható ürülék átlagos vesztesége 20%, a könnyebben lebontható szalmáé pedig mintegy 40%, az érett trágya nyeredékének végső képlete így alakul:

$(4 \text{ kg ürülék} + \text{szalma súlya} \times 0,60) \times 4 = 1 \text{ számosállat napi érett trágyájával}$.

Ez annyit jelent, hogy egy gazdasági üzem évi trágyatermelését q -ban megkapjuk, ha a számosállatok számát megszorozzuk 4-gyel és ehhez hozzáadjuk az almozandó szalma súlyának 60%-át. Az így kapott eredmény azonban két esetben szorul helyesbítésre. Először akkor, ha az állatok legelőre is járnak. Ilyenkor a legelőn eltöltött időt figyelembe véve, a számosállatok létszámát kvótálisan lecsökkentjük. Ugyanez vonatkozik az igásállatokra is. Másodszor, ha a normális kezeléstől eltérve, a trágyát elhanyagolva kezeljük, akkor a végösszezből még 10—20%-ot vonunk le mint erjedési veszteség-többletet. Ez a képlet egyben világosan rámutat még arra is, hogy mennyél nagyobb arányú a trágyában az alomszalma, annál nagyobb lesz az erjedési veszteség.

Ennek a képletnek alapján egyszerűen és megbízhatóan kiszámítható az egész üzem évi trágyatermelése még akkor is, ha mostohább évben kevesebb szénát kapnak az állatok, mert ilyenkor takarmányszalmával pótolják azok szárazanyag-szükségletét, amely éppúgy kifejezésre jut az ürülék-szárazanyagban, mintha az állatokat belterjesen tartották volna.

Egyébként durva középszámokban az egyes állatnemek viszonylagos istállótrágya-termelése évenként és számosállatonként q-ban így alakulhat:

fejőstehén	100
hízómarha	120
igásökör	70
igásló	60
juh	130
sértés	70

Az istállótrágya erjesztése

Az ún. *friss istállótrágyát* az esetek legnagyobb részében nem tekintjük olyannak, amit trágyaként használhatunk fel. Ennek üzemgazdasági és biológiai okai vannak. Ha a friss trágyát naponta ki akarnók hordani, és ugyan-csak naponta alátakarni, állandóan rendelkezésre kellene hogy álljon üres és fagymentes szántóterület, mégpedig olyan, amely a vetésforgó szerint éppen trágyázás alá kerül. Másrészt a céltudatos trágyakezelés klasszikus felfogása szerint a trágyának bizonyos produktív erjedésen kell átesnie, hogy alkalmas legyen kedvező hatásának kifejtésére. Ugyanis a friss trágyák a talajba jutva, viharos lebontáson mennek keresztül, különösen akkor, ha bő almozással készültek. A gyorsan lebomló szalma intenzív nitrát-asszimilációt (pentozán-hatást) és ezzel terméscsökkenést von maga után. Ezek a pentozán-folyamatok legfőképpen nitrogént vonnak el a növénytől, de ezenkívül P-t és K-t is, hogy a folyamat lezajlása után újból visszajuttassák e tápanyagokat a talajnak, illetve a növényeknek.

Ennek demonstrálására a keszthelyi intézetben egy kísérletet állítottunk be, ahol szembeállítottuk egymással a friss és érett trágyát, továbbá a szalmát azzal a céllal, hogy a friss trágyás parcellában mennyi idő múlva zajlik le a pentozán-folyamat. A trágyát április 6-án hordtuk ki és szántottuk alá, a csalamádét pedig 20 napos időközökben vetettük szakaszosan a pentozán-folyamatok kipuhatólására. Fontos körülmény, hogy az időjárás, illetve a talaj állapota egészen a tenyészdő végéig kedvezően nyirkos volt, ami elősegítette a folyamatok gyorsabb lezajlását. A terméseredmények viszonyyszámokban a következők voltak:

Vetésidő	Szalma	ø	Érett trágya	Friss trágya
IV. 20.	77	100	127	101
V. 11.	86	100	131	113
V. 30.	93	100	133	128
VI. 21.	89	100	136	132

Az eredmények arra mutatnak, hogy a friss trágyának még a kedvező lebontási viszonyok ellenére is mintegy 2½ hónapi időre volt szüksége, hogy megközelítse az érett trágya hatását. Természetesen a nitrogén-műtrá-

gya e folyamatokat lerövidíthette volna. Mennél több szalma van a trágyában és mennél szegényebb a talaj N-ben, és mennél kötöttebb, tevéketlenebb, annál kirívóbban jelentkeznek a különbségek, különösen akkor, ha még a lebontási viszonyok is kedvezőtlenek (szárazság vagy erős lehűlés).

A trágyaerjesztésnek további célja még a gyommagvak ártalmatlanná tétele, ami egyrészt a trágya meleg erjedésének, másrészt az ammóniák csíraölő hatásának tulajdonítható. A friss trágya lebontása azonnal megindul, mielőtt a telepre kerül, mert erre kitűnő alkalmat nyújt a híg ürülékkel átítatott, levegős viszonyok között levő, könnyen lebontható alomszalma, aminek nyomán a trágya gyorsan felmelegszik. A friss trágya legfontosabb alapanyagai a *hemicellulózok*, *cellulózok*, *pektinek*, *ligninek* és *fehérjék*. A ligninek és a pektinek, majd a nehezebben lebontható fehérjeszerű vegyületek (proteidek) kivételével a mikroszervezetek tevékenysége során a többi anyag egy része gyorsan lebomlik, mégpedig *széndioxid*dá, *vízzé*, *ammonió*kká, *kénhidrogén*né és *metán*ná, majd ezzel természetesen a mineralizáció folyamata is megindul. A lebontásnak ellenálló ligninekből, pektinekből és a nehezebben lebomló fehérjékből is megindul egy lassú mikrobiológiai folyamat, amikor is ezeknek az alapanyagoknak belső átrendeződésével bekövetkezik a nitrogén-tartalmú *humín anyagok* kialakulása. A mikroszervezetek tevékenysége ilyenkor abból áll, hogy elsősorban a sejtekbe beágyazott lignineket feltárja. A humin anyagok kialakulása a lúgos kémhatású környezetben, és az ilyenkor jelentkező nagy hőmérsékleti viszonyok között aránylag elég gyors. Ilyenkor beépülnek az N-tartalmú vegyületek, illetve anyagok is, mint az ammóniák és egyéb fehérje-termékek, a mikrobák anyagcseretermékei (chinonok) stb., amelyek a humin anyagokat nitrogénnel dúsítják, és ezzel azokat a további lebontásokkal szemben ellenállóbbá teszik (szürke humin anyagok). Megjegyzendő, hogy a tartósabb jellegű humuszképzés már a háziállatok bélcsatornájában is megindul, ahol a mikrobiológiai tevékenység hatására elsősorban a könnyebben lebontható (emészthető) tápanyagok szivódnak fel az állati szervezetbe, amely csak a nehezen lebontható lignineket, proteidokat üríti ki, ezek azonban már bizonyos lignifikációs folyamatokon esnek át. Ezek a folyamatok a trágyaerjesztéssel tökéletesednek, illetve még stabilabbá teszik a humuszt.

A trágyaerjesztés során tehát elsősorban a táphumusz lebontási folyamatai indulnak meg némi mineralizációval, majd a tartóshumusz-képzés minőségi átépítése következik be. Ennek hatására a táphumusz mennyisége állandóan csökken, a tartós humusz mennyisége pedig nemcsak viszonylagosan, hanem némileg abszolút értelemben is fokozódik, minőségben pedig megszilárdul. A céltudatos trágyaerjesztésnek azonban arra kell törekednie, hogy mielőtt elérjük a kívánatos C/N arányt (1:20), továbbá mielőtt bekövetkezett az az állapot, hogy a tartós humusz a trágya mintegy $\frac{1}{3}$ -a (SCHEFFER), e határvonalon a további erjesztésnek útját kell állni. Ez gyakorlatilag mintegy 2—3 hónap alatt következik be, feltéve, hogy a trágya kezelése szakszerűen történt.

A trágya hőmérséklete 3—4 nap alatt 50—60 fok fölé emelkedik, amikor is a mikroszervezetek nagy része a hő hatására elpusztul. Ilyenkor kell hogy következzen a trágya tömörítése, viszonylagos levegőtlenítése, amit gyakorlatilag a trágya önsúlyával érünk el. KREYBIG a trágyának e 2—3

hónapig tartó anaerob állapotát nevezi trágyaérlelésnek, amit lényegileg *főzési folyamatnak* minősít. Megállapítása szerint a szalma mintegy megfő, a fehérjék megbomlanak, és az így felszabaduló nitrogén-vegyületek segítik elő az értékes humin anyagok kialakulását.

A trágyakezelés fontos feladata még a *nitrogén-vesztések* lehető lecsökkentése. Ezt azzal érzük el, hogy a napi friss trágyában erősen szénsavas (CO_2) környezetet teremtünk, amikor is a kiáramló ammonia a szénsavval ammoniumhidrokarbonáttá alakul át (SCHEFFER, 1932). A friss trágya elárasztása szénsavval gyakorlatilag akkor következik be, amikor azt a már erjedésben levő rétegre helyezzük, amely nagy mennyiségű szénsavat bocsát ki magából. A szénsav behatol a friss trágyába, és onnan kiszorítja a levegőt. A néhány napos folyamat után jusson érvényre az a régi gyakorlati szabály, hogy a trágyát mindig »nedvesen« és »tömötten« tartsuk.

A trágya érésének természetesen vannak fokozatai is. A *félíg érett trágyában* a szalmaszálak még morfológiailag kivehetők, és színük még nem tűnik fel sötétnek. Az *érett trágyában* a szalmaszálak már alig vehetők ki, a trágya sötétebb színt vesz fel, s homogénebb alkatú. Ez mind biológiailag, mind üzemgazdaságilag a legértékesebb trágya. A *túlérett trágya* porszerű, könnyen szórható. A táphumusz nagy része lebomlott, túlsúlyban tartóshumusz-tartalmú, szénvesztése már tetemes.

Mennél kötöttebb a talaj, annál célszerűbb, ha a trágyát félérett állapotban alkalmazzuk, mert az ilyen tevéketlen talajok jobban rászorulnak a táphumuszban gazdagabb, könnyen bomló trágyákra. Ezzel szemben a lazább természetű, tevékenyebb talajokra megfelelőbb a rendesen beért istállótrágya, mert ezek a talajok inkább rászorulnak a szorbciós viszonyokat kialakító humusz anyagokra.

Az istállótrágya erjedési vesztesége függ, amint már említettem, az alomszalma viszonylagos mennyiségétől, függ attól, hogy milyen sokáig érleljük a trágyát, továbbá attól is, hogy milyen módszerrel kezeljük. Legjobban befolyásolja azonban az erjedésben beálló veszteségeket az istállótrágya mikénti kezelése.

A keszthelyi intézetben lefolytatott trágyakezelési kísérleteim során igen pontos mérések útján megállapítottuk, hogy míg a *szakszerűen kezelt (magasan rakott rendszerben) istállótrágyában az erjedési veszteség 100 nap után 24,2, addig az elhanyagoltan kezelt trágyában a veszteség 48,2% volt.*

De a valóságban ezeknek a számoknak még kirívóbbaknak kellett volna lenniük, mert a kísérletet végrehajtó munkás túlbuzgóságból a hanyagul kezelt trágyát a végén a szokásos földtakaróval látta el, ami némileg javított az eredményen.

Ezek a beszédes számok komolyan figyelmeztetnek arra, hogy talajerőgazdálkodásunk szempontjából mit jelentenek a tetemes veszteségek akkor, amikor az istállótrágyát országosan túlsúlyban hanyagul kezelik. Talán nem vagyok túl szigorú, ha azt mondom, hogy szakszerű, *gondos kezeléssel országos viszonylatban legalább 20%-kal ingyen fokozhatnánk trágyakészleteinket*, de azt is mondhatom, hogy gondos kezeléssel annyi trágyánk lehetne, mintha állatállományunk létszáma a hozzá tartozó takarmánnyal és alommal együtt 20%-kal megnagyobbodnék.

A fontosabb istállótrágya-kezelési eljárások irányelvei

Az istállótrágya kezelésének tudományos és céltudatos alapelvei már mintegy 60 év óta kialakultaknak tekinthetők. Lényegük — amint mondtam — abban a gyakorlati jelszóban jutott kifejezésre, hogy az istállótrágyát *nyirkosan és tömötten* tartsuk, s ez még ma is érvényes. A trágya-kezelésnek azóta sokféle módszere ismeretes.

a) *A legrégibb és egyben a legjobb trágyakezelési módszerek egyike az, ha a trágyát a klockban (mélyített istállókban) érleljük.* Előnye, hogy az állatok állandóan tiporják, és az összes hig ürülék minden veszteség nélkül felszívódik. Éppen ezért a *trágyatermelésre sok szalmát használhatunk fel.* Számosállatonként mintegy 10—15 kg alomszalmát adhatunk növendék-szarvasmarhánk alá anélkül, hogy a trágya kiszáradna vagy megpenészedne, tehát kevés állattal aránylag sok és jó minőségű trágyát termelhetünk, mert a trágya tömötten és nyirkosan tartására megvan a lehetőség. De felhasználható ezenkívül sok más gazdasági szerves hulladék is, pl. kukoricaszárizék, vagy almozásra alkalmatlan egyéb anyag, ami az állandó tipratás és nedvesítés folytán könnyebben lebomlik, mint az állásos istállóban. Az akolrendszer tehát olyan üzemviszonyok közé nem való, ahol kevés az alomszalma. Előnye még, hogy a *trágya tető alatt áll,* tehát a nap és a szél szárító hatásának nincs kitéve. Minősége rendesen jobb, mint a telepen kezelt trágyáé, mert *nitrogén-tartalma közel 50%-kal nagyobb, erjedési vesztesége viszont kisebb. Feleslegessé teszi a trágyalé-tartályok építését és elveti a gondját a trágyalé nehézkes kihordásának. Sok kézi munkaerő megtakarítását teszi lehetővé, feleslegessé válik a napi kétszeri kitrágyázás, a trágyának a kocsira való rakása stb.*

Az akoltrágya azonban éppen nagyobb nitrogén-tartalma miatt az akolból kikerülve sokkal erősebben bomlik, mint a telepi trágya. Éppen ezért még fokozottabban fontos, hogy az akoltrágya kihordása után mielőbb a földbe kerüljön. Ennek azonban igen sokszor üzemgazdasági akadályai vannak, mint pl. az, hogy erre a célra nincs alkalmas üres szántó, fagyott a föld, vagy az üzem vonóereje egyéb idénymunkával van elfoglalva stb. Ilyenkor mégis kénytelenek vagyunk az akoltrágyát a megtrágyázandó tábla szélére szarvasba kihordani, ami mindenesetre újabb tetemes erjedési veszteségekkel jár. Egyetlen ellenrendszabály ilyenkor az, hogy a trágya kihordása az összes vonóerő és kézi munkaerő összpontosításával mennél gyorsabban történjen. Szeles időben lehetőleg ne hordjunk, viszont a kihordott trágyát azonnal földeljük le. *Az akoltrágya hevertetése a szántón a kihordás és eltergetés után még fokozottabb veszteségeket jelent, mint a telepi trágyánál.*

Ami a juh-akoltrágya vízzel való kezelését illeti, utalok az előbb írtakra. A jó minőségű juhtrágya termelésének döntő előfeltétele, különösen erősebb almozás esetén, annak rendszeres és az egész akolra egyenletesen kiterjedő öntözése. Hogy ez mikor és milyen mérvben történjék, azt az almozás mértéke szabja meg, de támpontot nyújt, ha az akoltrágyát többször és több helyen villával felbontjuk és megvizsgáljuk. A jó akoltrágya kezelésének ez a megfigyelés adja meg az irányvonalát. Nagy súlyt helyeztem mindig arra is, hogy amíg az állatok napközben kinn voltak a legelőn, az akol kapui a léghezut elkerülése végett csukva legyenek. A lég-

huzat ugyanis a trágyát károsan kiszárítja, abban az ammoniákgázok fokozottabban fejlődnek és elillannak.

b) *A trágyatelepen való kezelésnek ma már korszerűtlen módja az, amikor a naponta kikerülő trágyát a telep teljes felületére kiterítik.* Ebben az esetben a trágya napról napra nagy felületen érintkezik a levegővel, a nap heve és a szél kiszárítja. Az erjedési veszteségek emiatt annyival is inkább jelentősek, mert a trágyaerjesztés nem irányítható. A trágya egész felülete aerob viszonyok közé kerül, ami természetesen erősebb lebontást és nitrogén-veszteséget von maga után. Fokozza ezt még az a körülmény is, hogy a trágya önsúlya mint levegőt kiszorító tényező csak később, egy bizonyos magasság után érvényesülhet, ami tetemes erjedési veszteségeket von maga után. Ilyen kezelési mód hatására a telep felső harmadán levő trágya rendesen éretlen, míg alsó része sokszor már túlérlett, úgyhogy trágyahordáskor kénytelenek vagyunk a trágya legfelső, éretlen részét lehányini, hogy hozzáférhessünk az érett trágyához. Az így kezelt trágya a telepen tehát a legkülönbözőbb érettségi állapotban van. Végeredményben a trágya erjedési vesztesége nagy, minősége rosszabb (nitrogén-veszteségek) és érési folyamata nagyon is egyenlőtlen. Mégis szerte az országban a trágyakezelés túlsúlyban így történik, de legtöbbször még az egyenletes eltergetést sem végzik el. A trágyakezelésnek ez a korszerűtlen módja maga után vonta sokszor a legkülönbözőbb, néha nagy áldozatokkal létesített fényűző trágyatelepek építését, amelyekben viszont kezeletlenül hevert a trágya. Ezzel szemben a korszerű trágyakezeléshez nem szükséges szilárdan épített trágyatelep, csak egy vízhatlan alap, amelyen a magasra rakott trágyaszakaszokat elhelyezzük.

c) *A magasra rakott trágyakezelésnek az a lényege, hogy a napi trágyát nem a telep egész felületére terítjük ki, hanem csak annak egy kisebb szakaszára.* Napról napra így épül a szakasz, míg el nem éri a 3—3,5 m magasságot, amikor is ezt az elkészült szakaszt leföldeljük. Szorosan mellé építjük a következő szakaszt, és így tovább. Fontos, hogy a szakaszok külső szélét bélsárban gazdagabb trágyával béleljük ki, egyrészt azért, hogy a szakasz belsejét a levegőtől elzárjuk, másrészt pedig, hogy a szakasz simább felületű falat kapjon.

Gondot kell fordítanunk arra is, hogy a különböző állatnemektől származó trágyát keverve használjuk fel, és a szakasz felépítésekor a trágyaerjesztő-mester úgy rakja a trágyát, hogy a szalma lehetőleg egyenletesen keveredjék szilárd ürülékkel. Minél bővebben almozunk, annál vastagabb rétegben rakhatjuk a trágyát a szakaszra, mert az ilyen trágya még mindig elég levegős lesz ahhoz, hogy a gyors erjedés megindulhasson, vagy ahogy a gyakorlatban mondják, »begyulladhasson«. Ezzel szemben az ürülékben gazdagabb és alomszegény trágyát nem szabad vastagon rakni, mert különben anaerob folyamatok indulnak meg benne, és a trágya savanyú vegyhatású lesz. Igaz viszont, hogy az így bekövetkező langyosabb erjedés folytán kisebb a veszteségi százalék.

A magas szakaszra rakott trágya nagy összsúlyánál fogva alsó széleinél több-kevesebb trágyalevet ereszt. Ugyanis ha pl. 3 m magasra rakjuk a szakaszokat, akkor a fenékre m³-ként legalább 20—25 q a nyomás. Erre számítva, a trágyakazlat kis, sima árokkal vegyük körül, és jó itató anyaggal, tőzeggel vagy árpapolyvával töltjük ki, hogy ezt az értékes anyagot is

megmenthessük. Az így felitatott anyagot azután hanyassuk fel a trágyakazal tetejére.

Természetesen az egyes szakaszok felrakásának befejezése után azokat mintegy 20 cm vastagságban takarjuk le porhanyó földdel. Fontos, hogy a keletkezett repedéseket, amelyek a szakasz fokozatos süllyedésekor keletkeznek, villanyéllal betömökadjük.

A magasan rakott trágyakezelési eljárás előnyei a szélesen rakott rendszerrel szemben a következők:

A naponta kihordott trágya felülete lényegesen kisebb, és ezért annak *nitrogén-vesztesége is lecsökken.*

A már felmelegedett rétegekből a trágya önsúlya következtében a levegő kiszorul, és a mikrobiológiai lebontásokat túlsúlyban a fizikokémiai folyamatok váltják fel. Emiatt a trágya erjedési vesztesége lényegesen kisebb lesz.

A már elkészített és az érlelésen átesett szakaszokban mindig rendelkezésünkre áll egyenletesen érett trágyakészlet, és így a trágyával mindig úgy gazdálkodhatunk, hogy elsősorban a legrégebbi szakaszokat használjuk fel trágyázásra.

Nagy előnye még e kezelési módnak az is, hogy a kocsik, illetve vontatók megrakása *kevesebb munkaerőt vesz igénybe*, mert a trágyakazal magas és oldala sincs.

Ezeket a szempontokat gyakorlatilag tökéletesen valósította meg KREYBIG (*»Trágyázástan«*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1955. 273—286. old.). Egyébként ő volt az, aki hazánkban legrégebben alkalmazott trágyaerjesztő-mestert, és ennek általánosabb intézményesítését meggyőző erővel propagálja.

A magasan rakott trágyaerjesztési eljárásnak több változata van, attól függően, hogy milyen hőmérsékleten kívánjuk a trágyát erjesztetni.

d) *Az ún. forrón erjesztett trágyakezelési eljárás* (KRANTZ) lényege az, hogy a napi friss trágyát 70—100 cm vastag rétegbe rakjuk, mégpedig erős átvillázással, hogy mennél levegősebb viszonyokat teremtsünk. Ennek hatására a trágya erősen felmelegszik. A napi trágyát a szakasznak nem egészére, hanem csak $\frac{1}{3}$ -ára vagy $\frac{1}{4}$ -ére helyezzük úgy, hogy a másnapi, harmadnapi és esetleg negyednapi trágyát azonos kezeléssel rakjuk egymás mellé. A naponta elhelyezett friss trágyakészleteket kissé ferdén, majdnem 45° -os szögben rakjuk, hogy azok egymásba kapaszkodva, oszthatatlan egészet képezzenek. Eközben az első napon elhelyezett trágya már kb. 60—70 $^\circ\text{C}$ -ra felmelegszik; ezt erősen letiporjuk azért, hogy további felmelegedését meggátoljuk. Erre helyezzük a negyedik vagy ötödik napon az új, friss trágyát, a már említett fellazítással. A trágyaszakaszokat állandóan deszkalapok borítják, kivéve egy szakaszt, amelyre aznap éppen friss trágyát hordunk. Célja ennek egyrészt a hőmérséklet fokozása, másrészt a nedvesség- és ammoniákvesztés meggátolása. A trágya erősebb felmelegedése (60—70 $^\circ\text{C}$), majd intenzívebb letiprása gyakorlatilag megszünteti a további mikrobiológiai folyamatokat. A hőmérséklet még egy-két hónapig 40—50 $^\circ\text{C}$ között lesz, ezalatt a kíváncsok humin anyagok kialakulnak, és a gyommagvak elpusztulnak. Egy-egy elkészült és leföldelt szakasz gyakorlatilag majdnem olybá tekintendő, mint egy konzervdoboz, amelyben a további lebontások igen lassúak, és így lehetővé válik az egyszerű trágya-

tartalék-gazdálkodás, vagyis az, hogy trágyakészleteink kihordását minden további veszteség nélkül idényekre összpontosíthassuk. Erre még később visszatérünk.

Az érett, forrón erjesztett trágya éppen *csíraszegénysége miatt úgyszólván szagtalan, jellegzetes trágyaszagát elveszti*. Ez egyben jelzője is annak, hogy sikerült-e a trágya. Struktúrája porhanyós és könnyen elteregethető.

Ennek a tökéletes kezelési eljárásnak azonban megvannak a *szigorú technikai előfeltételei*. Elsősorban a trágya pontos hőmérőzése, hogy az a letiprás előtt elérje a 60—70 C°-ot. Ha ennél magasabbra szökik fel a hőmérséklet, erősebb erjedési veszteségek következnek be, ha pedig nem éri el az 55 C°-t, akkor nem következik be a trágya konzerválását biztosító csíramentesítés. Ha ennek igen pontos és lelkiismeretes betartását megfelelő trágyaerjesztő-mester alkalmazásával biztosítani nem tudjuk, inkább maradjunk meg az egyszerűbb és már előbbieken vázolt, magasan rakott trágyakezelési mód mellett. Az általános gyakorlat számára is inkább ennek az eljárásnak a bevezetése lesz megokoltabb, mert itt kisebb hibákkal tudjuk a trágyakezelést lefolytatni. A magasan rakott trágyakezelési eljárással is előállíthatunk egészen kis erjedési veszteség mellett (25—30%) kifogástalan minőségű trágyát. Míg a forró erjesztéses eljárás az erjesztés első fázisában több veszteséggel jár (magasabb hőmérséklet), addig a közönséges, magasan rakott kezeléssel az erjedés első fázisában ez a veszteség kisebb ugyan (alacsonyabb hőmérséklet), de a trágya további tárolása során a veszteséges folyamatok némileg tovább folytatódnak. Tehát a magasan rakott kezeléssel érlelt trágya hosszabb tárolásra kevésbé alkalmas. Egyébként meg kell jegyezni, hogy a közönséges magasan rakott trágyakezelési eljárás — mint általában minden magas rakású eljárás —, a KRANTZ-féle forró erjesztésű kezelési eljárásból származik.

A magam részéről elsősorban a cukorrépa-gazdaságokban 1931 óta a forró erjesztésű eljárást alkalmaztam főként azért, mert lehetőséget nyertünk a kívánatos nyárvégi trágyázási idény kiszélesítésére anélkül, hogy veszélyeztettük volna a trágya nagyobb erjedési veszteségét. Bővebb almozás esetén legtöbbször már a 2. és 3. napon elértük a kívánatos felmelegedést, úgyhogy ilyenkor csak két, legfeljebb három szakaszban kezeltük a trágyát.

e) *Az ún. hidegen erjesztett trágyakezelési eljárás célja az, hogy mennél kisebb erjedési veszteséggel tárolhassuk a trágyát.* Ezt elérjük, ha a trágyát minimális alommal (2 kg) vagy alomszecskaival állítjuk elő, és a napi friss trágyát azonnal megtömjük (anaerob viszonyok megeremtése). A hőmérséklet ilyenkor alig haladja meg a 35 C°-ot, és az erjedési veszteség minimális (10—15%). A friss trágya ilyenkor nem a lebontási folyamatokon, hanem egy, a silózáshoz hasonló erjedésen esik át (szerves savak képzése), úgyhogy itt inkább konzerválási eljárásról van szó. Ezért a kész trágya savanyú szagú, a szalma nincs lebontva, világos színű marad, és alkalmazása nyomán a pentozán-folyamatok éppúgy jelentkeznek, mint az éretlen trágyában.

Ez az eljárás hazánkban a gyakorlatban nem terjedt el, egyrészt azért, mert a napi friss trágya azonnali megtömésének gyakorlati végrehajtása igen körülményes, másrészt pedig, mert általában bővebben almozunk (kisebbségsűrűség és kiterjedtebb gabonatermesztés).

f) Említenünk kell még az újabb trágyakezelési eljárások közül az *is-tállótrágya földes komposztozását* (KERTSCHER). Bár az eddigi trágyaerjesztési eljárások is arra törekszenek, hogy a trágyában lehetősen tartósabb humusz anyagokat alakítsunk ki, azonban korántsem lehetnek olyan sikeresek, mint KERTSCHER földes erjesztési eljárása, ahol a *legstabilabb anyaghumusz-komplexumok* keletkezhetnek. Az eljárás a stabil humusz javára inkább lemond a táphumusz egy részéről. Az eredményes és gazdaságos technikai végrehajtás a trágyakészítés teljes mechanizációját tételezi fel, mert nem elégséges, ha a trágyába az előírt 20—25% földet csak belerétegezzük, hanem biztosítani kell annak homogén belekeverését is, hogy a *kívánatos agyaghumusz-komplexumok kialakítása érdekében a földmorzsák a trágyával mennél nagyobb felületen, és mennél bensőségebben érintkezhessenek*. A komposztozás során bekövetkező biológiai folyamatok egyrészt a mészben nem szegény talaj nyers tápelemeit (P, K) tárják fel, és viszik szerves kötésbe, ami azután a növényzet folyamatos táplálását biztosítja, másrészt pedig a nitrogén-veszteségeket csökkentik le. Az eljárás lehetőséget nyújt még a trágyalé és a fekália jobb értékesítésére is. Ha a komposztot ugyanis trágyalével vagy fekáliával öntözzük, akkor annak nitrogénje beépül az agyaghumusz-komplexumba, és gazdagabb, értékesebb, stabilabb humuszanyagokat alakít ki. Ezzel egyben a nitrogén tökéletesebb megőrzésére is alkalmat adunk. Miután az így nyert morzsás halmazállapotú és túlsúlyban tartós humuszból álló trágya a további gyorsabb lebontástól mentesül, elsősorban kifejezett *humusztrágyaként használjuk*. Ily módon lehetőség nyílik a trágya *veszteségmentes* tárolására, úgyhogy azt akkor hordhatjuk ki, amikor az a növények, a talaj és az üzem igényeinek legjobban megfelel, és nem kell tartani a hosszadalmas tárolásból származó veszteségektől. A *völkenrodei* kísérletek szerint 2 évi tárolás után ebben a komposztban még alig voltak veszteségek. Éppen a trágya stabilhumusz-alkata miatt azt a talaj felületére szórják el porszerű egyenletességgel, mégpedig megfelelő szórógépekkel, és csak sekélyen dolgozzák be a talajba boronálással vagy legfeljebb tárcsázással. Ez a sekély alátakarás megteremti a kívánatos szerves talajtakarót (Mulch), majd az ennek nyomán kialakult beéredést, aminek igen kedvező a hatása. *Megszűnik ugyanis a talaj felső rétegének szerkezetromlása, cserepesedése*, a talaj nyitva marad egyrészt a csapadék felvételére, másrészt a zavartalan talajlégzésre, tevékenyebbé válik, s a tápanyagszolgáltatás fokozottabb lesz egyrészt a talajból, másrészt magából a lassan lebomló humusztrágyából. Igen értékes KERTSCHER legújabb kísérlete, amit már részben a gyakorlatba is átvitt, hogy a komposztot kis adagban (80—100 q/ha) szinte évente szórja ki »fátyolszerű« beborítással, amikor is az egységnyi trágyamennyiség hatékonyságát a legnagyobbnak találta. Természetesen erre nemcsak a trágya morzsás alkata nyújt lehetőséget, hanem a tökéletes szórógépek is. A trágya tartós humusz jellege lehetőséget nyújt arra is, hogy azt télen, a munkaszegény időnyben is kiszórhassuk a fagyos szántásra anélkül, hogy ez a kitergetés a tavaszi felmelegedéskor erjedési veszteséggel járna.

Egyébként a trágyát a közönséges komposzttal azonos módon kezeli, hosszú, keskeny prizmákban, amelyek alapterülete 3 m széles és legfeljebb 1,5 m magas, hogy a trágyaprizmák belseje is »lélegzeni« tudjon. A napi friss trágyát 30—35 cm magasra rakják, és ugyanakkor párhuzamosan

keverik bele szórógéppel a megfelelő mennyiségű (20—25%) és jó minőségű meszes földet. Mindezt napról napra folytatják, míg a prizma el nem éri a 120—150 cm magasságot; ekkor a trágya erősen felmelegszik (60 C°). Ilyenkor a prizmát trágyalével vagy fekáliával folyamatosan öntözik, amikor is a folyadékkal kiszorul a levegő, és a trágya erősebb nyirkosítása során hőmérséklete is csökken. Amint a trágya újból felmelegszik, a prizmát mindannyiszor újból megöntözik trágyalével. A szükséges öntözések eredményesebbé tétele érdekében a prizma tetejét homorúan képezik ki. Mintegy 8 hét múlva a prizmát átvillázzák, és 4—5 hónap múlva elkészül a trágyakomposzt. A komposztzás a nagyobb üzemekben mindjárt a betrágyázandó táblák szélén történik.

A komposztban levő *agyaghumus-komplexum* kialakításában nemcsak a mikrobiológiai folyamatoknak van részük, hanem a faunának is, nevezetesen az atkáknak, ugróvillásoknak, légynyűveknek, lárváknak, nematodáknak, sőt egyes gilisztafajoknak is, amelyek a szerves anyagot a földdel keverve táplálékkul felveszik és bélcsatorna-enzimjeik közbejöttével kialakítják a legtartósabb humin anyagokat. Ugyanezek bizonyos antibiotikumokat is választanak ki, amelyek különösen a növények egészségi állapotára hatnak jótékonyan (WINTER, LAATSCH 1950). FRANZ és KUBIENA már a trágyakomposztok mesterséges benépesítésével is kísérleteznek az ún. törzskomposzt útján, amelyben a legértékesebb összetételű faunát szaporítják el. Az így nyert trágyakomposzt N- és P-tartalma 50—100, K-tartalma pedig 100%-kal nagyobb, mint a legjobban kezelt istállótrágyáé (a trágyalé beépülése és a föld biológiai feltárása).

Hogy a KERTSCHER-féle földdel komposztzott trágyának milyen kimagasló a nitrogén-hatása, arról 1955 nyarán magam is meggyőződtem a Thüningiában levő pendorfi gazdaságban, amit maga KERTSCHER mutatott be nekem. Ebben a gazdaságban már teljesen rátértek erre a trágyakezelési eljárásra. Az ott megsejmlélt búzák becsléseink szerint minden nitrogénműtrágyázás nélkül 50 q/ha termést ígértek, és a gazdaság vezetősége megállapította, hogy amióta így kezelik a trágyát, a búza olyan erős, hogy a nitrogén-fejtrágyázástól tartózkodni kell. Feltűnően hátrányos különbséget mutattak a barázdás szomszédú gazdaság búza- és cukorrépatáblái a pendorfiakéhoz képest, mert ott még nem így kezelték a trágyát. A magyarázat egyszerű. A trágyalé és a friss istállótrágya nitrogénjét így megmentik és beépítik a legstabilabb szerves kötésbe, az agyaghumus-komplexumba, ami a talaj szerkezetének javításán felül még lassú folyamatossággal lebomló nitrogén-tápanyagot is biztosít a növények számára.

Ezzel a kérdéssel hazai viszonyaink egyes adottságai között is érdemes majd gyakorlatilag foglalkozni, mihelyt az eljárás előfeltételét képező speciális gépesítésre (komposztzó, trágyaszóró gépek, trágyalélajtók, trágyalészivattyúk stb.) meglesznek a lehetőségek. Jelentősége lehet ennek elsősorban *olyan talajtípusokon*, amelyek a legjobban rászorulnak a stabil humusz anyagokra, mint pl. a humuszban szegény agyagtalajokon, savanyú erdei talajokon, ha előzően mésszel megjavítottuk azokat, továbbá a szorbciós anyagokra nagyon is rászoruló homoktalajokon, ha közelükben van a keverésre megfelelő kötött talaj (Duna—Tisza köze) stb.

De ezzel az eljárással megoldódik a trágyalé gazdaságos felhasználásának kérdése is, amely nálunk mindig problémát jelentett.

g) Még inkább mechanizált és jelentős beruházásokat igényel az istállótrágya erjesztése gáznyerés céljából (biogáz). Az eljárással kettős célt érnek el. Először ellátják a gazdaságot tüzelő- és világító-gázzal, a gépeket és traktorokat üzemanyaggal, másodsor pedig jobb minőségű trágyát nyernek, mint a legjobban kezelt istállótrágya. A friss trágyából csak a könnyebben lebomló cellulózok alakulnak át gázzá (metán és széndioxid), amelynek kalóriája majdnem 50%-kal nagyobb, mint a világítógázé. Ennek ellenére a trágya erjedési vesztesége a legjobban kezelt istállótrágyáénál is kisebb, *nitrogénben pedig alig 1% a veszteség*, a jól kezelt istállótrágya 25—30%-os veszteségével szemben. Ennek a jelentősége igen számottevő. Mindazok az üzemek, amelyek ezt a trágyakezelési rendszert bevezették, sokkal nagyobb jelentőséget tulajdonítanak annak, hogy kitűnő trágyát állítanak elő, mint a gáznyerésnek. A trágyában végeredményben minden benne marad (ásványi elemek, nitrogén), egyedül a felesleges szén az, ami kikerül belőle, de ez sem vész el, hanem produktív üzemanyaggá, gázzá alakul át. A trágyagazdálkodásnak ma ez a legtokéletesebb formája.

Beruházás tekintetében jelentős tételről van ugyan szó, de mindezt rövidesen törleszti egyrészt a »biogáz-trágya« tetemes nitrogén-többlete, a gáznyeredékben rejlő értéktöbblet, illetve az így előálló gazdasági autarkia helyzet, másrészt pedig az a körülmény, hogy az egész rendszer üzemeltetésére a gáztermeléstől egészen a trágya kihordásáig *egyetlen emberre van szükség*. Vagyis az eddigi tapasztalatok szembe állítják a rendes trágyatermelés sok embert foglalkoztató rendszerét a *biogáz-trágya kezelésének ún. »egy ember«* rendszerével.

Ma már többféle *biogáz-rendszer* van üzemben szerte a világon. Dániában, Belgiumban, Francia- és Olaszországban, valamint más országokban már ezerszámba működnek ezek az üzemek. A trágyaelőállítás technikája lényegében a következő:

A naponta kitermelt friss trágyát, amely szecskázott alommal készült, a híg ürülékkel együtt egy tartályba juttatják, mégpedig az istállóban levő aknán keresztül, önműködő módon. A tartályban, amelyben keverőkészülék van, a trágyát mintegy 12 napig erjesztik anaerob úton, 55 C° hőmérsékleten. A hőt maga a gáz szolgáltatja. Számosállatonként és naponta 2 m³ a gáznyeredék. A gázt tartályokban gyűjtik, amely azután részben csővezetéken kerül az istállókba és a háztartásokba, részben pedig a gazdaság erőgépei számára nagy nyomás alatt cseppfolyósítják.

Az így nyert trágyát, amely sűrű folyadékhoz hasonlítható (15% szaranyag), tartálykocsikkal hordják ki a szántóföldekre, és szórják ki az azokra rászertelt szórószerkezettel.

Újabban a KERTSCHER-féle komposztózással is próbálják a trágyát egyrészt szaporítani (szalma és föld) és humifikálni, másrészt pedig szállítóképesebbé tenni.

A gázosítási eljárás bevezetése hazánkban a technikai fejlődés függvénye, de a számottevő beruházáson kívül előfeltétele még a nagyobb állatsűrűség is, hogy az üzem gázellátását biztosíthassuk, és hogy a beruházások gazdaságosabbak lehessenek. Addig is azonban, míg erre sor kerülhet, fontossági sorrendben még sok egyéb olyan beruházás vár gazdaságainkra, amelyek ma valószínűleg gazdaságosabbak lennének, mint egy ilyen drága

üzem beállítása. Ha akarunk, tudunk enélkül is — ingyen — az eddiginél lényegesen több és jobb trágyát készíteni. Ez persze nem jelenti azt, hogy ezt a módszert nem kellene máris a távlati célok érdekében hazai viszonyaink között kísérlet tárgyává tenni.

h) *A KREYBIG-féle nyersfoszfátos eljárás technikája abban áll, hogy a friss trágyába a telepen egyenletesen kb. 1% mennyiségű nyersfoszfátot vagy csontlisztet keverünk.* Az elméleti kiindulás az, hogy a nyersfoszfátok drágább vegyi és hőkezeléses feltárása biológiai úton valósuljon meg. Az istállótrágyában levő bőséges szénhidrát és nitrogén lehetőségét nyújt a mikrobiológiai tevékenység kialakítására, aminek során a trágyába juttatott nehezen oldható foszfátok asszimilálódnak, illetve szerves kötésbe kerülnek.

VÁRALLYAYNAK (1951 és 1952) erre vonatkozó beható kísérletei rámutattak arra, hogy a friss trágyába 1% mennyiségben adagolt gafszafoszfát hatására 1951-ben 7,5%-kal, 1952-ben pedig 16,5%-kal nyertek több érett istállótrágyát, mint a foszfát nélkül kezelt trágyával. Ezek az eredmények eszerint azt is mutatják, hogy 1 q gafszafoszfát árán 7—16 q trágyanyerődék-többletet érünk el, ami önmagában is figyelemre méltó eredmény. KREYBIG véleménye szerint ezenkívül a nyers foszfáttal kezelt trágya nitrogén-tartalma 12%-kal nagyobb, mint a kezeletlené. Megállapította azt is, hogy a nyers foszfáttal erjesztett trágyázással a talaj nitrogén-igényessége fokozódik, ami a talajok erősebb mérvű és gyakoribb nitrogén-trágyázását teszi szükségessé, ez pedig a talajok termőerejének fokozását, továbbá azt vonja maga után, hogy az így kezelt talajok jobban reagálnak a nitrogén-trágyázásra (KREYBIG: »Trágyázástan«, 284—286 old.)

i) *Az istállótrágya tőzegföldes kezelésével 1952 óta foglalkozom.* Elméleti kiindulásom az volt, hogy nem lehetne-e az istállótrágyát a tőzegfölddel (kotufölddel) kezelni abból a célból, hogy azonos minőségű, de több trágyát nyerjünk, miután a készthelyi kotutalaj az istállótrágyával azonos mennyiségű nitrogént tartalmaz. Összetétele mintegy 60—70% humusz és 30—40% igen finom szemcséjű iszap, mely utóbbi az *Indor-eljárás* szellemében esetleg stabil komplexumok kialakítását is maga után vonhatná. Gyakorlati elgondolásom szerint ha ez sikerre vezetne, a nagyobb lápszigetek közelében elterülő gazdaságokban — hazánkban mintegy 200 000 holdon — alkalmazást nyerhetne ez az eljárás.

Az eljárás technikája az, hogy a napi friss trágyába a telepen 15—20% kotuföldet villázunk. Tekintve, hogy a kotuföld tökéletesen porhanyó, belejuttatása igen egyszerű.

Kísérleti eredményeim a következők:

Míg a kotu nélkül kezelt istállótrágya melegeerjesztésen esett át, és annak hőmérséklete felszökött 67 °C-ra, addig a 15 és 30% kotufölddel kezelt trágya hőmérséklete csak 45—55 °C-ra emelkedett, amit langyos erjesztésnek minősíthetünk. Érdekes, hogy ennek ellenére a trágya 3 hónap után hasonló porhanyós struktúrát mutatott, mint a melegeerjesztéssel kezelt trágyáé. A kísérleti trágyafiókokat naponta hőmérőztük.

A kísérleti trágyafiókok pontos súlybemérésének és kimérésének eredményeit a 13. táblázat mutatja.

Ebből leolvashatjuk a következőket:

13. táblázat

Kotufölddel kezelt istállótrágya viszonylagos nyeredéke

	Kezeletlen	15% kotuval kezelt	30% kotuval kezelt
	istállótrágya kg		
Bemérve friss trágya	3000	3000	3000
Kotu belekeverve	—	450	900
Összesen bemérve	3000	3450	3900
Érett trágya kimérve	2170	2770	3188
Nyeredék viszonzyszámokban	100	127	143
Nyeredéktöbblet a kotuföldön felül ‰	0	12	13

A kotuföldes kezelés hatására a trágyához adott kotuföldön felül még 12—13‰-os nyeredéktöbbletet kaptunk, ami valószínűen a hidegebb erjedés következtében beálló kisebb erjedési veszteségnek tulajdonítható.

A keszthelyi intézet laboratóriumában megvizsgáltuk a trágyák nitrogén-tartalmát. A vizsgálat arra mutatott, hogy abban gyakorlati különbség nem volt:

kezeletlen istállótrágya	472 milligramm 100 gr-ban
15‰ kotuval kezelt „	474 „ 100 „
30‰ „ „ „	477 „ 100 „

Az így nyert trágyák hatását szabadföldi kísérletekben is megvizsgáltuk, mégpedig fehér mustár jelzőnövényel, amelynek eredményei viszonzyszámokban a következők voltak:

kezeletlen trágya	100
15‰ kotuval kezelt trágya	104
30‰ „ „ „	105

Ez gyakorlatilag azt mutatja, hogy a kotuval kezelt trágya hatása legalább akkora, mint a kezeletlen trágyáké. Végeredményben pedig üzemi szemléletben a következőket jelenti:

15% kotuval kezelt trágyával egy gazdag trágyakészleteit 27%-kal (15+12) fokozhatjuk anélkül, hogy az állatállományunkat vagy takarmányterületünket ki kellene terjeszteni, és anélkül, hogy a trágya minősége, illetve hatása romlanék. De annyit is jelent, hogy olyan gazdaságban, ahol eddig ötévenként istállótrágyáztak, ott ezzel a kezelési móddal négy évenként átrágyázhatják földjeiket.

j) Említenem kell még az ún. friss, illetve éretlen istállótrágya alkalmazásának kérdését. Amint ismeretes, az istállótrágyakezelés klasszikus felfogása szerint a frissen nyert istállótrágya a telepen egy bizonyos erjedésen kell hogy áteszen, hogy a könnyebben lebomló szénhidrátok ne vonjanak el a talajból nitrátokat (pentozán-folyamatok), illetve ne okozzanak természsökkenést. Az ún. produktív erjedési

folyamatok során alakulnak még ki, azaz épülnek még fel a ligninekből és nehezen lebontható fehérjékből a tartósabb jellegű humusz-frakciók is, bár egyes kutatók (SCHMALFUSS) nem tulajdonítanak ennek jelentőséget. A kérdés még nem tisztázott, annnyival kevésbé, mert ilyen irányú tartamkísérletekkel még nem rendelkezünk. A tartamkísérletek lennének hivatottak rámutatni arra, hogy a friss trágya miként helyettesíti az érett trágya távlati talajjavító hatását.

De üzemi szempontból is elengedhetetlenül szükséges a trágya rendszeres erjesztése, mert a friss trágyát nem hordhatjuk ki naponta a szántóföldre. Nincs mindig növényállománytól mentes szántónk, de ha volna is, technikai nehézségek is akadályozzák a trágya mindenkori leszántását (téli fagy, túl száraz vagy túl nedves talajállapot). Mindezek arra utalnak, hogy a trágyát akarva, nem akarva általában az egyes trágyahordási időnyekre kell tárolnunk.

E megfontolások ellenére már több év óta foglalkozom az éretlen istállótrágya kérdésének kutatásával, amire az alábbi meggondolások adták az indítékot. A kötöttebb természetű talajokon olyan fontos nyárvégi trágyázási időnyben nem hordhatjuk ki teljes egészében az istállótrágyát, mert ilyenkor annak mintegy egyharmada még nem kellően érett; ennek kihordására csak a tél folyamán vagy tavasszal kerülhet sor. A téli kihordás, illetve a fagyra történő kitergetés különösen tavasszal nagy erjedési- és nitrogén-veszteséggel jár, a tavaszi alászántás pedig vízveszteséget és talajszerkezet-rombolást von maga után. Éppen ezek káros volta emelte ki az ún. »nyárutói trágyázás« kimagasló gyakorlati jelentőségét. Ezek a tények vetették fel bennem azt a gondolatot, hogy a nyárutói földényben egyúttal a friss trágyát is ki kellene hordani.

További problémám ezzel kapcsolatban még az volt, hogyan mentsük meg az ún. produktív erjedési veszteséget a talaj számára, amikor is egyrészt a könnyen lebomló táphumusz CO_2 -je a talajban a tápanyagfeltárást szolgálhatná, másrészt hozzájárulhatna a talaj szerkezetének jobb kialakításához (biológiai felépítés), nemcsak több táphumusz-tartalmánál fogva, hanem amiatt is, hogy az éretlen trágya homogénebb módon hálózza be a talajt, szemben az összecsomósodott érett trágyával, amely legtöbbször lepényszerű darabokban kerül leszántásra. Végül az éretlen trágya felhasználásával érvényesül az az újabb, helyes irányzat is, hogy kisebb adagú trágyát sűrűbb időközökben alkalmazzunk. Ugyanis az éretlen trágyából k. h.-ként 100 q teljesen elégséges ahhoz, hogy a talajt hiánytalanul, hézagok nélkül beterítsük, és a leszántás után az a talajban viszonylag homogén módon helyezkedjék el. Sőt ennél nagyobb adagot traktorral a bekövetkező torlódások miatt le sem lehet szántani. Ezzel szemben a 100 q éretlen trágyából éretté erjesztett mintegy 70 q trágyát csak trágyaszóró gépekkel szórhatnánk el egyenletesen, aminek azonban előfeltétele még a szecskázott alom alkalmazása vagy a trágyának túlretté való erjesztése is.

Elgondolásom távol áll attól, hogy az éretlen trágya általános alkalmazását helyesnek tartanám. Itt csak a trágya egy kisebb részéről van szó, amint azt az előzőekben is említettem.

Üzemi kérdést jelent az is, vajon mennyi nitrogén-műtrágyára van szükség abból a célból, hogy az éretlen trágya terméscsökkentő hatását ellensúlyozhassuk. De helyesebben úgy is felállíthatjuk a tételt, hogy adott

viszonyok között hány kg nitrogén-műtrágya árán menthetjük meg a talaj javára a 100 q éretlen trágyában a trágyatelepen amúgy is veszendőbe menő mintegy 30 q erjedési veszteséget.

Természetesen tisztázatlan marad még a sokat vitatott tartós humusz kérdés. A klasszikus felfogás szerint a tartós humusz trágyatelepen lezajló produktív erjedési veszteség során alakul ki, amivel szemben több kutatónak az a felfogása, hogy az igazi tartós humusz anyagok, az ún. agyag-humusz-komplexumok nagyrészt a talajlakó makrofauna, főképp a giliszták közreműködése útján keletkeznek.

E tisztázatlan kérdések felderítésére egyrészt behatóbb vizsgálatok szükségesek, másrészt pedig tartamkísérletek beállítása, megfelelő üzemi kalkulációk figyelembevételével. Egyelőre csak annyit állapíthatunk meg, hogy trágyagazdálkodási szempontból figyelemre méltónak tartom az éretlen trágya esetenkénti alkalmazását, különösen hazai viszonyaink között, ahol általában szűkében vagyunk az istállótrágya-készleteknek. Eddigi kísérleti eredményeink a készthelyi barna erdőtalajon a következők:

Első kísérletünkben 150 q/k. h. érett istállótrágyát hasonlítottunk össze 225 q/k. h. éretlen istállótrágyával, vagyis a 150 q érett istállótrágya kiinduló mennyiségével (33% erjedési veszteséget feltételezve). A kísérletet egy pillangós és egy nem pillangós növényvel állítottuk be, a trágyát pedig előző ősszel vittük a talajba, hogy a pentozán-folyamatok a tavaszi vetésig nagyrészt lezajolhassanak. De ettől függetlenül a ún. nyárvégi trágyázásnak is ez az időszak felelt meg a gyakorlatban a legjobban.

Első éves eredmények:

	ø	érett #	éretlen #
burgonya	100	121	128
szegletes lednek	100	115	141

A pillangósoknál mutatkozó kiugró eredmény magyarázata az, hogy a pentozán-hatást a pillangós növény nitrogén-képzése erősen ellensúlyozta, annival is inkább, mert az éretlen trágya hatására jobban kialakult a talaj szerkezetessége, levegősebbé vált és ezzel a gyökérgümők is jobban kifejlődtek.

A második éves eredmény őszi búza utónövényre:

	ø	érett #	éretlen #
őszi búza	100	116	127

Vagyis az éretlen trágya még a második évben is megtartotta fölényes hatását.

Ez a kísérlet csak annyiban tekinthető elméleti jelentőségűnek, hogy ilyen adagú éretlen trágyát traktorekével leszántani nem lehet. De annyit már ebből is megállapíthattunk, hogy ha a trágya erjedését nem a trágyatelepen, hanem a talajban engedjük lefolyni, akkor az adott talajviszonyok között az éretlen trágya kiinduló mennyiségének határfoka nagyobb lett, különösen ha leszántása idejében megtörtént.

A gyakorlati életben általában az a tapasztalat, hogy az éretlen trágya hatása erősen lemarad az érettéhez képest. Ennek oka abban is rejlik,

hogy pl. egy kocsi éretlen trágyával csaknem $2\frac{1}{2}$ -szer akkora terület teríthetünk be, mint érettel anélkül, hogy a beterítés sűrűségében a különbség feltűnő lenne. Ebből az optikai csalódásból származó megfigyelés tehát arra is rámutat, hogy az éretlen trágyázás nyomán keletkező rossz tapasztalatok nem tulajdoníthatók teljes mértékben a pentozán-hatásnak, hanem elsősorban az éretlen trágya lényegesen kisebb adagolásának. Ez pedig az említett optikai csalódás következménye, annyival is inkább, mert az üzemi gyakorlatban a trágyát nem mérlegeljük, mint szabatos kisparcellás kísérletezéskor.

Hogy a gyakorlatot teljesen megközelítsük, további kísérletünk során csak 100 q/k. h. éretlen trágya hatását hasonlítottuk össze ugyanolyan mennyiségű érett trágya hatásával, mert ez az adagolás még könnyűszerrel leszántható traktorekével. A keszthelyi erdőtalajon búzatarlóba másodnövényként vetett szegletes lednek viszonylagos zöldhozama a következő volt, azzal a megjegyzéssel, hogy a tarló betrágyázását nyomban követte annak bevetése:

Ø	100
érett	233
nyers	188
nyers 60 kg pétisó	241
nyers 100 kg pétisó	278

Ez a kísérlet arra mutatott rá, hogy adott viszonyok között éretlen trágyával 60 kg pétisó árán legalább olyan eredményt érhetünk el, mint ugyanannyi érett trágyával. De más szóval még annyit is jelent, hogy 60 kg pétisóval meg lehetett menteni mintegy 33 q erjedési veszteséget.

További kísérletünk során azt is megállapítottuk, hogy 100 q éretlen trágyával kezelt tarló-zöldtrágya (repce) hatása a kapás növényekre körülbelül akkora volt, mint az egymagában adott 160 q-ás érett istállótrágyáé, amit viszonyszámokban a következőkben mutatok be:

160 q/k. h. érett trágya	100
100 q/k. h. éretlen trágya repce zöldtrágyára	96
100 q/k. h. „ „ „ „ + 60 kg pétisó	103

Ez annyit is jelent, hogy 10 kg repce vetőmaggal és 60 kg pétisóval, továbbá azok minimális elvetési költségeivel mintegy 90 q (160—170) érett istállótrágyát takaríthattunk meg.

Természetesen ezt általánosítani nem merném, mert ezek az eredmények a talaj típusától, szerves trágyázási múltjától, továbbá attól függenek, ami egyben feltétele is a kérdés eredményességének, hogy a zöldtrágyát idejében szántsuk le, és a viszonyoknak megfelelő nitrogén-műtrágyával lássuk el. De ezek az eredmények mindenesetre rámutatnak arra is, hogy a kérdéssel a különféle talajtípusokon érdemes behatóbban kísérletezni, mert az eredmények trágyagazdálkodási szempontból eddig máris figyelemre méltók. Jelenleg az ország több talajtípusán folynak ilyen irányú kísérletek.

Az éretlen istállótrágya alkalmazásával kapcsolatban eddigi megállapításaink a következők:

1. A kívánatos nyári trágyázás az eddiginél 20—25%-kal nagyobb mértékben kiterjeszthető.

2. Az éretlen trágyával kombinált. zöldtrágyázás és nitrogén-műtrágyázás útján tekintélyes mennyiségű istállótrágyát takaríthatunk meg, illetve azonos mennyiségű istállótrágya-készlettel üzemben belül jóval nagyobb területet trágyázhatunk be, ami további haladást jelent egy gazdasági üzem szerves trágya-ellátásában.

3. Az éretlen trágya nagy betérítési, illetve homogén talajbehálózó képessége technikailag biztosíthatja a kívánatos kis adagú és sűrűbben alkalmazott trágyázás rendszerét.

4. A felsorolt előnyök ellenére az éretlen trágya alkalmazása a már ismertett technikai okok miatt csak korlátozott mértékben lehetséges.

5. Az éretlen trágyának az érett trágyához viszonyított távlati hatását még nem ismerjük, de az erre vonatkozó kísérletek folyamatban vannak.

Az istállótrágya hatása a talajra és a növényre

Az istállótrágya egyes hatásait rendkívül sokoldalúsága miatt igen nehéz elszigetelten elemezni. E hatások legtöbbször kiegészítik egymást, sőt komplex-hatásként jelentkeznek, s nemcsak a növény fejlődésére, hanem a talaj alkatára is jelentősek; lehetnek közeli és egyben távoliak is. Természetesen egy és ugyanaz a minőségű istállótrágya hatásaiban más-ként és másként jelentkezhetnek a különféle talajtípusokon, különböző talajállapotok között, sőt mindezeket még az időjárás is erősen befolyásolja.

A kérdés bonyolultsága miatt még hosszadalmas kísérletek sem voltak képesek pontos számszerűséggel világosságot deríteni arra, hogy az istállótrágya egyes hatásai milyen súllyal jelentkeznek. Nem lehetett pl. elszigetelve megállapítani az istállótrágya növény táplálkozási hatását azonos hatású műtrágyák összehasonlításában azért sem, mert az istállótrágya talajfizikai és biológiai hatásai komplex tényezőként jelentkeztek, amik a tisztán műtrágyázás kezelése után hiányoztak.

Az istállótrágya az összes trágyanemek között tehát a legteljesebb (legkomplettebb) értékű trágya, mert a talaj fizikai, kémiai és biológiai alkatára, közvetlenül pedig a növény táplálására gyakorol hatást.

Az istállótrágyának a talaj fizikai állapotára annyiban van kedvező hatása, hogy a kötött talajok mechanikai lazításával megjavul a talaj víz- és levegőgazdálkodása, de ugyanekkor természetesen biológiai állapota is, ami maga után vonja a szerkezet tartósabb kialakítását. Az ilyen erősen kötött, tevéketlen talajokon, amint már említettem, különleges szerepük lehet a kevésbé érett, könnyebben bomló istállótrágyáknak, mert ezek inkább fejtenek ki lazító hatást. Az istállótrágya hatására a talaj biológiailag fellazul, a pórusterfogot növekszik, a talaj vízáteresztő képessége megjavul, egyszóval megindul a talaj fokozottabb víz-, levegő- és tápanyag-gazdálkodása. A pórusterfog tartamkísérlet rámutatott arra, hogy az istállótrágyával kezelt parcellák víztartalma 3—4%-kal volt nagyobb, mint a nem kezelt parcelláké. Ez utóbbiak fizikai alkata annyira képlékeny és levegőtlen lett, hogy a fiatal növényeket fejlődésükben még akkor is gátolta, ha azokat műtrágyákkal bőven ellátták. Ezzel szemben

az istállótrágyás parcellák szerkezete morzsásabb volt és tevékenyebb. Az ilyen talajok megművelése is könnyebb, és lazább voltuknál fogva a megművelés optimális határai is kitágultak.

Ezzel magyarázható meg az istállótrágyának az a távlati hatása is, hogy a hosszabb idő óta rendszeresen trágyázott gazdaságokban a termések nemcsak fokozódnak, hanem biztosabbakká, ingadozásmentesebbekké is válnak, mert ilyenkor a talaj víz- és tápanyaggazdálkodása is jobb. Az ilyen talajok jobb szerkezetük miatt kevésbé reagálnak a szárazságra. Mindezt igazolják azok a gazdaságok, amelyekben nagy az állatsűrűség, és viszonylag több humuszgyarapító takarmánynövényt termesztenek.

Az ilyen, hosszabb idő óta rendszeresen trágyázott talajra mondják a gyakorlati életben, hogy »jó erőben« van, ami nemcsak a nagyobb, hanem a biztosabb termésekben is kifejezésre jut.

De az ilyen talajokon a műtrágyák hatása is nagyobb, mert erre lehetőséget nyújt a talaj tevékenysége. Innen van az is, hogy a harmonikusan alkalmazott műtrágyák komplex-hatása az istállótrágyázott talajokon fokozott.

A lazább talajok szélsőséges viszonyaira ugyancsak kiegyenlítően hat az istállótrágya, mert azokat humusz-kolloidokkal látja el, szorbciós viszonyait és víztartó képességüket némileg javítja, sőt hatására e talajok kissé kötöttebbekké is válhatnak. Ez különösen arra az esetre vonatkozna, ha földdel komposztozott trágyával látnók el a laza talajokat.

Ez esetben a laza talajok szorbció-képessége még jobban fokozódna, és az ilyen kolloidokban gazdagabb talajok báziskicserélő és egyben puffer-képessége is fejlődne.

Az istállótrágya e hatásai különösen abban az esetben jelentkeznének fokozottabban, ha az istállótrágyát céltudatosabban alkalmaznánk a humuszgyarapító, illetve a sok gyökérhumuszt szolgáltató növények alá, mert ez esetben az istállótrágya közvetlen humuszgyarapító hatása mellett még közvetett, gyökér-humuszt gyarapító hatása is érvényesülne.

A hosszabb idő óta rendszeren trágyázott talajban az istállótrágya utóhatása hosszú évekre kihat még akkor is, ha az istállótrágyázást huzamosabb ideig szüneteltetjük (hallei tartamkísérletek).

Az istállótrágya kémiai hatása elsősorban a növényi tápanyagok szolgáltatójában jut kifejezésre. Már említettem, hogy 100 q jól kezelt istállótrágyában átlagban 40—50 kg nitrogén, 20—25 kg P_2O_5 és 60 kg K_2O van. Az istállótrágya tehát aránylag foszforsavban a leggyengébb, és ha mint növényi trágyát tekintjük, elsősorban nitrogén-trágyának kell minősítenünk, bár a káli-trágyára nagyon is rászoruló talajokon, mint pl. homok- és láptalajokon, mint káli-trágyának is kimagasló a szerepe. Miután e tápanyagok túlsúlyban szerves kötésben vannak, kevésbé kitettek a talaj szorbciós hatásainak, és biológiai feltáródásuk során folyamatosan és tartósabban állanak a növények rendelkezésére. Hatásuk évekre szól. Vonatkozik ez még a nitrogénre is, mert hisz annak egy része a tartósabb humusz-frakciókba van beépítve, és azok lassú lebomlása teszi lehetővé a mérsékeltébb és tartósabb feltáródást. Ezzel szemben e szerves kötésben levő tápanyagok kihasználása nem akkora, mint a műtrágyákban levőké, kivéve a kálit, amelynek kihasználása versenyképes a káli-műtrágyákéval. Mennél kötöttebb egy bizonyos egészséges határig a talaj, annál jobb és

tartósabb a tápanyagkihasználás, és ellenkezően, a laza talajokon rövidebb hatás mellett a kihasználás rosszabb. Mindez természetesen a talaj szorbciós komplexumával és tevékenységével, szerkezetességével, sőt a klímával és az időjárással is összefügg. Jelentősége van az istállótrágyának még a talajok nyomelemekkel (mikroelemek) való ellátásában is, elsősorban olyan talajokon, amelyek erre rászorulnak (homok- és láptalajok vagy régóta intenzívebb kultúra alatt álló talajok).

Az istállótrágya hatása a talaj életére nem abban jut kifejezésre, hogy vele mikroszervezeteket viszünk a talajokba, hanem hogy ezek részére tápanyagokat nyújtunk. Az istállótrágyában egészen más összetételű mikroflóra van, mint a talajban. A talajerőgazdálkodás szempontjából arra kell ugyan törekednünk, hogy a talajélet mennél intenzívebb legyen, de ez a törekvés soha sem lehet öncél, hanem mindig csak eszköz arra, hogy a növényzet részére a mineralizálás során tápanyagot, a humifikálás során jó minőségű tartósabb humusz anyagokat nyerjünk, a morzsaelemek biológiai felépítésével pedig tartósabb talajszerkezetet alakítsunk ki. A keletkező CO_2 egyrészt a gáznemű táplálékot nyújtja, másrészt pedig a nyers ásványi tápanyagok, de különösen a *foszfátok kémiai feltárását segíti elő*. Savanyú kémhatású talajokon a szerves trágyázást kössük mindig össze megfelelő meszezéssel. (A keletkező CO_2 hatására a CaCO_3 bikarbonáttá alakul át, ami könnyen kimosódik. Ez természetesen a semleges és meszes talajokra nem veszélyes, sőt a szerkezet kialakítására előnyös.)

Jelentős még a biológiai hatása az istállótrágyának abban is, hogy a lebontáskor olyan *serkentő anyagok szabadulnak fel* (auxinok, hormonok, vitaminok, szerves savak stb.), amelyek különösen a növények gyökérfejlődésére hatnak fokozóan (l. az előző fejezetet).

Végeredményben minden változás, ami a talajban lezajlik, a talajélet függvénye. A mikroflóra és a talajfauna életfolyamatai azok, amelyek a növények életfeltételeit elősegítik, illetve megteremtik. A talajba juttatott istállótrágya erjedési folyamatai ugyanezt a célt szolgálják, s e folyamatokat a mezőgazda megfelelő talajművelési eljárásokkal befolyásolhatja. De befolyásolja még ezeket a folyamatokat természetesen maga a talajtípus, annak állapota, szerkezete, az időjárás, az elővetemény és maga a növény, amely alá az istállótrágyát adjuk.

5. EGYÉB GAZDASÁGI SZERVES TRÁGYÁK

Az erjesztett szalmatrágya

Az erjesztett szalmatrágya készítése olyan körülmények között megokolt, amikor szalmafeleslegekkel rendelkezünk, vagyis ott, ahol kevés az állattállomány, vagy olyankor, amikor rendkívül sok szalmánk termett.

Kérdéses, mi a helyesebb, ha a szalmafeleslegeket bővebb almozással értékesítjük, vagy külön szalmatrágya készítésére használjuk fel?

A tudományos vizsgálatok egybehangzóan igazolták, hogy a gazdasági üzemben levő alomszalma-felesleg azonos trágyamennyiséget ad, akár bő almozással használjuk fel az egészet, akár pedig gyengén almozunk, és a feleslegből erjesztett trágyát készítünk. Az utóbbi kettő összmenyisége

azonos az előbbi mennyiségével, a különbség csak a tartósabb jellegű humusz anyagok (szilárd ürülék) eloszlásában van.

BUCHER Hohenheimben szabatos kísérletek keretében tisztázta ezt a kérdést, amikor is 3, 6 és 10 kg alommennyiséget adagolt, és ugyanakkor a 3 és 6 kg alom adagolása után fennmaradt szalmakészletekből erjesztett trágyát készített. Az eredmények a következők:

almozásra	3 kg	6 kg	10 kg
trágyaerjesztésre	7 „	4 „	—
istállótrágya	88 kg	114 kg	142 kg
erjesztett trágya	54 „	30 „	—
összes trágya	142 kg	144 kg	142 kg

Csak a minőségben mutatkozik némi különbség, mert ha bő almozással használjuk fel az egész szalmát, a nagyobb mennyiségű istállótrágyanyeredék mellett annak tartóshumusz-tartalma kisebb lesz. Viszont kedvező következmény az, hogy a híg ürülék nagy része bekerül az istállótrágyába, sőt szélsőséges esetekben alig keletkezik trágyalé. Ezzel szemben ha szűken almozunk, a trágya gazdagabb lesz ugyan tartósabb humuszban, de ugyanakkor trágyalé-feleslegek állnak elő. A feleslegként jelentkező szalmából pedig olyan erjesztett szalmatrágya készül, melynek tartóshumusz-tartalma alig lesz, hatása pedig rövidebb tartalmú. Ezeknek az ismereteknek birtokában most már a helyi adottságok szabják meg, hogy a szerves trágya készítésének melyik módját válasszuk. *Ha az állatállományt helyileg oly előnyösen csoportosítottuk a gazdaságban, hogy a termelt trágya elhelyezésénél fogva az egész gazdaság területén felhasználható, akkor indokolt, ha az alomfeleslegeket bő almozással értékesítjük*, annnyival is inkább, mert ez esetben a felesleges trágyalé a trágya feljavítását szolgálja. Nagy előnyt jelent ez még azért is, mert kevesebb dolgunk lesz a trágyalével, ami nálunk mindig gondot okoz. Ezzel szemben, ha a gazdaság egy része az istálló nagy távolsága miatt csak nehezen trágyázható be, akkor e távoli helyeken az erjesztett szalmatrágya készítése megokolt, feltéve ha a kellő víz is rendelkezésünkre áll. Ott azonban, ahol nincs bővebb vízforrásunk, a szalmát kifutókkal ellátott egyszerű szalmatető színeiben tartott legelő-állatokkal is értékesíthetjük, főként a nyári idényben. Legvégső esetben még a szalma leszántásával is az üzem szervesanyag-körfolyamatába juttathatjuk azt, amire még tüzetesebben visszatérek.

Az erjesztett szalmatrágya készítésénél 100 q szalmához mintegy 300 hl vízre, 300 kg nitrogén- és 100 kg foszfát-műtrágyára van szükség. A káli-műtrágya felesleges, miután a szalmában aránylag sok a káli. 100 q szalmához kb 25 m² alapterület szükséges, hogy az erjesztett szalmatrágya kazalmagassága a leföldelés előtt mintegy 3 m legyen. Erre a magasságra szükség van, hogy a trágya a kellő nyomást megkapja, ellenkező esetben ugyanis nagy lesz az erjedési veszteség.

A trágyakazal fenekére célszerű, ha valamilyen jó itatóanyagot, korhadó szalmát, romlott pelyvát stb. teszünk. Erre helyezzük az egyes szalmarétegeket, mintegy 60—70 cm vastagságban. A szalmaréteget igen egyenletesen belocsoljuk, ügyelve arra, hogy száraz szigetek ne maradjanak. Jó szalmatrágyát csakis motoros szivattyúval lehet készíteni úgy, hogy a tömlő végére porlasztót teszünk. A rétegezést háromszor megismé-

teljük, és minden öntözés alkalmával természetesen kiszórjuk a megfelelő mennyiségű műtrágyát is. Egy pár ökörrrel állandóan tiprassuk a kazlat, ügyelve arra, hogy különösen a szélek legyenek mindig jól letiporva. A hármás *erjedési réteg* lerakásának befejezése után a kazlat száraz szalmával letakarjuk, hogy a párolgást megakadályozzuk, és néhány napig várunk, míg a réteg jól be nem melegszik (50—60°). Célszerű, ha különösen a téli időnyben a szalmába némi lótrágyát is belerétegezzünk, hogy az könnyebben »begyulladjon«. Mihelyt ez az erjedési réteg begyulladt, a rétegezést azzal folytatjuk tovább, hogy azt előzően még egyszer beöntözzük. Így folytatjuk, míg a trágyakazal a leföldelés előtt el nem éri a 3—3½ m magasságot. A trágyakazal egyik oldalát szalma-rampának képezzük ki, hogy az ökröket a kazalra felvezethessük. Ezenkívül a kazlat árkoljuk körül, hogy a kicsurgó műtrágyás lé veszendőbe ne menjen, hanem azt polyvával felitathassuk és újból a kazalba rakhassuk. Ugyancsak célszerű, ha munkamegtakarítás céljából a szalmát közvetlen a vízforrás mellé csépeljük (tó, patak, ártézi vagy egyéb bővizű kút). Ha a vízforrásunk gyenge, a rétegezéssel lassúbb ütemben haladjunk. De segíthetünk ezen úgy is, hogy csépléskor a szalmakazlat szélesebb alapokra rakjuk és nem tetőzzük be, hogy így a csapadékot felfogjuk, és a már némileg nyirkos, korhadó szalmából indulhassunk ki. A trágyakazal befejezése után azt 20 cm vastagon leföldeljük, és a kazal roskadása közben előálló repedéseket villanyéllal azonnal betömjük, hogy ezzel is megakadályozzuk az ammoniagázok elillanását. Mielőtt azonban a kazal leföldelésére sor kerülne, azt legalább további egy-két napig még utoljára erősen megjárattuk az ökrökkel. Az így elkészített trágya mintegy 3 hónap alatt beérik, és teljesen olyan külsőt mutat, mint a jó istállótrágya.

Tiszántúli gazdaságainkban annak idején összehasonlító kísérleteket állítottam be erjesztett szalmatrágyával és jó minőségű érett istállótrágyával réti agyagtalajon. Az eredmények viszonyszámokban a következők voltak:

	1 év	2 év	3 év
trágyázatlan	100	100	100
istállótrágya	121	123	111
erjesztett szalmatrágya	124	112	103

Eszerint a két trágya között az első évben nem mutatkozott lényeges különbség, de az erjesztett szalmatrágya hatása rövidebb tartamú volt, miután a második és a harmadik évben az utóhatások erősen lehatároltak.

A szalmatrágya nyeredékére vonatkozóan a keszthelyi intézetben lefolytatott kísérletek alapján megállapítottuk, hogy míg 100 kg nitrogén- és foszfát-műtrágyával kezelt szalmából 278 kg érett erjesztett trágya készült, addig a műtrágya nélkül kezeltből 246 kg.

Az erjesztett szalmatrágya készítésének alapanyag tekintetében sokféle változata lehet. Erősen javíthatjuk a szalmatrágya összetételét, ha azt oly borsószalmából készítjük el, amely takarmányozásra alkalmatlan. Ugyanez vonatkozik a burgonyaszára és a különféle, takarmányozásra

alkalmatlan polyvákra (pl. árpa, borsó, repce stb.). Ezek szűkebb fehérje-arányuknál fogva javítják a trágya beltartalmát. Készíthető erjesztett trágya trágyalé igénybevételével is. Annak idején pl. úgy értékesítettük, illetve tettük szállítóképesebbé a trágyalevet, hogy a trágyalétartály mellett időnként egy-egy kis kazal szalmatrágyát készítettünk. Ilyenkor természetesen nincs szükség nitrogén-műtrágya belekeverésére. Az erjesztett szalmatrágya készítésekor érdemes minden olyan szerves hulladékot összeszedni, amivel minőségileg javíthatjuk és egyben mennyiségileg is gyarapíthatjuk a trágyát, mint pl. kazalfeneket, korhadt szalmát, pelyvát, gyomokat stb.

A Duna—Tisza közének egyes kertészeti (szőlő, gyümölcs, zöldség) üzemeiben, ahol aránylag kevés a szántó és az állat, s emiatt nem tudnak elég istállótrágyát termelni, célszerű, ha a felesleges szalmát megfelelő víz hozzáadásával zöldtrágyával, nevezetesen somkóróval erjesztik úgy, hogy azt beszecskázva keverik bele a szalmába. A somkóró gyökerei helyben fejtik ki trágyázó hatásukat, föld feletti része pedig az erjesztett trágyában, s ezzel igen jó minőségű és nitrogénben gazdag szerves trágyát nyerhetünk.

KERTSCHER szerint kitűnő minőségű, földdel komposztzott szalmatrágya készíthető, kellő trágyalé belekeverésével.

Általában a megadott irányelvek figyelembevételével a humuszgyarapítás szemléletében dolgozó, leleményes gyakorló mezőgazdának rendkívül sok alkalma és lehetősége van arra, hogy szerves trágyát készítsen. *Minden lehetőséget ragadjunk meg, hogy mennél több és mennél jobb minőségű szerves trágyát termeljünk, s a cél az legyen, hogy egy szál szalma vagy egyéb szerves anyag se menjen veszendőbe, hanem minden szerves maradék belekerüljön az üzem szervesanyag-körfolyamatába.*

A szalma mint szerves trágya

A nyers szalmának trágyaként való felhasználása csak kivételes esetben, mondhatnám csak szükségből lesz megokolt. A szalma, nevezetesen az őszi szalma igen tág C/N arányú (1:100) szerves anyag, amely átmene-tileg a talajban nagy nitrát-hiányt (pentozán-hatást) okoz. *Alkalmazása csakis biológiailag tevékeny talajviszonyok között megengedhető,* vagyis mészből nem szegény, lazább vagy igen jó szerkezetű talajokon, ahol biztosítva van a pentozán-folyamatok gyorsabb lezajlása, üzemileg pedig ott, ahol a szalmafeleslegeket a víz hiánya miatt trágya készítésére felhasználni nem lehet. A kombájn-aratás után visszamaradó magas tarló szintén szalmatrágyának tekinthető, mert ilyenkor k. h.-ként mintegy 6—10 q szalma marad vissza a magasabb tarlómaradványokban. Súlyosabban esik latba ez állatterjes gazdaságokban, ahol gyakran áll elő szalmahiány, ami végeredményben a tartós humusz-gazdálkodás egyenlőtlen eloszlása miatt (szilárd ürülék) aránytalanságokat von maga után. Ilyenkor természetesen különösen megokolt a tarló nitrogén-műtrágyázása egyrészt az utónövény, másrészt pedig a jobb minőségű humusz-képzés érdekében. Leginkább *gyenge, homokos, állatban szegény gazdaságokban van jogosultsága, ahol a szalmafeleslegeket a trágyázás mellett mindjárt*

a futóhomok megkötésére is fel lehet használni, de egyben a nitrát-kimosások meggátlására is, mert hiszen a bekövetkező nitrát-asszimiláció ezeket leköti, sőt a szalmatrágyázáskor nagyon is helyesen alkalmazott nitrogén-műtrágyák nitrátja is szerves kötésbe kerül.

A szalmatrágyázást együttesen nitrogén-műtrágyákkal hazánkban először SZABÓ LAJOS végezte igen jó eredménnyel a Duna—Tisza közén.

A keszthelyi intézet barna erdőtalaján a következő szervestrágyakísérletek mutattak rá a szalmatrágya hatására, azzal a megjegyzéssel, hogy a szerves trágyákból mindegyik parcellán azonos szárazanyag-mennyiséget alkalmaztunk, és a szerves trágyákat az előző nyárutón adtuk.

	Szudáni cirokfű	Szeges lednek
istállótrágya, érett	126	108
istállótrágya, éretlen	121	105
nyers szalma	88	101
ø	100	100

Ezek az eredmények azt igazolják, hogy míg a nitrogén-fogyasztó növények nagyon megérzik a szalmatrágya pentozán-hatását, addig a nitrogén-gyűjtő növényekre e folyamatok természetesen majdnem hatástalanok, sőt az előálló nitrogén-éhség során valószínű fokozottabb nitrogén-gyűjtésre készítetik azokat. Ennek a kísérletnek második évi utóhatását, sajnos, technikai akadályok miatt, nem tudtam megállapítani.

Egy másik hasonló kísérletben arra voltam kíváncsi, hogy az adott viszonyaink között mennyi nitrogén-műtrágyával ellensúlyozhatjuk a szalma nitrát-asszimilációját. A jelzőnövény szudáni cirokfű volt. Eszerint k. h.-ként 30 q búzaszalma a trágyázatlannal szemben 57%os depressziót idézett elő, és a fokozódó adagok alapján megállapítottuk, hogy ennek ellensúlyozására k. h.-ként 250 kg pétisóra volt szükség. Fontos megjegyezni, hogy a szalmatrágyát közvetlenül a vetés előtt adtuk. Természetesen mennél jobb erőben van a talaj különösen nitrogén-szolgáltatás tekintetében, mennél több idő telik el a trágya leszántása és a növény elvetése között, és mennél kedvezőbb az időjárás (meleg, esős) a pentozán-folyamatok lezajlására, annál kisebb mérvű lesz a szalmatrágya nyomán beálló depresszív hatás. Miután a pentozán-folyamatok lezajlása után a következő évben a nitrifikáció újból megindul, az utóhatás a trágyázatlannal szemben kedvezőre fordulhat. A szalmatrágyázásnak hátránya azonban az, hogy *gyomosító hatással van a talajra, ezért lehetőleg gyomirtó növény alá alkalmazzuk* (kapások, szálastakarmányok).

A földkomposzt

Alig van gazdaság hazánkban, ahol komposzt-telepek lennének, de ha vannak is ilyenek, legtöbbször mostoha kezelésben részesülnek. Felvetődik a kérdés, hol van a komposzt-trágyának elsősorban jelentősége?

Nélkülözhetetlen *kertészeti üzemekben*, ahol lépten-nyomon tetemes mennyiségű növényi hulladék keletkezik. Ezek a fehérjében gazdag, lédús szerves maradványok kiváló alapanyagot szolgáltatnak a komposzt készí-

tésére, amelyre nemcsak az istállótrágya hiánya miatt van különösebb szükség, hanem amiatt is, hogy azzal a talajnak szerkezetét is javíthassuk. A kertészeti üzemekben a gyakori öntözés és intenzív kapálás hatására ugyanis fokozottabban romlik a talaj szerkezete, bontódik le a humusz, úgyhogy az ilyen talaj különösen rászorul a komposzt-trágyára. Ebben ugyanis, amennyiben azt szakszerűen készítik, túlsúlyban a nehezen lebontható agyaghumusz-komplexumok alakulnak ki, amelyek különösen lazább talajviszonyok között alapvetően fontosak a kolloid-komplexum és vele a talajerő kialakítására.

Jelentősége van továbbá a rétek és legelők trágyázásában, miután a komposzt-trágya mint nehezen lebontható szerves trágya huzamosabb ideig beborítja a füvesek hézagait, és ezzel megteremti a beárnyékolási talajérettség (víz- és tápanyaggazdálkodás) termésfokozó hatásait.

Fokozott a jelentősége még laza, homokos-talajokon, amelyek különösen szegények szorbciós anyagokban.

Lehetőséget nyújt még a komposzt a trágyalé felhasználására, illetve annak szállítóképesebbé tételére is, különösen alomszalma-szegény viszonyok között, s a gazdaságokban különben veszendőbe menő igen értékes fekália gazdaságos értékesítésére is.

Ami a komposztkészítés technikai eljárását illeti, az elvben hasonló a KERTSCHER-féle istállótrágya-komposztozási eljáráshoz. A különbség csak az, hogy egészen más alapanyaggal dolgozunk, elsősorban mindazokkal a növényi és szerves maradványokkal, amelyek a gazdaságban keletkeznek. Ilyenek a korhadó szalmák, törekek, takarmányizék, kertészeti hulladékok, burgonyaszár, gyomok, lehullott levelek, fekália, állati belek, háziszemét, söpredék, fahamu, fűrészpor, iszap stb.

Az erjedés megindítása érdekében fontos némi friss istállótrágya és trágyalé belekeverése, illetve gondoskodás arról, hogy a telep mindig mérsékeltén nyirkos legyen. Ezért is a komposzt-telep vízforrástól vagy trágyalétartálytól messze ne feküdjék, és lehető árnyékos helyen legyen. Igen előnyös az északi fekvés. Előfeltétel, hogy mészben nem szegény köttött, de amellet morzsás állapotban levő talajt 30–40%-ban belekeverjünk. Ahol savanyú kémhatású a talaj, ott keverjük megfelelő mennyiségű mészporral. A komposzt-trágya összetétele, alapanyaga mindig a rendelkezésre álló helyi adottságoktól függ. *Igen fontos kellő mennyiségű ásványi talaj homogén belekeverése, és az optimális nyirkosság fenntartása.* Nagy súlyt kell helyezni a talaj morzsás állapota mellett még arra, hogy ezt a szerves maradványokkal homogén összekeverjük, mert a földnek és a szerves anyagnak bensőséges és viszonylag nagy felületen való érintkezése teszi csak lehetővé, hogy az erjedés kívánatos terméke, az *agyaghumusz-komplexum kialakuljon.* A prizma mérete legfeljebb 2 1/2 m széles és 1 m magas legyen, rézsüs oldalakkal, hogy a komposzt belseje is levegőzzön. A prizma gerincét homorúan laposra alakítsuk, hogy annak locsolását vízzel vagy trágyalével jól elvégezhessük.

A homogén módon összerakott prizmat kellő erjedés után, rendszeren 3–4 hónap múlva, a humifikálás folyamatának megindítására legalább 1–2-szer szellőztetés végett átlapátoltatjuk. Ha ezt az eljárást 3–4 hónapoként megismételjük, a komposzt-trágya kb. egy év alatt mint morzsás struktúrájú humuszt trágya elkészül.

A komposzt-trágya készítésekor nem célunk, mint az istállótrágyánál, hogy a szerves anyagot kis veszteséggel átmentsük, hanem ellenkezőleg, itt a táphumusz lebontásának elősegítésével a stabil humusz kialakítása a feladat. A komposzt stabil humuszának kialakításában azonban nemcsak a mikroszervezetek vesznek részt, hanem azok a talajlakó állatok is (giliszták, nematodák, ugróvillások, sörtelábú férgek stb.), amelyek szerves anyaggal és talajjal egyaránt táplálkoznak, és ürülekükben a legstabilabb humusz-frakciókkal gazdagítják a komposztot.

A komposzt-telepet célszerű, ha beárnyékoló növényekkel, tökkel, uborkával, mustárral, repcével vetjük be, hogy a beárnyékolási beérés előnyös hatásai érvényesülhessenek.

Tetemes mennyiségű és kitűnő minőségű humuszforrást jelentene a nagyobb városok, de különösen a főváros szénszalakmentes háziszemetének komposztozása. A városi szemet tervszerűtlen lebontásából alakult ki az ún. »cséri szemet« trágya, amelynek értéke távol áll attól, amit egy céltudatos földkomposztozással megnyerhetnénk. Az így előállítható komposzt mind minőségileg, mind pedig mennyiségileg felette állana a cséri szemetnek, és jelentősen hozzájárulhatna a Duna—Tisza közti homoki szőlők és gyümölcsösök humuszellátásához, amelyek erre különösen rászorulnak.

A földkomposzt *tápanyaghatása közel sem akkora, mint az istállótrágyáé*. Alakulása mindig az alapanyagtól és annak arányaitól függ, viszont szerkezetkialakító hatása lényegesen nagyobb. Rétre, legelőre k. h.-ként 120—150 q-t szórunk ki, és a kiszórás egyenletes eloszlása érdekében a kiszórt területet még tövisboronával járattuk meg. Homoki szőlőkre és gyümölcsösökre pedig mintegy 120—180 q lesz k. h.-ként a megfelelő adagolás. A komposzt hatása ilyen esetben elsősorban a talaj jobb tápanyag- és vízgazdálkodásában jut kifejezésre (szorbciós kapacitás fokozása).

Olyan üzemekben, amelyekben aránylag kevesebb a komposzt alapanyaga és füvesek sincsenek, a felmerülő szerves maradványokat a trágya-telepen, aklokban vagy kifutóban értékesítjük.

A Rohde-féle komposztozási eljárás

A ROHDE-féle ún. »természetes« komposztozási eljárást igen jó eredménnyel alkalmazzák legújabbban Berlin naponta keletkező háztartási szemetkészleteinek gazdaságos és higiénikus korhasztására.

Ezt megelőzően a városi szemet kérdése sok gondot, szállítási költséget okozott, és közegészségügyi veszélyt is rejtett magában (patkányok, legyek, kórokozók) anélkül, hogy az igen értékes szerves maradványokból termelékeny komposzt-trágyát állítottak volna elő. Eddig a városi szemetet nagy agyaggödrökbe hordták össze, ahol anaerob körülmények között kifejezett *rothadási folyamatokon esett át*. Ezek a redukciós folyamatok kitűnő élethehetőséget nyújtottak a patkányoknak, légynyűveknek, kórokozó parazitáknak, de ezenkívül kellemetlen bűzt is terjesztettek (ammoniak, kénhidrogén és egyéb rothadási gázok). A higienia veszélyeztetése mellett jelentős mennyiségű ammoniak és elemi nitrogén illant el, a humuszsavak kifejlődni nem tudtak, mert a jelenlevő lignin a levegőt-

len körülmények között ammoniumlignitté alakult, amely a talajban a baktériumok hatására gyorsan lebontódott. A redukációs folyamatok hatására a foszfátok és mikroelemek nehezen felvehető vegyületekké alakultak.

Ezzel szemben a ROHDE-féle aerob komposztozási eljárás hatására gyorsan elszaporodnak a gombák, nevezetesen a penészgombák, sugár-gombák, kalaposgombák és a levegőt kedvelő baktériumok, sőt a gilisz-ták is, s ugyanolyan gyorsan szerves kötésbe kerülnek a keletkező nitro-gén- és egyéb ásványi vegyületek, mikroelemek. E korhadási folyamatok hatására szerves serkentő anyagok, vitaminok, hormonok, fermentumok és antibiotikumok keletkeznek. Az előbbiek a növények fejlődésére van-nak kedvező hatással, a penészgombák hatására keletkező antibiotikumok pedig a kórokozók életfeltételeit szüntetik meg. Az így kezelt komposzt napok múlva teljesen szagtalanná válik, nem fertőzi a levegőt, kellemes földszaga lesz, és bűzmentességénél fogva nem vonzza a patkányokat, legyeket. Erről 1955 nyarán meg is győződtem, amikor ROHDE Berlinben mindezeket nekem személyesen bemutatta.

A komposztkészítés technikája abból áll, hogy a szemetet keskeny és rövid prizmákban helyezik el, a lehető leglazábban, mégpedig 3 m hosz-súságban, 3 m szélességben és 1 1/2 m magasságban. Ugyanekkor 3—3 rudat helyeznek el a prizmákba levegőkürtők kiképzésére. A levegőkürtő-ket úgy képezik ki, hogy a rudakat kivételük előtt körkörösén mozgatják tengelyük körül. E kürtők célja az aerob viszonyok hathatósabb megterem-tése. 4—10 nap múlva erős erjedési folyamatok indulnak meg, amikor is a prizmák hőmérséklete eléri a 60 C°-t. A prizmák belseje a penészgom-bák elszaporodása folytán fehér színűvé válik, és teljesen szagmentes lesz. Mintegy 4—6 hét múlva, amikor 1 m magasságúra rognak össze, a további átlevegőztetés céljából a prizmákat átvillázzák, amit gépi erő végez. 3—6 hónap múlva a komposzt kész, és ez a kitűnő humusztrágya teljesen morz-szás, földszerű alkatúvá válik.

Azáltal, hogy a szemét-trágya bűzmentesen, továbbá légy és patkány-mentesen kezelhető, megvan a lehetősége annak, hogy azt a város több helyén decentralizálva állítsák elő, és viszonylag kevés fuvaráldozattal hordják össze. Az így készült komposzt a város környéki zöld övezetek számára már sokkal szállítóképesebbé válik.

Azonos irányelvek szerint történik a város környékén elhelyezett sertéshizlaldák termelte sertésürülék kezelése is, amikor is a sertéstelepek szintén teljesen bűz- és patkányoktól mentesekké válnak, a nyert kom-poszt pedig lényegesen jobb, mint a régi módszerrel kezelt sertéstrágya. Technikai eljárása rendkívül egyszerű. A sertéstrágyát mintegy 25—30 cm vastag rétegben hordják ki. Először fogatos kultivátorral, majd 1—2 nap múlva közönséges fogatos ekével járattják meg úgy, hogy összeszántás-sal kisebb prizmákat képeznek ki. E szellőztető kezelés során bekövetkező gyors bepenészesedés hatására a nitrogén-veszteség a minimumra csök-ken, és igen értékes, teljesen szagtalan, morzsás alkatú trágyát nyernek. Erről is módomban volt személyesen meggyőződni.

ROHDE újabban az istállótrágya ún. penészes erjesztési eljárásával is kísérletezik. Igen valószínű azonban, hogy az istállótrágya szellős kezelése nagy szervesanyag-veszteséget von maga után.

A trágyalé

Hazai viszonyaink között a trágyalé tökéletesebb megőrzése és gazdaságosabb felhasználása mindig komoly problémát jelentett, különösen alomszegény üzemekben és alomszegény években. A trágyalétartályok általában kisebbek a kelleténél, trágyalélajtokkal és trágyalészivattyúkkal nem vagyunk kellően ellátva. De még ha ezekkel el is volnánk látva, akkor is nehézséget jelentene a trágyalé kihordása a szántóra mind a nagyüzemekben, mind pedig a falvakban lakó egyénileg dolgozó paraszt-ságnál, mert mindkét üzemkategória szántói távol esnek a majoroktól, illetve az udvaroktól. A trágyalé ugyanis *az összes trágyanemek közül a legkevésbé szállítóképes termék*, s nemcsak amiatt, mert a súlyegységben legkevesebb a trágya-hatóanyag, hanem azért is, mert folyékony halmaz-állapota miatt kezelése nehezekebb, és szállítása is csak különleges tartályokban, lajtokban történhetik. Természetesen vannak üzemviszonyok, ahol az ésszerű trágyalégazdálkodásra és a trágyalé kihordására megvannak a technikai lehetőségek, de ezek majdnem kivételesek, és inkább csak a nyugati megyékben fordulnak elő.

Addig, amíg a technikai fejlődés lehetőséget nem nyújt, a kérdés gyors megoldása abban rejlik, hogy a trágyalét szállítóképesebb formába vigyük át, illetve értékesítsük. Ennek sokféle lehetősége van, és mindig a helyi adottságok döntenek el, hogy hol, melyiket alkalmazzuk. Ilyenek a már előbb említett módszerek, nevezetesen, hogy a trágyalét erjesztett szalmatrágyában, komposztban, földdel kezelt trágyában, akoltrágyában stb. használjuk fel. Figyelemre méltó LÁNG GÉZA elgondolása is, amely szerint a trágyalét mint kevésbé szállítóképes trágyát a majorok közelében telepített füvesherésekre vagy herefüvesekre alkalmazza.

A trágyalé az alom által fel nem vett híg ürülekéből keletkezik, amelyhez még némi szilárd ürülék és szalma-részecskék is kerülnek, továbbá némi öblítővíz ott, ahol az istálló burkolatánál fogva mosható.

Összetétele rendkívül tág határok között ingadozik, erjedési vesztesége és a keletkezett öblítővíz mennyiségétől, továbbá attól függően, hogy az állatok milyen fehérje-arányú takarmányozásban részesülnek és hogy milyen állatnemtől származik. Nitrogénben leggazdagabb a ló után nyert trágyalé (l. az istállótrágyáról szóló részben), és a legszegényebb a sertés után nyerté. SAUERLANDT tömeges vizsgálatai során megállapította, hogy a trágyalé nitrogéntartalma 0,16 és 6,4 ezrelék között ingadozott, nagy átlagban pedig 2 ezrelék volt. Miután a trágyalé összetétele rendkívül változó, nitrogén-tartalmának egyszerű, gyakorlati megállapítására jól bevált a VOGEL-féle trágyalé-fokmérő (22. ábra), amivel a gyakorló mezőgazda pillanatok alatt tájékozódhat a trágyalé beltartalma felől. Káli (K_2O)-tartalma 5—9 ezrelék között ingadozik, foszfát (P_2O_5)-tar-



22. ábra
A VOGEL-féle
trágyalé-fokmérő

talma azonban jelentéktelen, alig 0,2 ezrelék. A trágyalé tehát kifejezetten nitrogén és káli-trágya, mégpedig igen könnyen felvehető alakban tartalmazza ezeket a tápelemeket. Ezenkívül még a növények fejlődését elősegítő serkentő anyagok, főként állati hormonok is vannak benne. Tévedés volna tehát, ha a trágyalevet csupán a benne levő tápanyagok (N, K) alapján értékelnénk, ami megfelel számosállatonként és évenként mintegy 2 q műtrágyának (1 q pétisó, 1 q kálisó). Amennyiben egy és ugyanazon a talajon ismételve alkalmaznánk a trágyalevet, a tápanyagegyensúly szelvényében gondoskodnunk kell megfelelő foszfát-műtrágya adagolásáról is.

Miután a trágyalé alapanyagául szolgáló híg ürülék nitrogénje főképp karbamidból és hippursavból áll, annak lebontása a melegebb hőmérsékletű istállóban elég viharosan következik be, és az így keletkezett ammóniák egy része könnyen elillan. A nitrogénvesztesség tehát már az istállóban kezdetét veszi. Éppen ennek lehetőségszerű csökkentése érdekében arra kell törekednünk, hogy a trágyalé útját az istállótól a trágyalétartályig minél inkább lerövidítsük, amit azáltal érhetünk el, ha a trágyalécsatornának minél nagyobb esést adunk (20%), és azt jól tisztítható, sima felületű, nagyobb méretű nyílt csatornán át vezetjük le. Fontos, hogy a trágyalétartályba vezető cső mélyebben torkolljék a tartályba, mint a túlfolyó nyílása, hogy ezáltal a befolyó mindig zárva legyen, és az ammóniagázok ne hatolhassanak vissza az istállóba. Ezenkívül közbeiktatandó egy vagy több iszapfogó, hogy az iszap ne kerüljön a tartályba. A tartály a további intenzívebb lebontások megakadályozása céljából gyakorlatilag légmentes legyen. Egyébként a trágyalének a gyakorlatban jól bevált konzerválási módszere a fáradt olajjal való leöntés, amikor is a tetejét belepő vékony olajréteg szinte légmentesen lezárja az anyagot.

Egy-egy számosállattól származó trágyalé mennyisége elég tág határok között ingadozik, mennyiségét legjobban az almozás mérve befolyásolja. Évente 30—60 hl (3—6 m³) között mozog. Mégis közepes viszonyok között számosállatonként 2—3 m³ trágyalétartály-ürtartalommal kell számolnunk, ha legalább félévenként akarjuk kiüríteni a tartályt.

Hazai viszonyaink között a trágyalégazdálkodás sok kívánnivalót hagy maga után. Már az istállóban nagy az elillanási (nitrogén) veszteség, amit az istálló ammóniásos levegője is elárul. A trágyalé gyakran kifolyik a majorudvarra, mert a tartályokat nem ürítik ki rendszeresen, vagy olyan szűkre méretezik, hogy nem győzik a kihordást. A gazdaságok rendszeren sem kellő tartálykocsikkal, sem motoros szivattyúkkal nincsenek ellátva.

A trágyalé, mint igen gyorsan ható és könnyen kilúgozható trágya, csakis a tenyészidő alatt alkalmazható. Az őszi és téli kihordás után ki van téve annak a veszélynek, hogy kimosódik az altalajba. Elsősorban rétek, legelők, füvesherék, majd a nem évelő takarmányok közül az őszi keveréktakarmány, a silónövények és egyéb nitrogén-igényes növények hálálják meg legjobban. Igen jól beilleszthető a szakaszos legelők és a többször vágásra kerülő füvesherék trágyázására. Szeles, napos idő nem alkalmas kihordásra, mert egyrészt nagyobb a nitrogén-vesztesség, másrészt pedig a növényzet könnyen lepörkölődik. Legalkalmasabb erre a hajnali harmatos időszak, a borús és csepergős idő. Ha szántóföldi növényre hordjuk ki a trágyalét, nyomban le kell azt boronálni, vagy be kell kapálni.

A trágyalé gyors letakarása még fontosabb, mint az istállótrágyaé, mert nitrogénje könnyebben illan el. Téves az a nézet, hogy a trágyalének felhasználása előtt bizonyos erjedésen kell átesni, nehogy károsan hasson. A trágyalé mindenkor felhasználásakor ezen az erjedésen már mindig túljutott.

Az adagolás nagysága nitrogén-tartalmától függően k. h.-ként 50—80 hl lehet. Nagyobb adagok alkalmazása a kimosási veszélyek miatt nem megokolt.

A trágyalélajt és az arra rászertelt elosztó olyan legyen, hogy a trágyalét egyenletesen kilocsolhassuk, és a szórószerkezet közel legyen a talaj felületéhez, hogy a trágyalé minél kevesebbet érintkezzék a levegővel. Az ún. trágyalé-porlasztók ugyan egyszerűbb szerkezetűek, de kezelésükkel sok a nitrogén-vesztés. Fontos az is, hogy a trágyalélajtot úszószabályozóval is ellássuk, hogy ezzel a trágyalé nyomása tartalmának fogyásakor is állandó maradjon, különben az elosztás egyenlőtlen lesz.

6. MŰTRÁGYÁZÁS ÉS TALAJERŐ

A műtrágyázást és annak talajerőgazdálkodási vonatkozásait sem elemezhetjük elszigetelten önmagukban, hanem — mint minden, a biológiával és talajjal összefüggő kérdéskomplexumot — csakis a maguk kölcsönhatásában. Ne felejtjük el, hogy *minden trágya, s így a műtrágyák is a talaj biológiai és kémiai szűrőjén mennek át, és csak ezután jutnak el kisebb-nagyobb mértékben és gyakran átalakulások után a növényhez.* De meg kell azt is jegyeznem, hogy az egyes műtrágyáknak jelentős hatása van magára a talajra is, annak életére, és ezek a hatások azután közvetve érintik a növény további fejlődését. Itt *három egymásra ható tényező-csoportról van szó, mégpedig*

1. A talajról, annak dinamikájáról, amelynek irányító tényezője a humusz,

2. a benne élő szervezetekről és

3. a növényről.

Ezek a kölcsönhatásban álló tényezők állandóan változó tendenciát mutatnak az időjárás és a termesztési technika befolyásaira. Mindezek motorja a talaj élő szervezetei, amelyek működése mindig a fennálló életfeltételek függvénye, üzemanyaga a talaj humusza, élettere pedig a talaj maga fizikai és kémiai tulajdonságaival. Ezeknek a szorosan összefüggő, szinte oszthatatlan tényező-csoportoknak együttese jelenti lényegében a talajerőt, az életfeltételek ama komplexumát, amely a növény mikénti fejlődésére gyakorol hatást. De hatással vannak ezek a tényezők egymásra is. A műtrágyák, feltéve, hogy azokat az adottságoknak megfelelő harmóniában alkalmazzuk, *kedvezően befolyásolják a humuszképzést.* Ugyanis az ennek nyomán kialakuló terméstöbblet kihat a gyökérmaradványokra, és ezen át a szerves maradékok fokozottabb felhalmozására is. Igazolják ezt a már említett rothamstedi és hallei tartamkísérletek. A keletkezett szervesanyag-többlet viszont hatással van a műtrágyák érvényesülésére. Annak a kérdésnek megoldása azonban, hogy hol kell ezt a circulus vitiosus holt-

pontjáról megindítani, nagyrészt a talaj- és éghajlati adottságokban rejlik. Kétségtelen, hogy a talajerő fokozása érdekében e tényezők mindegyikét igénybe kell vennünk, nevezetesen a szerves- és a műtrágyákat, a talajhasználat mikénti megszervezését és a biológiai alapon álló talajművelést, de hangsúlyozni szeretném, hogy a természeti adottságoktól függően más és más megindulással, más és más sorrendiségben és súllyal. Éppen e biológiai tényezők legmegfelelőbb és legszerencsésebb arányaiban és megszervezésében rejlik a talajerőgazdálkodás tudománya, sőt sokszor művészete is.

Ebből a szemléletből tekintsük a műtrágyázás kérdéseit is, amiknek helyes megoldása talán azért oly nehéz, sőt problematikus, mert igen sok tényezőt, sőt azok állandó dinamikájával függ össze. E tényezők közül a legfontosabb a talaj, amely fizikai és kémiai összetételénél és mindenre reagáló életközösségénél fogva a legdinamikusabban hat ki a műtrágyák mikénti érvényesülésére.

Mielőtt a műtrágyázás gyakorlatának irányelveire rátérnék, röviden ki kell hogy térjek azokra az elméleti alapokra, amelyek a kérdés megvilágításához szükségesek.

A műtrágyázás növénytáplálkozási vonatkozásai

Mielőtt a talajba juttatott műtrágyák átalakulásairól, sorsáról beszélnék, tisztáznunk kell a műtrágyákban nyújtott legfontosabb növényi tápanyagok hatását a növény fejlődésére, illetve a termésre.

Kétségtelen, hogy a növényi tápanyagok mindegyike nélkülözhetetlen elemét jelenti a növény fejlődésének. Ritkán helyettesítheti egyik a másikat, sőt ha bármilyen kis mértékben vesz is részt egyik-másik mikroelem (nyomelem) a növény felépítésében, annak hiánya komoly zavarokat és akadályokat okozhat. Ugyancsak akadályozza a növények fejlődését az is, ha a felvehető növényi tápanyagok nem állanak olyan arányban rendelkezésre, mint ahogy azt a növény különleges igénye megkívánja (harmonikus táplálás hiánya).

Hiába áll egy bizonyos tápanyag túlzott mértékben rendelkezésre, ez a körülmény legtöbbször hátrányosan hat, mert az így keletkezett diszharmónia a növény fejlődésében rendellenességet idézhet elő, sőt sokszor terméscsökkenést is okozhat.

A növényi tápanyagok közül legfontosabb a *nitrogén*, mert minden szerves élet nélkülözhetetlen építőköve a sejtfehérje, s ennek a nitrogén a legjellegzetesebb alapanyaga. Ezzel szemben a talaj nitrogéntartalma nagyon is korlátozott, növényeink legtöbbször ebben szenvednek hiányt. Talán éppen ez a körülmény is hozzájárul ahhoz, hogy a növénytáplálkozásban a nitrogénnek van a legnagyobb hatása a termések kialakulására.

A nitrogénnek a növény fejlődésére bizonyos tekintetben hasonló a hatása, mint a víznek, mert elsősorban a növény vegetatív növekedését befolyásolja kedvezően. A nitrogén hiánya az egész növény fejlődését gátolja; levelei világosabb színt öltenek, mert hiányzik a sejtfehérje, illetve

a klorofill felépítéséhez szükséges anyag. Ennek elégtelensége maga után vonja a renyhe asszimilációt, a növény korai virágzását, a tenyészidő kényszeredett megrövidülését és a kisebb termést. Ezzel szemben a gazdagabb nitrogén-ellátás az egész növény fejlődését fokozza, késlelteti a virágzást és vele az érést is. Ez a másik szélsőség is járhat azonban gyakorlati hátrányokkal, pl. a gabonák a sejtek lazasága miatt megdőlnek, a szemek a késői érés miatt megszorulnak, nagyobb vízszükségletüknél fogva nem bírják eléggé a bekövetkező szárazságot, hajlamossá válnak a betegségekre stb. Egyes növények (pl. a burgonya) eltarthatóságát és ízét is kedvezőtlenül befolyásolja.

A nagyobb nitrogén-juttatást inkább a nem pillangós takarmánynövények és általában azok a növények hálálják meg, amelyek vegetatív szerveikkel hasznosítanak. De előnyös annak bőségesebb adagolása akkor is, ha súlyt helyezünk egyes növények (pl. a takarmánynövények) nagyobb fehérje-tartalmára. Ez persze egyes esetekben hátrányos is lehet, mint pl. a cukorrépánál, ahol a nitrogén-tartalmú vegyületek fokozása csökkenti a használati értéket.

Sajnos, hazai viszonyaink között az ilyen gondok csak kivételesek (szűzföldek, láptalajok), és az esetek legnagyobb részében a harmonikus táplálás megteremtéséhez inkább fokozottabb nitrogén-ellátásra van szükség.

Miután a nitrogén a műtrágyákban nagyon is korlátolt mértékben áll rendelkezésünkre, arra kell törekednünk, hogy az üzemi és biológiai lehetőség határáig a pillangós növények termesztését kiterjesszük, és így teremtsük meg a harmonikus tápláláshoz legtöbbször hiányzó nitrogén-szükségleteket. Becslésem szerint a pillangósok megfelelő kiterjesztésével mintegy 4—5-ször annyi nitrogént juttathatnánk ingyen a talajba, mint amennyit műtrágyaiparunk mai kapacitásában gyártani képes. Ez már egymagában is beláthatatlan távlatokat rejt. A probléma egyedül szervezési kérdést jelent, ami megítélésem szerint megfelelő árpolitikával és a vetőmagtermesztés kellő megszervezésével megoldható. Egyébként ezt annak idején az általam kezelt nagyüzemekben mindenütt megvalósítottam.

A *foszfor* a növényi sejteknek, illetve a sejtagnak egyik nélkülözhetetlen alkotó eleme. *Igen fontos a szerepe az anyagcsere-folyamatok lebonyolításában.* A növényi szöveteknek főképp azokban a részeiben van felhalmozva, ahol az anyagcsere-folyamatok élénke. Egyébként jelen van mind szerves formában (phytin, foszfátidák, nukleotidák), mind pedig szervetlen vegyületben mint *ortofoszforsav* (H_3PO_4). A növény a foszfort főképp ortofoszforsav formájában veszi fel, amit a mikroszervezetek alakítanak át azzá. A szerves kötésben levő foszfort a *phytin* kivételével, amely a legegyszerűbb szerves kötésű foszforvegyület, a növények nem bírják felvenni.

Miután az anyagcserét lebonyolító enzimek fontos alkotórésze a foszforsav, anyagcsere-folyamatok nélküle nem lehetségesek. Az asszimilációs termékként jelentkező legegyszerűbb szénhidrátok tartalék-tápanyaggá való felépítése (keményítő, nádcukor stb.) és elraktározása, majd szükség szerint ezeknek újból egyszerű cukrokká való lebontása az enzimek útján történik, mindez viszont nem lehetséges foszfátok nélkül. Ugyanilyen a foszfátok szerepe a növényi zsírok, mint tartalék-tápanyagok kialakításá-

ban; e zsírok alapanyagai ugyanis a szénhidrátok. Ugyancsak a foszfátoknak van befolyásuk a zsírok lebontásában, elszappanosításában, hogy azok permeabilisakká válhassanak.

A merisztém-szövetekben a *foszfátok a sejtosztódás elősegítői*. A levelekben, a klorofill felépítésében és az asszimilációban nélkülözhetetlenek. A virágzáskor, illetve a megtermékenyítéskor a levelekből a foszforsav a magba vándorol, hogy csirázáskor a fiatal növényke rendelkezésére állhasson.

A foszforsav *meggyorsítja a növények beérését*, szemben a nitrogén ellentétes specifikus hatásával.

A *növények vitamintartalmára fokozóan hat*, mert a foszforsav a vitaminok fontos építőköve. Amint már az előzőkben is említettem, *fajlagos hatással van a gyökerek fejlődésére* is, ami a gabonafélék bokrosodó képességére is kihat. Tapasztaltam ezt kombinált vetőgéppel elvetett búzán akkor, amikor a vetőgépből kifogyott a szuperfoszfát; a műtrágyázatlan sávon a búza bokrosodása észrevehetően gyengébb volt. A gyakorlatból ismeretes tapasztalat az is, hogy a foszforsav hatására a búza sikerminősége megjavul.

A foszforsav felsorolt előnyei természetesen csak abban az esetben érvényesülhetnek, ha harmonikus arányban állnak a többi tápelemmel. A tudományos vizsgálati eredmények és gyakorlati tapasztalatok azt igazolják, hogy a foszforsav nélkülözhetetlen tápanyag a növény anyagcseréjében, a termés kialakításában, de kihatással van még a minőségre is (vitaminok).

A *kálium* szerepe ma még kevésbé tisztázott. Régi tapasztalat, hogy a kálium *elsősorban a szénhidrátok felhalmozását segíti* elő, amit az is bizonyít, hogy a legtöbb káliumot a sok szénhidrátot termelő növények (burgonya, cukorrépa stb.) veszik fel szervezetükbe. A kálium hatása specifikus még az asszimilálás intenzitására, mégpedig a levélzet klorofilltartalmától függetlenül (NOACK, 1942). *Kedvező hatása van továbbá a növény vízgazdálkodására* (WERK, 1954), amennyiben elősegíti a vízfelvételt, és ugyanakkor fékezően hat a transpirációra. *Kedvezőleg hat még a fagyállóságra* is, továbbá a *növény ellenállására a gombabetegségekkel szemben*. Ez utóbbiak azonban csak akkor érvényesülnek, amikor a káliumban tényleg nagy a hiány. Tapasztaltam ezt a keszthelyi, káliumban igen szegény tőzegláptalajon, ahol megfelelő káli-adagolással a bíborhere semmi fagykárt sem szenvedett, viszont a nem kezelt parcellán 90%-ban kifagyott. Ugyancsak itt tapasztaltam azt is, hogy a káli hatására a burgonya fitoftórától mentes lett, a kezeletlen parcella erős fitoftóra-fertőzöttségével szemben.

A kálium határozott *ellenlába a kalcium*. Míg a kálium a vízfelvételt elősegíti és a transpirációt fékezi, addig ez a kalciumnál éppen ellentétes, ami a növény kedvezőtlen vízgazdálkodását vonja maga után. Éppen ezért szélsőséges esetekben fontos lehet, hogy a kalciumnak ezt a hatását megfelelő kálium adagolásával ellensúlyozzuk. Egyébként a kálium és a kalcium ellentétes vízgazdálkodási hatásai kolloidkémiailag tulajdonságaikkal függenek össze, nevezetesen a sejtfalak áteresztő képességével és a plazma duzzadási állapotával.

Műtrágyázás és talajdinamika

Amint már említettem, a talajba juttatott műtrágyák, illetve növényi tápanyagok egy rendkívül bonyolult biológiai és kémiai szűrőrendszeren, a talajon át érvényesülhetnek csak a növény javára. A tápanyagok tekintélyes része először magára a talajra fejti ki hatását, kisebb-nagyobb részük pedig a talajban kötődik le biológiai, fizikai és kémiai úton. Mennél gazdagabb kolloidokban a talaj (agyag- és humusz-kolloidok), annál nagyobb annak szorbcio-képessége, vagyis a tápanyagok annál tekintélyesebb részét vonja el a növények elől. Szélsőséges esetekben ez természetesen hátrányos, de közepes szorbcio-képesség esetén annyiban előnyös, hogy megmenti a tápanyagokat a kimosástól, és a növények részére folyamatos tápanyaggazdálkodást tesz lehetővé. Víz- és homokkultúrában a belőlük juttatott növényi tápanyagok teljes mértékben és közvetlenül állanak a növényi gyökerek rendelkezésére. Ebben az esetben a talaj szorbcios szűrője teljesen kiküszöbölődik.

Hogy a talaj szorbcio-képessége mennyiben befolyásolja a tápanyagok felvehetőségét, azt NEUBAUER ismert fiziológiai módszerével szemléltette. Kétféle talajt hasonlított egymáshoz, egy kezeletlen lösztalajt és ugyanezt a lösztalajt olyképpen, hogy humusz-kolloidját izzítással megsemmisítette.

100 g talajból felvett a növény

a kezeletlen talajból	23,2 mg tápanyagot
az izzított talajból	50,3 „ „

Ezzel szemben, ha az erős szorbcios hatásáról ismert montmorillonittal kezelte a talajt, a növény tápanyagfelvétele erősen csökkent. Igen találóan jellemzi SCHEFFER (1955) a gyökerek tápanyagfelvételében jelentkező változó körülményeket, amikor azt mondja, hogy *a talaj és a gyökér, illetve annak sejtplazmái egymással szemben álló kolloidrendszert alkotnak, amelyek felületi reakciójukkal határozzák meg a tápanyagforgalmat és annak dinamikáját. E két kolloidrendszer a növényi tápanyagokért állandó küzdelemben áll egymással.* A talajerőgazdálkodási tevékenységnek itt arra kell törekednie, hogy megfelelő beavatkozással e küzdelmet a növény javára döntse el. Mennél elágazóbb és terjedelmesebb a gyökérzet, mennél nagyobb a felülete és szorbcios képessége, annál eredményesebben vívhatja meg a harcot a talaj szorbcios erőivel. Ez természetesen összefügg még az egyes növények fajlagos tápanyagfeltárási képességével is (csilagfürt, mustár, pohánka stb.). Hogy az egyes növények gyökérzetének gyökérszőrei milyen óriási felületet képviselnek, erre nézve VOGELER és RATH (1955) beható tanulmányokat folytattak és megállapították, hogy pl. a fűfélék összes gyökérszőre ha-ként mintegy 100 ha kiterjedésű aktív gyökérfelületet jelent. A gyökérzet felületét megfelelő talajműveléssel, korai vetéssel, trágyázással és főként mindazokkal a beavatkozásokkal alakíthatjuk ki, amelyek egyben a talajszerkezet kialakítását is szolgálják.

Érdekes, hogy *a gyökerek tápanyagfelvevő képessége a fejlődés legelőjén a legnagyobb.* Pl. a 17 napos rozsvetésben a növényzet ha-ként 900—1800 kg K₂O tápanyagot vesz fel. Mennél inkább idősödik a növény, annál rohamosabban csökken tápanyagfelvevő képessége, sőt a gabonák érése előtt olyan állapot is bekövetkezhetik, amikor a növény a felvett táp-

anyagok egy részét újból visszaadja a talajnak. A tápanyagfelvétel e dinamikája az eddigi felfogás szerint főképp a káliumra és nitrogénre vonatkozik (VON ITTALIE, 1937).

A radioizotópokkal végzett legújabb vizsgálatok azonban kiderítették, hogy ugyanez vonatkozik a foszforra is (SCHARRER, 1954), s így végeredményben megállapítható, hogy *a fiatal növények, azok levelei, gyökerei sokkal gazdagabbak tápelemekben, mint az idősebbek, más szóval az ásványi sófelvétel (N, P, K) viszonylag erősen megelőzi a növény szervesanyag-felépítését.*

A két szemben álló kolloidrendszer közül a talaj az állandóbb jellegű, illetve a talajban jelentkező energiaváltozások csak lassabban, fokozatosan következnek be (humuszfelhalmozás, szerkezetváltozás, csapadék stb.). Ezzel szemben a gyökérzetben levő kolloidrendszer dinamikája éppen élő voltánál fogva lüktetőbb, mert a lélegzés és a hidrogén-ionok állandó kibocsátása útján az aktív kolloidfelület állandóan változik. E változás teszi lehetővé a tápanyagfelvétel állandó biztosítását. Elősegíti ezt még a rövid életű gyökérszőrők folytonos vándorlása, mégpedig azokra a területekre, ahol a tápanyagfelvétel a legkisebb energiával történhetik. *A talajoldatban tehát egy passzív szorbciós rendszer (talajkolloidok) találkozik egy aktív szorbciós rendszerrel (gyökérzet), amelyek közül a növénynek, illetve a gyökérzetnek kell többé-kevésbé fölénybe jutnia, hogy a tápanyagokat felvehesse (SCHEFFER, 1955).*

Ez azonban nem jelenti azt, hogy ebben az antagonista rendszerben a talaj dinamikáját a mezőgazda megfelelő technikával ne terelhetné kedvezőbb irányba.

Ezen a téren elsősorban a foszforsav-kérdéssel kell foglalkoznunk, mert itt a növény táplálkozás, illetve az eredményes műtrágyázás tekintetében sokszor igen nehéz problémával állunk szemben. E bonyolult kérdés-komplexumot, amely a talaj kémiai, fizikai, de különösen biológiai alkataival függ össze, legkorszerűbben és tudományosan legelfogadhatóbban LAATSCH (1955) foglalta rendszerbe. A tudományos magyarázatok világosságot derítenek az eddigi gyakorlati tapasztalatokra.

Eszerint — amit már eddig is tudtunk — a foszfát-műtrágyák hatása és általában a *foszfát-gazdálkodás emeltyű kérdése a talaj kémhatásában és humuszának dinamikájában rejlik.*

A különféle talajokban a foszfátok különböző apatitok formájában vannak jelen. A legnehezebben mozgósítható apatit a *fluor-apatit*, a legkönnyebben mozgósítható és a legértékesebb a *hidroxil-apatit*. A kettő között foglal helyet a *karbonát-apatit*. Ezek keverési arányától függ a nyers-foszfátok értéke. A finomszemcsés apatitok hosszú időn át, lassú feltárással, savak hatására oldásba kerülnek, mégpedig a növények által felvehető ortofoszforsavként, savanyú kémhatású talajban H_2PO_4^- , semleges kémhatásban pedig HPO_4^- -ion formájában. Érdekes, hogy a foszfátokban gazdag talajokban legfeljebb 1–2 mg P_2O_5 van literenként vízben feloldva, ami ha-ként legfeljebb 1–2 kg oldatnak, vagyis az összes foszforsav mintegy 0,1 ezrelékének felel meg. *A vízben oldható és lekötött összes foszfát egyensúlyban áll, úgyhogy a talajoldat erősebb gazdagítása lehetetlen.* Ez az egyensúly a legkritább és legkedvezőbb esetben mutat l-ként 2 mg vízben oldott foszfátot a talajban, leginkább csak ott, ahol a talaj kémhatása

6—6,5 pH, a talaj ereje és trágyázottsága pedig a legkedvezőbb (humuszban gazdag, jó trágyaerőben levő mezősegi talajok).

A foszfátok talajoldata a következő folyamatok útján kerül felhasználásra, illetve elvonásra:

1. *Biológiai lekötéssel a növények és mikrobák útján.* Mégis ennek a folyamatnak szerepe kimagasló a növények foszfát-ellátásában, mert a szerves kötésbe került foszfor biológiai feltáródás után csaknem teljes egészében mentesül a szorbciós és kémiai lekötődéstől, és megfelelő folyamatossággal újból a növényzet rendelkezésére áll. Bár a talaj foszfát-tökéje átmenetileg fogy ezáltal, mégis a szerves kötésbe került foszfor a biológiai körfolyamatba jutva, mozgósított állapotba kerül. A talaj összes foszfortartalmának tekintélyes része (30—70%) szerves kötésben van, részben táphumusz alakjában (zöldtrágya, gyökérmaradványok, szerves trágyák), részben pedig lassabban lebomló tartósabb talajhumuszként. Meg kell azt is jegyezni, hogy a lebomló szerves maradékok P-tartalma főként abban az esetben jelent kifejezett javulást a P-háztartásban, ha foszforban különösen gazdag szerves anyagok lebontásáról van szó. Ilyenek pl. a pillangósok, a mustár, a pohánka stb. gyökerei, amelyek foszfát-feltárási képessége különösen kiemelkedő (PRJANYISNYIKOV, 1936).

Az eddigi tömeges vizsgálatok szerint azok a talajok, amelyek húzamosabb ideje jó minőségű és bőséges mennyiségű istállótrágyázásban, illetve szerves trágyázásban (zöldtrágyázás, herefélék) részesültek, még akkor is több felvehető foszfáttal rendelkeznek, ha P-műtrágyát nem kaptak. Viszont ahol a humuszgazdálkodás nem volt színvonalon, ott a húzamosabb ideig adagolt P-műtrágya is hatástalan maradt. Az ilyen talajok foszfát tekintetében inaktívak. A talaj inaktív voltának egyik fő oka a szerves anyag hiányosságából származó szerkezetnélküliség, aminek következménye a gyenge gyökérfejlődés, a renyhe biológiai aktivitás, tehát mindmennyi tényező, amely a nehezen felvehető foszfátok mozgósítását akadályozza. De továbbmenve, abban a talajban, amely jó minőségű szerves anyaggal kellően ellátott, ennek lebontása során szerves savak, humuszsavak, CO_2 - és SO_4 -ionok is keletkeznek, amelyek a bázisfelesleget csökkentik. A mikrobák ugyanekkor felveszik a felszabadult foszforsavat, és így kerül be a P a biológiai körfolyamatba. A mikrobák tehát a nehéz kémiai kötésből nagyrészt átmentik a foszforsavat. Bár a mikrobák ilyenkor a foszforsavat elvonják a növényzettől, de ez csak átmeneti jellegű. *Mennél erélyesebb a talajban a biológiai körfolyamat (bőséges táphumusz) és ezzel a P felvétele szerves kötésbe, a nyers P-tápelemből annál több P mentődik át a növények számára.* Ezek a szerves kötésben levő foszfátok a legbiztosabban rendelkezésre álló tartalékkészletek, mert a talajoldatot a szükséghez képest folyamatosan feltöltik. A feltöltés mindig akkor következik be, amikor a talajoldat koncentrációja a gyökérfelvétel során lecsökken.

Ezzel kapcsolatban nekem is régi tapasztalatom, hogy azokban az ún. jól kezelt gazdaságokban, ahol a talaj szerves trágyázottsága kifogástalan, és a talajt biológiailag jól művelik, a P-műtrágyáknak mindig nagyobb a hatásuk, mint a rosszul kezelt gazdaságokban.

Hogy a talaj humuszellátottsága és felvehető foszfát-tartalma között milyen pozitív összefüggés van, azt KERTSCHER vizsgálatai is igazolják. Egy

legelő talaján végzett felülről lefelé vizsgálatokat, és megállapította, hogy amilyen mértékben csökkent felülről lefelé a talaj humusztartalma, olyan mértékben fogyott annak felvehető foszfát-tartalma is a következőképpen:

0— 5 cm	15 mg
5—10 „	5,5 „
10—15 „	0,3 „

Mindezekből azt a gyakorlati tanulságot vonhatjuk le, hogy az *intenzív humuszgazdálkodás az ésszerű foszfátgazdálkodás egyik igen fontos előfeltétele.*

2. Az oldatban levő foszfátok lekötésének további formája az, amikor a *könnyen oldható foszfátok kémiai reakció útján nehezebben oldható vegyületbe mennek át.*

Semleges és alkális talajban a kémiai lekötés Ca útján történik. Mennél gazdagabb a talaj Ca-ionban, annál intenzívebb a kémiai lekötés. *Mindazok a befolyások tehát, amelyek a Ca-ionok gyérítését előmozdítják, mozgósítóan hatnak a foszfátokra.* A gyökerek a gyökérsav és a CO_2 útján oldatba hozzák a Ca-ot, de még akkor is gyérítik a Ca-ionokat, ha abból előnyösen többet vesznek fel (pillangósok). Ezek a Ca-elvonó folyamatok hathatósan elősegítik a foszfátok felvehetőségét, mert ilyenkor a Ca-ionok aktivitása csökken. A semleges kémhatású talajban ($6\frac{1}{2}$ —7 pH amely humuszban is gazdag, az apatitok egy része nincs erősen lekötve, hanem tartalékban van. A talajoldat ilyenkor felvehető foszfát tekintetében egyensúlyban van, a tartalékok pedig az agyagásványok felületén csapódnak ki. Oldási ütemük a felvehető foszforsav csökkenésével fokozódik. Ezzel szemben, ha a talaj kémhatása eléri a 8—8,5 pH-t, a Ca-ionok erősebb aktivitása miatt a könnyen oldható kalciumfoszfátok aránylag gyorsan kötődnek le apatitban. Ekkor a felvehető foszforsav-forrás szinte elapad. Az ilyen túlságosan alkális talaj erős kémiai lekötő képességét előnyösen befolyásolhatjuk savanyú kémhatású műtrágyákkal, mint pl. kénsavas ammoniákkal, továbbá intenzív humuszgazdálkodással.

Savanyú kémhatású talajban a foszfátok kémiai lekötése Al- és Fe-ionok útján történik, mert savanyú környezetben a Ca-ionok bekövetkező passzivításának hatására az Al- és Fe-ionok aktivitása lép előtérbe. Az így keletkezett igen nehezen oldható foszfátok kristályos formába mennek át. A savanyú kémhatású agyagos talajok sok foszfátot kötnek le, főképp Al-vegyületben, de csak akkor, ha a talaj kémhatása 6 pH alatt van. A Fe-ionoknak pedig elsősorban azokon a savanyú kémhatású homoktalajokon van szerepük, ahol kevés az agyagásvány. Megjegyzendő, hogy ilyen talajokon 5 pH felett az Fe-lekötés már nem tekinthető olyan veszélyesnek.

3. *A talajoldatban levő foszfátok talajkolloidok útján szorbcíóval is megkötődhetnek.* Ez még semleges kémhatású talajokon is előfordulhat. Vonatkozik ez különösen a kolloidokban gazdag kötött agyagtalajokra. A foszfát-ionok illetően lekötése azonban legtöbbször nem olyan erős, mint kémiai lekötésük. A foszfát-ionok tápanyaggazdálkodási mechanizmusát e rész elején már ismertettem, s ott kifejtettem a két szemben álló szorbcíós rendszernek a gyökereknek és a talajkolloidoknak antagonizmusát.

A foszfátoknak — mint ismeretes — kilúgozási veszteségük gyakorlatilag nincs, mert kémiai, kolloidikai és biológiai lekötéssel helyben marad-

nak. Még 29 évvel ezelőtt tettem ezt vizsgálat tárgyává egy vályogtalajú alagsövezet réten (a volt iredi uradalomban), amikor is a rétet igen erős műtrágyázásban, többek között foszfátózásban részesítettem. Hosszabb esőzések után az alagső vizét kémiaileg elemeztettem és megállapítottam, hogy abban a foszfátok csak nyomokban voltak fellelhetők.

Nagyban befolyásolja a foszforsav felvehetőségét még az oldat hígíttósága. MALTON (1938) egy savanyú kémhatású talajmintán, amelyben a foszforsav Al-ban és Fe-ben volt lekötve, megfigyelte, hogy fokozódó hígítással nemcsak több foszforsav került oldásba, hanem egy bizonyos határig még a foszforsav koncentrációja is fokozódott. 32-szeres hígítással a P_2O_5 tartalom 64-szeresére növekedett. Amikor a talajvíz felhígul, akkor a talajkolloidok a talajoldatba anionokat (tehát foszfátokat is) bocsátanak ki magukból. Ellenkezően pedig, ha elpárolgással vagy a gyökerek oldat-elvonásával a talajoldat koncentráltabbá válik, akkor az oldatból az anionok adszorpció útján elvonódnak. Mennél jobban feltöltjük a talajt foszforsavval, feltéve, hogy annak pH -ja a legkedvezőbb (vizes oldatban 6,5—7), annál több foszforsav megy oldásba felhígítással, pl. esős időjárás-kor. Esős évjáratban tehát több foszforsavat vesznek fel a növények, illetve jobban reagálnak arra, mint szárazság esetén. Többek között ez a tény is igazolja azt, hogy a csapadékosabb nyugat-európai államokban a műtrágyák miért hódítottak erősebben teret, mint a kontinentális klímájú államokban. De azt a következtetést is levonhatjuk ebből magunknak, hogy ha a talaj szerkezetének kialakításával annak vízgazdálkodási viszonyait megjavítjuk, akkor a foszfátok hatása is termelékenyebb lesz.

A foszfát-ionoknak ez az adszorpciós viselkedése, illetve tartalékolási lehetősége, s az, hogy időnként oldatba kerülnek, arra utal, hogy a foszfát-műtrágyázás hatása — különösen, ha az hosszú időn át rendszeresen folyik — tartósabb jellegű. Ez annyit jelent, hogy foszfát-műtrágyázással ún. tartaléktrágyázást is végezhetünk. Fontos ennek hangsúlyozása azért is, mert ha foszfát-műtrágyázást végzünk, annak rentabilitási számítása nem fejeződhetik be első évi hatásával, hanem utóhatását is figyelembe kell vennünk, ami kifejezésre jut a talajok tartósabb foszforsav-utánpótló képességében és szerkezetük javításában. Természetesen mindez csak olyan viszonyokra vonatkozik, ahol a talaj alkalmas volt, vagy alkalmassá tettük (megfelelő humuszgazdálkodással) a foszfát-aktivításra, vagyis ott, ahol a talajba juttatott foszfátok nincsenek kitéve az erősebb kémiai lekötődéseknek (Ca, Al, Fe).

WAGNER tartamkísérleteiből levont eredmények érdekesen igazolják ezt két olyan parcella szembeállításával, melyből az egyik 14 éven át részesült foszfát-trágyázásban, a másik pedig nem. Az ezt követő 16 évig egyik parcellát sem részesítették foszfát-trágyázásban, de az a parcella, amely előzően 14 évig foszfát-feltöltésben részesült, utóhatásában még a további 16 év alatt is erős termésteöbbltet mutatott fel. Az utóhatás 16 év átlagában a következőképpen alakult a gabonák termésében (q/ha):

foszfáttal nem kezelt parcellák	18,9
foszfátózott parcellák (utóhatásban)	23,2

Mindezekből megállapíthatjuk, hogy a foszfát-kérdés szorosan összefügg a talaj dinamikájával, amely dinamikát a mezőgazda kellő biotechni-

kai eljárásokkal, úm. megfelelő talajhasználattal (humuszigyarapító növények), szerves trágyázással, a talajszerkezet kialakításával, a talaj nedvességét felhalmozó és megőrző talajművelési rendszerrel kedvezően befolyásolhatja.

De megállapíthatjuk azt is, hogy éppen *e* dinamika váratlan alakulása miatt nincs túlzott gyakorlati jelentősége — különösen kolloidális talajviszonyok között — a talaj kémiai vizsgálatának. A talajminta-vétel pillanatában ugyanis nem tudjuk, hogy az a talajdinamika melyik hullámozó állapotában történt. De azt sem tudhatjuk előre, hogy a következő évben mennyi foszforsav áll majd növényeink rendelkezésére, annál az egyszerű oknál fogva, mert nem tudjuk előre az időjárás alakulását, amely egyrészt a foszforsav biológiai feltáródásának mérvét, másrészt annak oldékonyságát befolyásolja.

Ha a foszfor problémájának szerteágazó és mélyen gyökerező kérdés-komplexumát tanulmányozzuk, érthetőbbé válik, hogy mint minden egyebet a mezőgazdaságban, ezt sem lehet receptszerűen elbírálni, hanem ezt is mindig a fennálló adottságok alapos és beható vizsgálatával kell mérlegelni.

Röviden a következőkben foglalhatnám össze a foszfát-műtrágyák hatástalanságának okait:

1. a talaj túlságos savanyú kémhatása (Al- és Fe-lekötés),
2. a talaj túlzott mésztartalma, illetve a túlságosan lúgos kémhatás (8 pH), ami maga után vonja a Ca-ionok nagy aktivitását (a foszfátok apatitba mennek át),
3. az ágyag-kolloidok túlzott jelenléte,
4. a rossz talajszerkezet (biológiai aktivitás hiánya, gyenge gyökérfejlődés, rossz vízgazdálkodás),
5. hiányos humuszgazdálkodás és az N elégtelensége,
6. aszályos évjáratok.

Végül még meg kell jegyeznem azt is, hogy míg a nitrogén-műtrágyákban a nitrogén közepes viszonyok között körülbelül 60%-ban értékesül, addig a foszfát-műtrágyákban a foszfát értékesülése még kedvező viszonyok között is — az utóhatásokat is beleértve — legfeljebb a 25–30%-ot éri el.

A növényi tápanyagok közül a talaj nitrogén-gazdálkodásában van a legnagyobb dinamika, mert ez áll legszorosabb összefüggésben az állandóan lüktető talajélettel. A növény nitrogén-szükségletét az igen lassan lebomló tartós humuszból, a gyorsabban lebomló táphumuszból (szerves trágyák, gyökérmaradványok, de különösen pillangósok gyökérmaradványai) és végül a talajba juttatott nitrogén-műtrágyákból meríti.

Természetesen a legolcsóbb és a leggazdaságosabb nitrogén-források a szerves kötésben levők, nevezetesen a tartós talajhumusz és a talajerő-gazdálkodási tevékenység során kialakuló szerves anyag, illetve annak lehető felhalmozása, feltéve, ha minőségét (N-tartalmát) sem hagyjuk figyelmen kívül. Ide kell még sorolni természetesen az *Azotobacterek* élettevékenységéből származó nitrogén-képzést is, amelynek mértéke a megfelelő technikai befolyások hatására (szervesanyag-fokozás, P-műtrágyázás, szellőztető talajművelés stb.) alakul ki.

Közepes viszonyok között a talaj-nitrogén 98—99%-a szerves kötésben van (LAATSCH, 1955), nevezetesen táp- és tartós humuszban, baktériumtestben, elhalt talajlakó állatok testében stb., és csak 1—2%-a van felvehető ásványi formában, amely fokozatos biológiai feltárással keletkezik. Az így keletkező ammoniák-ionok kolloidokhoz kötődnek, mégpedig növénytáplálkozási szempontból előnyös lazasággal, amit a hozzá-növő gyökerek könnyűszerrel felvehetnek. Nagy előnye ennek az adszorbciónak az, hogy nincs kitéve a kimosás veszélyének. Ezzel szemben a biológiai feltárádás során keletkező nitrát-ionok minden további nélkül kimosódhatnak, ha csak nincs a talajon növényzet, melynek gyökerei azonnal felveszik azokat. Különösen fontos szerep vár itt a mélyen lehatoló gyökerekre, amelyek lazább talajokon a gyorsabban kimosódó nitrátokat megmentik. Többek között ezért is fontos, hogy a talajt lehetőleg folytonosan növényzet borítsa.

Amint már a »Talaj élete« c. fejezetben mondtam, a savanyú kémhatású talajokban a szerves kötésben levő nitrogén lebontása túlsúlyban csak az ammoniáig megy, a közömbös és lúgos talajokon azonban egészen a végtermékig, a nitrátig.

A talajba juttatott műtrágyák ásványi nitrogénjét elsősorban a növény gyökerei és a mikrobák veszik fel. A mikrobák elsőbbséget élveznek, ha a talajban tág C/N arányú szerves maradékok vannak. Ebben az esetben a talajmikrobák élelmesebbek a nitrogén felvételében, és a növényekre már csak akkor kerül sor, amikor a lebontásra kerülő tág C/N arányú szerves anyag a megfelelő C/N arány bekövetkeztéig nitrogénnel telítődött, illetve abba már szervesen beépült. Az így feljavult szerves anyag további lebomlása során jut csak mineralizált nitrogén a növények számára. A még további lebontásból, illetve felépítésből keletkezőnek a jó minőségű tartós humusz-frakciók (szürke humin anyagok), feltéve természetesen, ha azok kialakulása kedvező élettérben következik be (nem savanyú kémhatású talajban), és ha a kiindulási szerves anyag nitrogénben nem szegény. Végeredményben a szűk C/N arányú szerves anyagok (érett istállótrágya, pillangósok gyökérmaradványai), majd a megfelelően alkalmazott nitrogén-műtrágyák az előmozdítói a jó minőségű tartós humusznak különösen akkor, ha e hatások huzamosabb ideig érvényesülnek.

A jó minőségű tartós humusz a növényzetnek igen lassú lebomlás során nyújt folyamatos nitrogént. Mennél több ilyen kedvező C/N arányú tartós humusz van a talajban, annál fokozottabb annak ereje nemcsak a folyamatos nitrogén-szolgáltatás miatt, hanem amiatt is, hogy az ilyen kedvező összetételű humusz szerkezetkialakító hatása és szorbció-képessége is nagyobb. Pl. egy 3—4% jó minőségű humuszt tartalmazó mezősségi talaj k. h.-ként mintegy 10.000 kg (1 súlyvagon) tiszta nitrogént tartalmaz, ami gazdag tárházát jelenti a lassú feltárásból származó nitrogén-szolgáltatásnak.

Ugyancsak folyamatos, de intenzívebb ütemű nitrogént szolgáltatnak a pillangósok gyökerei, a jó minőségű istállótrágya és a mikroba-holttestek mindaddig, amíg maradékaikban a humifikálás folyamata be nem következik.

A talajban képződő, vagy abba műtrágyákkal juttatott nitrátok egy része a talajból ki is mosódhat, különösen akkor, ha a talajt nem borítja

növényzet, illetve ha a növényi élet szünetel, továbbá akkor is, ha a talajban nincs kellő bőségben könnyen lebontható szerves anyag (gyökérmaradványok, éretlen trágya, szalma), amelybe a nitrogén be tudna épülni. Végül még akkor is, ha mindezek megvannak ugyan, de a talajélet a hideg miatt pang, pl. késő őszi esős időjárás vagy fagymentes, csapadékos tél esetén. Mennél lazább a talaj, ez annál könnyebben következik be. A *denitrifikálás* során keletkező veszteségek, amelyek főképp a talaj levegőtlenisége folytán jönnek létre, gyakorlatilag nem számottevők.

Ha tisztán a műtrágya nitrogénjének körfolyamatát vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy annak útja, illetve kedvező érvényesülése a talajadottságoktól, a szervesanyag-gazdálkodástól, annak minőségétől, az időjárás-tól, a talajműveléstől és a termesztett növénytől függően igen változó lehet. Mindezek az adottságok komplex befolyása szabja meg azt, hogy a műtrágyákban nyújtott nitrogénből mennyit vesz fel a növény, mennyi épül be a talajban lebomló szerves anyagokba, mennyi a keletkező tartós humuszba, mennyit abszorbeálnak a gyorsan szaporodó mikrobák, és mennyi megy veszendőbe a kimosással és denitrifikálással. De mindezek kedvező arányát és érvényesülését hathatósan befolyásolhatja maga a mezőgazda is, különösen akkor, ha ezekkel a folyamatokkal tisztában van. Mindebből világos, hogy a *nitrogén körfolyamatának dinamikája egy sokkal áttekinthetőbb és tisztázottabb kérdéskomplexumot jelent, mint a foszfáté.*

Ha a káli-műtrágyákra a talaj, illetve a növény nem reagál, a gyakorlati mezőgazda azt mondja, ez azért van, mert a talajban bőven áll rendelkezésre a felvehető kálium. Ezzel szemben G. H. HAUSER (1941) bebizonyította, hogy ennek oka a nem reagáló talajok inaktivitásában, közelebbről meghatározva a nagymérvű kálium-lekötésben, az ún. *kálium-fixációban* rejlik. Nem szélsőséges vályogtalajon pl. 14 éven át évente és hektáronként 4 q kálisót adagolt minden eredmény nélkül. A kísérletek azt is igazolták, hogy a foszfátokhoz hasonlóan a talaj kálium-aktivitását kedvezően befolyásolja annak nagyobb humusztartalma, és a benne keletkezett vagy belejuttatott nagyobb mennyiségű szerves anyag. Egyébként a növények által felvehető kálium legbiztosabb tartaléka itt is az, ami szerves kötésben van. Ugyancsak kedvezően befolyásolja a kálium érvényesülését a talaj nedveségtartalma is. Ezért a jobb vízgazdálkodású, jobb szerkezetű talajban kisebb mérvű a kálium fixációja is. Igen hasonló tehát a kálium viselkedése a talajban a foszfátéhoz. A különbség csak az, hogy lekötése még a foszfáténál is sokkal erősebb mérvű.

Természetesen mennél gazdagabbak a talajok montmorillonitos agyagkolloidokban, annál nagyobb a kálium fixációja. Egyébként a legtöbb káliumot az agyagsillámok tartalmazzák.

A műtrágyák érvényesülésének problémái

Hogy a növény lendületes fejlődése biztosítva legyen, ahhoz az szükséges, hogy az összes életfeltételek lehetősen elég bőven és harmonikusan álljanak rendelkezésre. Mindezeket a mezőgazda többé-kevésbé kedvezően befolyásolhatja a talajon át, amikor abban kedvezőbb víz-, lég- és

tápanyaggazdálkodást, s e révén fokozottabb biológiai aktivitást igyekszik megteremteni. Mindezek harmonikus kialakításához nélkülözhetetlenek a műtrágyák. Téves ugyanis az a felfogás, hogy a növény harmonikus táplálását egyedül szerves trágyázással is kielégíthetnénk olyan értelemben, hogy ezzel a termésfokozás növénytaplálkozási lehetőségei kimerülnének. Mennél erősebben szerves trágyázunk műtrágyázás nélkül egy gazdaságban, a termések annál inkább fokozódnak, de közel sem olyan mértékben, mint akkor, ha ezt az erősebb szerves trágyázást megfelelő műtrágyázással hozzuk tökéletesebb harmóniába. De természetesen ugyanolyan téves az a felfogás is, hogy pusztán műtrágyázással is elérhetnénk ezt a célt. Ez a szélsőséges trágyakezelési rendszer csak jó minőségű humuszban gazdag és jó trágyaerőben levő talajok esetében alkalmazható hosszabb-rövidebb ideig a termések csökkenése nélkül.

Beszédesen igazolják ezt a monokultúras tartamkísérletek (Rothamsted, Halle stb.), ahol a sok évtizeden át istállótrágyázatlan parcellák talajának szerkezete és humusza annyira leromlott, hogy a műtrágyák hatása úgyszólván semmivé sorvadt. Ez a szélsőséges példa is arra utal, hogy *miilyen fontos az ésszerű humuszgazdálkodás és műtrágyázás együttese a növények fokozottabb táplálása érdekében.*

Ha tehát műtrágyázásról beszélünk, lehetetlen ezt a kérdést önmagában elemezni, mert hiszen az — mint ahogyan már említettem — igen bizonytalan függ össze a talaj alkatával, annak humuszállapotával, a növénytermesztés megszervezésével és az állatsűrűséggel. Meg kell azonban jegyezmem azt is, hogy kivételes esetekben egyedül a műtrágyákkal is folytathatunk humuszgyarapító rendszert abban az esetben, ha vetésforgóink nem szűkölködnek humuszgyarapító növényekben, és a műtrágyákat túlsúlyban ezek alá a növények alá adjuk azzal a céllal, hogy azok humuszgyarapító hatása minél jobban érvényesüljön.

A műtrágyáknak kettős céljuk van. Amikor a talaj szerkezetének megteremtése, fenntartása, a talaj kedvezőbb kémhatásának előmozdítása, a jó minőségű humusz kialakítása, és mindezzel a talaj biológiájának élénkítése a cél, akkor talajtrágyázásról beszélünk. Végeredményben ezzel is a növény fejlődését, a tökéletesebb tápanyag- és vízgazdálkodást szolgáljuk, de nem olyan közvetlenül, mint azzal a célkitűzéssel, amely magának a növénynek a táplálását van hivatva biztosítani. A kétféle trágyázási célkitűzés legtöbbször nem választható el egymástól, mert a műtrágyák hatása kétirányú.

A növényeknek műtrágyák útján való táplálása is legtöbbször a talaj biológiai, kolloidikai és kémiai szűrőin jut csak el a gyökerekhez, megjegyezve azonban, hogy mennél megelőlegebben, tökéletesebben végezzük a talaj trágyázását, annál nagyobb hatásokkal érvényesülnek a műtrágyák nyújtotta növényi tápanyagok a növények javára. Pl. egy savanyú kémhatású talaj meszezéssel történő javítása, a herefélék erősebb foszfát-trágyázása során előálló fokozottabb humuszgyarapítás és általában a talaj feltöltése foszfátokkal a szerkezet kialakítására fog vezetni. Mindezek a talajjavító tényezők fokozóan hatnak a műtrágyák jobb érvényesülésére is. A műtrágyázás tehát — feltéve, hogy az a harmónia jegyében történik — nemcsak a hiányzó növényi tápanyagok kiegészítésére korlátozódik, hanem a talaj igényeit is figyelembe veszi. Amíg azonban ez utóbbi inkább a

talajerő távlati céljait szolgálja, addig a növénytáplálást célzó műtrágyázás inkább az érdekelt növény termését fokozza.

A műtrágyázás fő célja azoknak a tápelemeknek a biztosítása, kiegészítése, amelyek a talajban és a növényben hiányosak. Ezzel a kiegészítő trágyázással megteremthetjük a *harmonikus műtrágyázást*. A harmonikus műtrágyázás nemcsak a kisebb ingadozású, *biztosabb termésekre vezet*, hanem arra is, hogy a növények jobb minőségűekké (jobb sikértartalom, nagyobb cukortartalom, nagyobb eltarthatóság), a növényi betegségekkel, sőt a szélsőséges időjárással (fagy, szárazság) szemben is ellenállóbbakká váljanak.

A tápanyag harmóniája akkor is felborul, amikor az egyikből a kellenél több van. Pl. a nitrogénnel nem ellensúlyozott foszfátózáskor gyakran termés csökkenés áll elő. A foszfátok ugyanis aktiválják a baktériumtevékenységet különösen akkor, ha a talajban könnyen lebomló szerves anyag van (gyökérmaradványok, éretlen istállótrágya stb.), ami erősebb nitrát-asszimilációt, átmeneti nitrogénhiányt von maga után. A *nitrogénbőség* is zavarokat okozhat annyiban, hogy pl. hajlamossá teszi a növényt betegségekre, és hogy a növény kevésbé áll ellen a szárazságnak.

Egy növényi tápanyag hiánya nemcsak annak közvetlen hiányát jelenti, hanem egyben a többi tápelem feleslegét is, ami kiesik a növény táplálásából. A növények részére szolgáltatott tápelemeknek ugyanis bizonyos arányban kell állaniuk, s így a tápelemek minden egyes tagja szerves láncszeme az egésznek.

Az ésszerű műtrágyázás és a legmegfelelőbb arányok megállapítása igen bonyolult kérdés, és azoknak a biokémiai és biofizikai folyamatoknak teljes ismeretét tételezi fel, amelyek a talajban dinamikusan lezajlanak. Tekintetbe kell venni a talaj szerkezetét, humuszállapotát, kémhatását, az előveteményt, az utónövény igényét és a talajművelési eljárások során keletkező biológiai folyamatokat, nem utolsósorban pedig mint ismeretlen tényezőt az időjárás alakulását is. A műtrágyáknak az adottságoknak megfelelő megválasztása és aránya sokkal nehezebb és sokkal több megfontolást igénylő kérdést jelent, mint az istállótrágyáé. Az istállótrágyával közel sem követhetünk el annyi hibát, mert tudjuk, hogy hatása mindig pozitív és alkalmazása a talajban kárt soha sem okoz.

A harmonikus táplálást megteremtő kiegészítő műtrágyázásnak ott van gyakorlati jelentősége, ahol a talaj hiányos tápanyagszolgáltató képességét akarjuk valamely irányban biztosítani.

A műtrágyák, nevezetesen a foszfátok jobb érvényesülése tekintetében döntő problémát jelent a *foszfátok és a nitrogén megfelelő aránya a gazdaságon, illetve az egyes országokon belül.*

A FAO statisztikai megállapítása szerint mennél fejlettebb egy állam mezőgazdasága, illetve mennél több műtrágyát fogyaszt ha-ként, annál kedvezőbb a nitrogén aránya a foszfáthoz a felhasznált műtrágyákban, de — s ez szintén a FAO megállapítása — egyben annál kedvezőbb a foszfát hatása is. Míg a fejletlenebb kelet-európai államokban a nitrogén-foszfát arány 1 : 3-tól 1 : 7-ig terjed, addig a sok műtrágyát fogyasztó, intenzív termelésű nyugati államokban ez az arány 1 : 1, s ez az eszményi arány.

Ugyancsak a FAO megállapítása szerint egyes érdekesebb államok összes műtrágya-fogyasztása ha-ként 1951-ben így alakult (az N és P_2O_5 aránnyal együtt):

Hollandia	755 kg		1 : 0.9
Belgium	652 „		1 : 1.2
Németország	385 „		1 : 1.1
Franciaország	140 „		1 : 6.6
Magyarország	18 „		1 : 7.1

1951-től 1955-ig hazánkban ezek a viszonyszámok igen előnyösen fejlődtek, amennyiben a ha-kénti műtrágyagyártás 280%-kal fokozódott, a N P_2O_5 arány pedig 1 : 7.1-ről 1 : 2-re javult. Igen kíváncsatos volna, hogy az eszményi 1 : 1 arány megközelítését a pillangós növények mennél nagyobb mérvű kiterjesztésével iparkodjunk elérni.

Természetesen mennél több tápanyagot nyújtunk a műtrágyákkal a növényeknek, annál nagyobb súlyt kell helyezni a talaj szerves trágyázására és javítására, annak egészséges tartására, nevezetesen a haladó humuszgazdálkodásra, a szerkezet kialakítására és állandó fenntartására, a savanyú kémhatású talajok rendbentartására stb.

A műtrágyák érvényesülésére döntő befolyást gyakorol a talaj típusa és az éghajlat. Az agyag-kolloidokban gazdagabb, kötöttebb talajok nem reagálnak olyan erősen és gyorsan a műtrágyákra, mint a kolloidokban szegény, homokos talajok. A kötöttebb talajok nagyobb adagú és könnyebben oldható műtrágyákat igényelnek, mert szorpcióképességük és vízkapacitásuk nagyobb, a kilúgzás veszélye kisebb. Különösen a P és K kötődik meg erősen ezekben a talajokban, de jogosultsága van a P tartaléktrágyázásának is hosszabb időtartamra. Ezzel szemben a kolloidszegény homokokat kis pufferhatásuk miatt gyakoribb és kisebb adagú műtrágyákkal lássuk el, mert ellenkező esetben a hatás lökésszerű, és a kimosás veszélye is fennáll (N és K). A klíma is befolyásolja a műtrágyák hatásosságát. Mennél humidabb az éghajlat, annál jobban és kisebb kockázattal érvényesülnek a műtrágyák, nemcsak a bővebben rendelkezésre álló oldóvíz miatt, hanem azért is, mert a csapadékosabb klíma alatt a kilúgzás is nagyobb, tehát a talajok utánpótlási igénye is erősebb. De elősegíti még a műtrágyák hatékonyabb érvényesítését a humid éghajlat alatt lehetséges intenzívebb humuszgazdálkodás is, mert hiszen ilyen viszonyok között a nagyobb és ingadozásmentesebb takarmánybázis szilárdabb alapokon nyugszik.

Mindezekben a tényezőkben rejlik egyik oka annak, hogy hazai száraz viszonyaink között miért nem terjedtek el úgy a műtrágyák, mint a nyugati államokban. Megjegyzendő azonban, hogy talajaink kötöttségében, kisebb kilúgozottságában és a klíma szárazságában rejlt kockázat közel sem akkora, hogy a műtrágyázást ne volna indokolt még a mainál is sokkal erősebb mértékben kiterjeszteni. Az ez irányú fejlődés kulcskérdése, illetve a műtrágyák érvényesülése azoknak az irányelveknek a megvalósításán múlik, amelyeket most felsoroltam.

A műtrágyák alkalmazásának irányelvei

Az egyes műtrágyák gyakorlati alkalmazása, nevezetesen kiválasztásuk, adagolásuk, talajbavitelük módja, ideje és esetleg társításuk más mű- és szerves trágyákkal meglehetősen sok körültekintést igénylő, bonyolult kérdés. Hatásaik teljes ismerete teszi csak lehetővé azt, hogy az egyes műtrágyák valóban jövedelmezők legyenek, illetve hogy a csak korlátozottan rendelkezésünkre álló műtrágyák hatásfoka gyakorlatilag a legnagyobb legyen.

Elbírálásukban figyelembe kell vennünk a *talaj típusát*, annak *erőállapotát*, illetve *szerves trágyázottságát*, az eddig követett *talajhasználati rendszert* (vetésforgót), az *előveteményt*, az alkalmazott *talajművelési rendszert* és a *megtrágyázandó növény táplálkozási igényeit*.

a) A műtrágyák közül a *foszfátok* azok, amelyek helyes alkalmazása mélyreható talajtani és biológiai ismereteket tételez fel, annál az egyszerű oknál fogva, mert a műtrágyafélék közül ezek idézik elő a legintenzívebb hatásokat a talajban. A talaj adottsága erősen befolyásolja a foszfátok hatását a növényre, de ugyanakkor távlatilag a foszfátok is alakítják a talaj állapotát, szerkezetét. E kölcsönhatásokban rejlik annak egyik oka, hogy miért nem helyes, ha a foszfát-műtrágyák jogosultságát első évi hatásukkal mérjük fel, mint egyéb műtrágyák esetében. A foszfátok hatása, különösen ha azokat a tartaléktrágyázás szellemében hosszú éveken át rendszeresen alkalmazzuk, nem olyan feltűnő, hanem inkább távlatokra szól, és komoly utóhatásokban jelentkezik. Hatásuk kifejezésre jut még az ingadozásmentesebb, biztonságosabb termésekben és abban is, hogy általuk jobb minőségű termékeket nyerhetünk. A biztonságosabb termés megmagyarázható a foszfátózás nyomán kialakult jobb vízgazdálkodással (jobb talajszerkezet, viszonylag kisebb transpiráció), feltéve ha a foszfátózást a harmonikus táplálás érdekében adtuk.

Hazánkban igen helyesen foszfát-műtrágyaként túlsúlyban a *szuperfoszfátot* használjuk, mert a benne levő mintegy 18% monokalciumfoszfát csaknem teljes mértékben vízben oldható, szemben az egyéb foszfát-műtrágyákkal, amelyek foszfátjait csak a citromsav oldja. Hazánkban főként száraz klímánk miatt (keves oldóvíz) fontos a szuperfoszfát-műtrágya e könnyebb oldhatósága, de még amiatt is, mert talajaink túlsúlyban kolloidokban gazdagabbak, szorbcióképesebbek, és ezek a tényezők többé-kevésbé gátlóan hatnak a foszfátok mozgósítására.

Miután az előzőkből már ismeretes a műtrágyákban levő foszfátoknak az a tulajdonsága, hogy azokat a talaj többé-kevésbé erősen leköti, mégpedig kémiai, kolloidikai és biológiai szorbció formájában, a műtrágyázás gyakorlatában az legyen a törekvésünk, hogy ezeket a lekötéseket mozgósításuk érdekében fellazítsuk, illetve kedvezően befolyásoljuk. De további előfeltétele még érvényesülésüknek az is, hogy azokat az egyéb növényi tápanyagok harmóniájában alkalmazzuk.

A foszfátok alkalmazásakor legtöbbször *nitrogénhiány áll elő*, mert a nyomukban bekövetkező talajbiológiai aktivitás hatására megindul a nitrát-asszimiláció, ami a növények nitrogén-ellátásában átmeneti hiányokat okoz. Az így előálló termés-csökkenés ellensúlyozására megfelelő nitrogén-műtrágyát kell alkalmaznunk abban az esetben, ha a talaj ter-

mészetes nitrogén-szolgáltató képessége nem olyan nagy, hogy a foszfátok nitrát-elvonó hatását ellensúlyozná. A harmonikus tápanyagszolgáltatás és a foszfátok hatékonyságának érdekében tehát mindig figyelembe kell venni azt, hogy a foszfátok adagolása nitrát-elvonást von maga után.

Mennél kevesebb és rosszabb minőségű humusz van a talajban, mennél gyengébb szerves trágya-erőben van a talaj és mennél rosszabb volt az elővetemény, annál több nitrogén-műtrágyára van szükség a foszfátok nitrogén-elvonó képességének pótlására. Ha pl. a gyenge trágyaerőben levő, humuszban szegény talajon trágyázatlan kukorica-elővetemény után foszfátozott búzát akarunk vetni, akkor legalább 200—300 kg nitrogén-műtrágyát kellene kiszórni, hogy a rossz minőségű gyökerek lebontásához és a foszfát nitrogén-elvonó hatásának ellensúlyozásához a kellő nitrogént a növény sérelme nélkül elő tudjuk teremteni. *Akkor következnek be azok a visszásságok, hogy a foszfátozás nyomán terméscsökkenés jelentkezik, amikor a foszfát-műtrágyákat derűre-borúra alkalmazzuk, anélkül, hogy a talaj nitrogén-állapotát figyelembe vennénk.* Ezzel szemben pl. közepes talajviszonyok között borsó-elővetemény után már az egymagában adagolt foszfát-műtrágya is hatásos, mert a pillangós növény bőven hagy annyi nitrogént a talajban, amennyi mind a foszfátok nitrogén-elvonásának pótlásához, mind pedig a növény táplálására szükséges. Természetesen a két szélsőség között a gyakorlatban az átmenetek egész sora jelentkezik, amit a talaj nitrogén-szolgáltató képességének figyelembevételével esetenként kell mérlegelni.

Ennek a gondolatmenetnek a szellemében az egyoldalú foszfátozás megokolt lehet azokban a kivételes esetekben is (szűzföldek), amikor a talaj túlzott és emiatt káros nitrogén-szolgáltatását igyekszünk gyógyszerként ellensúlyozni (megdőlés, növényi betegségek stb.).

A foszfát-műtrágyák mennél jobb érvényesülésének emeltyű kérdése a talajélet intenzitásában rejlik. Tehát mindazok a biotechnikai eljárások, amelyek élénkítően hatnak a talaj életére, lehetővé teszik a foszfátok előnyös mozgósítását, miután azok ilyenkor többé-kevésbé mentesülnek a káros kémiai lekötésektől (l. bővebben az előző részben). Ezek leginkább több tényező komplex hatásából jönnek létre.

A foszfát-műtrágyák érvényesülését befolyásoló biotechnikai eljárások legfontosabbika a talaj kellő szerves trágyázottsága, illetve ellátása sok és jó minőségű gyökérmaradvánnyal. E szerves maradványok lebontása során épülhetnek be legkönnyebben szerves kötésbe a foszfátok, de ugyanakkor szabadulhatnak fel a foszfát-ionok is, miután a lebontáskor keletkező huminsavak a Ca-ionokat lekötik, és a keletkező CO_2 ugyancsak oldóan hat a Ca-ra. De továbbmenve, az intenzívebb szervesanyag-ellátás nyomán kialakul a talaj szerkezete is, amely ugyancsak elősegíti a talajélet aktivitását, s ennek nyomán a nitrifikációt is, amely egyben a foszfátok nitrogén-elvonó hatását is ellensúlyozza. A további lebontások hatására bekövetkezik a szerves kötésbe került foszfátok biológiai feltárása is, ami az egész tenyészdő alatt a növény folyamatos foszfát-ellátását biztosítja. Természetesen ugyanilyen, de sokkal lassúbb folyamatokat jelent a jó minőségű tartós humuszok igen lassú lebontása is, amikor a foszfátok és a nitrogén feltárása is hozzájárul a növény harmonikus (NPK) tápanyagellátásához.

A talajélet élénkítésének egyik leghatékonyabb tényezője természetesen még a *biológiai alapon álló talajművelés* is, amely hivatva van elősegíteni, hogy a foszfátok minél intenzívebben kerülhessenek szerves kötésbe, és hogy a CO_2 -képződés is mennél jobban elősegíthesse a foszfátok mozgósítását. A talajművelés további hatása a foszfátok jobb érvényesülésére még abban is megnyilvánul, hogy annak nyomán megjavulnak a talaj vízgazdálkodási viszonyai (fokozottabb víztárolás, vízmegőrzés és vízmozgás), ami a kellő oldóvíz megteremtését biztosítja.

A foszfát-műtrágyák jobb érvényesülését *savanyú kémhatású talajokon elősegíti még a megfelelő meszezés is*, mert ennek hatására bázis-kicserélődés során megszűnik a vas- és alumínium-ionok nagyon is erős kémiai lekötése. Hatásos a meszezés különösen akkor, ha azt szerves trágyázással kötjük össze. Egyébként a savanyú kémhatású talajok eléggé hatásos és amellett olcsó foszfát-trágyája a nyersfoszfát, de különösen az igen finom őrlt *gafszafoszfát* (renofoszfát), különösen akkor, ha azt is szerves trágyázással kombináljuk. Az aránylag sok meszet tartalmazó (13%) és lúgos kémhatású (8 pH) gafszafoszfát kedvezőbb helyi hatást fejt ki savanyú kémhatású környezetben, és ez is előnyösen befolyásolja felvehetőségét. Végeredményben itt is komplex hatásokkal állunk szemben. Egyrészt a mész enyhíti a foszfátok erősebb lekötését, másrészt a reakciós viszonyok javulására fokozódik a kívánatos talajélet különösen akkor, ha egyidejűen a talaj szerves trágyázását is biztosítjuk.

A túlságosan lúgos kémhatású talajok foszfátózásának hatását kedvezően befolyásolják a savanyú kémhatású nitrogén-műtrágyák is, mint pl. a kénsavas ammoniák, mert a felszabaduló SO_4 -ionok előnyösen inaktíválják a túlsúlyban levő kationokat, és így mozgósítják a foszfátokat.

A foszfátok érvényesülésének tehát megvannak az adottságoknak megfelelő szigorú előfeltételei, amelyek biztosítása nélkül hatástalanokká, sőt sokszor negatív hatásúakká válnak. Így válik érthetővé az, hogy a foszfát-műtrágyáknak miért nincs kellő hatása az esetek tekintélyes részében. CSERHÁTI évtizedekig végzett országos műtrágyázási kísérleteket hazánkban, és megállapította, hogy a foszfát-műtrágyázásoknak csak 43%-a végződött pozitív eredménnyel. Abban az időben még nem voltak ismeretek azok a bonyolult biológiai és talajkémiai komplex tényezők, amelyek a foszfátok érvényesülését befolyásolják.

Talajbavitelükkor figyelembe kell venni azt, hogy nem mosódnak ki, tehát ugyanazon a helyen maradnak meg a talajban, ahova kerültek. Ezért megokolt, ha a foszfát-műtrágyákat szántással juttatjuk a talajba, hogy a gyökerek mindenütt rájuk találhassanak.

Ezzel szemben igen érdekes, hogy a sortrágyázás (kombinált vetőgép) útján adott foszfát-műtrágyák hatásfoka csaknem kétszer akkora, mint az elszórt és leszántott műtrágyáké. Igazolják ezt GYÁRFÁS kimerítő országos kísérletei is, de évtizedeken át ugyanezt tapasztaltam én is, mégpedig a búzával és cukorrépával. Ez a tapasztalat némileg ellenkezik azzal az elmélettel, hogy a talajba juttatott foszfát-műtrágyák helyben maradva nem mosódnak ki, és így nem követhetik a lefelé haladó gyökereket. Hogy ennek ellenére mégis igen hatásos a sortrágyázás, annak NORDENGREN (1939) adta meg a tudományos magyarázatát. Eszerint a sortrágyázás révén a műtrágya viszonylag keskeny sávban kerül sűrítve a talajba a ve-

tőmag közelében. Míg a porosan adagolt és leszántott, tehát az egész szántott rétegbe viszonylag homogén módon a talajba vitt poros műtrágya nagy felületen érintkezik a talajjal, és teljes mértékben érvényesülhetnek a kémiai és kolloid lekötések, addig az aránylag szűk térre szorított, sorba adott műtrágyának a talajjal érintkező felülete és ezzel a lekötési lehetősége is sokkal kisebb. Mennél nagyobb a talaj szorbciós kapacitása (kolloidális talajok), annál nagyobb jelentősége van a foszfát-sortrágyázásnak. A sorba adott szuperfoszfát azonban nem marad meg teljesen abban a sávban, ahova kerül, hanem vízben oldható foszforsava 3—5 cm távolságba fokozatosan kiárad, míg teljes mértékben le nem kötődik. Ebből a sűrített sávból állandóan kiáramló foszfátok mintegy telítik a sáv körüli talajt úgy, hogy bőven marad a felvehető foszforsavból annyi felesleg, amennyit a fiatal gyökerek azonnal felvehetnek. Eszerint a sáv körül, de csapadék esetén főként a sáv alatt sugáralakban egy 3—5 cm-es telített talajréteg képződik ki, ahol a fiatal gyökerek számára felvehető foszforsav bővebben áll rendelkezésre. Megjegyzem, hogy a növénytáplálkozási szempontból előnyös helyzet csakis a vízben oldható foszfát-műtrágyánál, tehát csak a szuperfoszfátnál érvényesül.

A csak citromsavban oldható foszfát-műtrágyáknál, vagy nyers-foszfátoknál ez semmiképpen sem érvényesül, mert vízben oldhatatlan voltuknál fogva teljesen helyhez kötöttek, és így a gyökerek csak tényleg abban a keskeny sávban találják meg a táplálékot, ahova a műtrágyát elhelyeztük. A sortrágyázott szuperfoszfátnál tehát a fiatal növényeknek még sekélyen elhelyezkedő gyökerei is bőven megtalálják foszforsav-szükségletüket. Élettani vizsgálatok igazolják, hogy a fiatal növények aránytalanul sok foszforsavat vesznek fel, mégpedig olyan mennyiségben, amely későbbi fejlődésükre is kihatással van. Egyébként igazolja ezt a NEUBAUER-féle fiziológiai tápanyagmeghatározási módszer is, amely szerint a 17 napos rosznövény szárazanyagához viszonyítva 3—4-szer annyi P-t halmoz fel, mint közvetlen a szárbaindulás előtt.

Igen elfogadható KREYBIG elmélete is, amely szerint a sortrágyázás eredményességéhez még a nitrát-hatás is hozzájárul, amely a foszfátózás hatására bekövetkező fokozottabb biológiai aktivitás folytán, illetve a mikrobatemek mineralizációja során keletkezik.

A foszfát-sortrágyázás előnyös hatását tapasztaltam még a drótféreggel fertőzött búzavetésben is. A tábla egy részét kombinált vetőgéppel vetették be, a másik részét pedig közönséges vetőgéppel. A sortrágyázott részen a nem sortrágyázott résszel szemben, gyakorlatilag megszűnt a drótféreg kártétele, ott viszont komoly kártételek jelentkeztek. A hatást egyrészt annak tulajdonítottam, hogy a gyökerek közelében elhelyezett savas hatású szuperfoszfát-sáv miatt a drótféregek távoltartották magukat, vagy elvesztették vitalitásukat, másrészt pedig annak, hogy a sortrágyázás hatására a növénykéek kezdeti fejlődése és bokrosodása erősebb volt. Igen érdekes volt megfigyelni azt is, hogy olyan gépaljak nyomán, ahol a műtrágyaszórás szünetelt, a drótféreg-károk teljes mértékben jelentkeztek.

Hasonló irányelvek alapján és azonos céllal alkalmazzák a gyárilag szemcsézett szuperfoszfátot is. A kísérletek és tapasztalatok azt igazolják, hogy ebben a formában hatékonyabbá válik a szuperfoszfát, mert viszonylag kicsi a szorbciós felülete és a belőle kiáramló, vízben oldható foszforsav

egy 6—10 cm-es átmérőjű tápéletteret nyújt a gyökereknek. WAGNER egyik munkájában már 1883-ban megállapította, hogy »a durvaszemcsés szuperfoszfát (1,5—2 mm átmérővel) mintegy felével nagyobb terméstmennyiséget tud kialakítani, mint a poros szuperfoszfát«. Ez a felismerés azonban a gyakorlatban akkor még — gyártástechnikai nehézségek miatt — nem terjedt el. A kérdéssel először tudományosan NORDENGREN (1937) foglalkozott, aki 5 éves beható szabadföldi kísérletek során (1939—1943) a szemcsézett szuperfoszfát hatékonyságára nézve viszonyszámokban a következő eredményeket állapította meg:

műtrágyázatlan	100
poros szuperfoszfát	106
szemcsés szuperfoszfát	109
szemcsés szuperfoszfát sortrágyázva	115

Ugyancsak megállapította, hogy a sortrágyázott szemcsézett szuperfoszfát-nak különösen az 1940- és 1941-es szárazabb évjáratban volt kimagaslóbb hatása.

Hazai ez irányú kísérleti eredményeink túlsúlyban pozitívak ugyan, de igen eltérők, és még nem tisztázódott az a kérdés, hogy a szemcsézett szuperfoszfát milyen talajadottságok és talajállapot között érvényesül leghatékonyabban. Jelentőségük valószínűleg ott domborodik ki különösen, ahol a talaj szorbciós kapacitása fokozottabb, mert ilyen körülmények között az ismert okok miatt a szemcsék jobban ellenállnak a lekötéseknek. Én is tapasztaltam ezt annak idején a szélsőségesen nagy szorbció-kapacitású tiszántúli réti agyagtalajokon, ahol a sortrágyázásnak kimagasló hatása jelentkezett, továbbá ott is, ahol a száraz jellegű éghajlat miatt a tenyészidő későbbi szakaszában kevesebb volt az oldóvíz.

Szerves anyaggal szemcsézett foszfátok kutatásával igen behatóan foglalkozik AVDONYIN és KREYBIG.

A szemcsézett szuperfoszfát és a sortrágyázás természetesen pusztán a növény táplálását szolgálja, eltérően a talajba homogén módon vitt poros foszfát-műtrágyáktól, amelyek a növény táplálásán kívül még a talaj szerkezetére is hatnak (humuszba való beépülés, szerkezetjavítás), és ennek folytán huzamosabb alkalmazásuk után távlati kihatásuk kedvező a növény fejlődésére.

A gyakorlatban tehát mindkét foszfát-műtrágyázási módszernek megvan a maga jelentősége, sőt igen gyakran mindkét eljárás együttes alkalmazása lesz a helyénvaló. Gyakorlatomban igen jól bevált a búzánál és cukorrépánál pl. olyan műtrágyázási eljárás, hogy a szuperfoszfát-műtrágya mennyiségének (200 kg/k. h.) 2/3-át bele vittük a talajba, 1/3-át pedig kombinált géppel adagoltuk sortrágyaként. A magrépa alá, amely élehetlensége, illetve gyenge gyökérrendszere miatt a legigényesebb a foszfát-műtrágyákkal szemben, k. h.-ként 250 kg szuperfoszfátot vittünk be a talajba, majd az ültetés előtt a sorvonalaazást kombinált vetőgéppel végeztük oly módon, hogy a csoroszlyák igen erős megterhelésével mindjárt 80 kg szuperfoszfátot adtunk, hogy ezáltal a foszfát-sáv minél mélyebbre kerüljön. Természetesen a sortrágyázás szemcsés szuperfoszfáttal még hatásosabb lehet.

A sortrágyázásnak azonban tapasztalataim szerint elsősorban a tenyészidő elején jelentkezik szemmelláthatóan kimagasló hatása. Ez a hatás a sortrágyázatlan parcellákkal szemben a fejlődés további szakaszában ugyan látszólag elmosódik, de végeredményben mégis kifejezésre jut a terméstöbbletben. A sortrágyázott búza állománysűrűsége nagyobb lesz, mégpedig fokozottabb kezdeti gyökérfejlődése és nagyobb bokrosodása miatt. Erősebben megy a télbe és általában könnyebben hidalja át a zsegekor kritikus szakaszát. A nagyobb kezdeti sebességnek ez a lendülete közvetve is kihatással van a fejlődés további menetére, és így a termés kialakulásának sorsára is kihat. Még fokozottabban érvényesül a cukorrépa sortrágyázása abban a tekintetben, hogy a fiatal növényt kritikus szakaszán átsegíti (rovarkárok, gyökérfekély, erélyesebb gyökérfejlődés a szárazság elleni küzdelemben stb.), de a cukorrépa további fejlődésére is hatással van a sortrágyázott fiatal növény erősebb mérvű foszforsav-felvétele, feltételezve, hogy mindez a harmonikus életfeltételek biztosításának keretében történik (szervestrágya- és nitrogén-ellátás, kellő mélyművelés stb.). A sortrágyázás tehát végeredményben nemcsak a termések fokozását teszi lehetővé viszonylag kis áldozatok árán, hanem egyben biztonságosabbá és kockázatmentesebbé is teszi a termesztést.

Nem győzöm eléggé hangoztatni, hogy a talaj huzamosabb időn át tartó foszfátózásának komoly távlati hatásai is vannak, úgyhogy az ún. foszfát-feltöltésben megnyilvánuló tartaléktrágyázás — feltéve, ha a szerves trágyázással harmóniában is van — kedvező kihatású a későbbi termések mennyiségi és minőségi sorsára, sőt biztonságosabb hozamára is. A foszfát-műtrágyázás esetében tehát ne csak annak közvetlen hatását vegyük figyelembe, hanem távlati kihatásait is. A foszfát-műtrágyázás eszerint ne csak az egyes növények igényeihez igazodjék, hanem az egész vetésforgóéhoz is, de különösen a szerves anyag forgalmához. Kivétel természetesen a közvetlen növénytrágyázást célzó szemcsés és soros foszfátózás, amelyek utóhatására számítani gyakorlatilag nem lehet.

Ami pedig a foszfát-műtrágyázás intenzitásának mértékét illeti, erre nemcsak az egyes növények foszforsav-igénye van döntő befolyással, hanem főként az, hogy a talajadottságok között általában miként reagálnak arra a növények, vagyis hogy milyen mértékű az egyes talajok foszfát-aktivitása.

KREYBIG megállapítása szerint talajaink túlsúlyban igen gazdagok foszfátokban és káliban. Nagy tartalékaink vannak tehát, s kell, hogy azokat a megfelelő biotechnikai eljárásokkal, a jó minőségű szerves anyag felhalmozásával, szükség szerinti meszezéssel, a kedvező vízgazdálkodást megteremtő és beérlelő talajműveléssel mozgósítani is igyekezzünk.

Egyébként a foszforsav legjobb értékesítői a pillangósok, a takarmány- és cukorrépa, a burgonya, a kalászosok közül különösen a búza, a repce, a kertészeti növények közül pedig a paradicsom.

b) Lényegesen egyszerűbb és tisztátódottabb kérdést jelent a *nitrogén-műtrágyázás*, mert az a talajban nem kémiai, hanem csak némi biológiai és kolloid lekötéseknek van kitéve, amelyek folyamata minden esetben világosabb előttünk. Végeredményben a nitrogén-műtrágyák hatását az egyes adottságok mérlegelése után biztosabban meg tudjuk állapítani, mint a foszfát-műtrágyákét.

A nitrogén-műtrágyák alkalmazását és adagolásuk mértékét a következő adottságok határozzák meg:

A nitrogén-műtrágyákat elsősorban a tápanyagharmónia megteremtése érdekében alkalmazzuk, tehát ott, ahol a talaj nitrogén-szolgáltató képessége nem elégséges ahhoz, hogy a kedvezőtlen összetételű szerves anyagok, mint a nem pillangósok gyökérmaradványai, az éretlen istállótrágya, a trágyaként nyújtott szalma lebontásakor előálló átmeneti nitrát-elvonást pótolni tudná (pentoán-hatás), továbbá ott, ahol a foszfát-műtrágyák nyomán keletkező biológiai aktivitás folytán ugyancsak nitrogén-elvonás következik be. Általában pedig ott használjuk a nitrogén-műtrágyát, ahol a talaj nitrogén-szolgáltatása olyan gyenge, hogy az egyes nitrogén-igényes növények szükségletét a talaj egymagában képtelen kielégíteni.

A nitrogén-műtrágyázásnak van azonban közvetett hatása is. Miután a műtrágya-nitrogén a lebomló szerves anyagba is beépül, kedvező hatással van a jó minőségű humusz anyagok (szűk C/N arányú huminsavak) kialakítására is. De hatással van még a talaj szervesanyag-körfolyamatának mennyiségi kialakulására is, ha azt elsősorban humuszgazdagító, illetve oly növények alá adjuk, amelyek befolyással vannak az üzem szénforgalmára. Ezek a növények elsősorban a takarmánynövények, amelyeknek föld feletti része az istállótrágyán át érvényesül, gazdag gyökérzetük pedig közvetlenül a talaj szervesanyag-felhalmozását szolgálja. Ugyanekkor azonban kedvező hatást fejt ki még a takarmánynövények és gyökereik nagyobb fehérjetartalmára is, ami némileg az üzem fehérje- és nitrogén-mérlegét is feljavítja. A kalászosok alá adott nitrogén-műtrágyák pedig elsősorban az alomszalma termésének fokozásában, tehát közvetve az istállótrágya-termelés növelésében érvényesítik hatásukat.

Legigényesebbek a nitrogén-műtrágyákra az előveteménytől függően az őszi növények, nevezetesen a búza, az őszi árpa és repce, annál az egyszerű oknál fogva, mert az elővetemény lekerülte és az őszi növény vetése között a káros pentoán-folyamatok lezajlására igen rövid idő áll rendelkezésre. Ilyenkor a nitrogén-műtrágya adagolásának nagyságát a következő körülmények szabják meg:

Mennél nagyobb tömegű és mennél nitrogén-szegényebb gyökérmaradványokról van szó, annál több nitrogén-műtrágyát kell a lebontási folyamatok ellensúlyozására adnunk. Mennél elvénültebb a gyökérzet, annál szegényebb nitrogénben. Pl. a kukorica gyökérzete vagy egy elvénült kukorica-csalamádé gyökere több nitrogén-műtrágyát igényel, mint egy cimerhányás előtt levágott csalamádé-tarló. Befolyással van még a szűkséges adag nagyságára az időköz is, amely az elővetemény lekerülte és az utónövény vetése között fennáll. Mennél kedvezőbb ekkor az időjárás, mennél kedvezőbben nyirkos a talaj, és mennél melegebb a hőmérséklet, annál gyorsabban zajlanak le a pentoán-folyamatok. Száraz, hűvös időjárásakor a talajbiológiai folyamatok szünetelnek, és az ilyen káros szakasz teljesen kiesik az időközből. Fontos a folyamatok azonnali megindítására az is, hogy az elővetemény lekerülte után nyomban végezzük el a tarlótárlót, hogy ezzel is mintegy meghosszabbítsuk a lebontás produktív idejét, de nem kevésbé fontos a további beérlelő talajművelési eljárások alkalmazása sem. Döntő módon befolyásolja a folyamatok intenzitását még magának a talajnak alkata, mészállapota, szerkezetessége, kötöttsége, egy-

szóval tevékenysége is. Tehát mindazok a tényezők, amelyek a pentozán-folyamatok gyorsabb lezajlását elősegítik, kevesebb nitrogén-műtrágya adagolására utalnak. De természetesen döntő befolyással van még erre a talaj nitrogén-szolgáltató képessége, a talaj szervesanyag-ellátottsági múltja, a pillangósok aránya üzemben belül, közvetlenül pedig az elővetemény trágyázottsága is.

Általában *mennél nagyobb az utónövény terméskülönbsége a jó és rossz elővetemény után, annál kisebb a talaj nitrogén-szolgáltató képessége, és ilyenkor annál nagyobb nitrogénműtrágya-adagokkal kell ellensúlyozni a bekövetkező pentozán-folyamatokat.* Ha határértékeket kellene megadni, az pl. a búzánál 0—300 kg/k. h. között ingadozhat. Pl. egy Csanád megyei, kitűnő szervesztrágya-erőben levő, mely rétegű mezősegi talajon, istállótrágyázott kukorica után a búza alá a megdőlés veszélye miatt semmi esetre sem megokolt, hogy nitrogén-műtrágyát adjunk. Ezzel szemben egy mészen gazdag, humuszban szegény, sekély termőrétegű és gyengén trágyázott kukorica után legalább 300 kg/k. h. nitrogén-műtrágyát kellene adni a búza alá, ha elfogadható termést akarunk elérni. Egyidejű foszfátózás esetén a nitrogén-adagoknak még nagyobbaknak kell lenniük, mert a foszfátózás egy bizonyos mennyiségű nitrogén-lekötéssel is jár.

A nitrogén-műtrágyázásnak nemcsak az a célja, hogy a káros pentozán-folyamatok megszűnjenek, illetve gyorsabban menjenek végbe, hanem közvetve már az *utónövény javát is szolgálják oly módon, hogy a szerves kötésbe került nitrogén később az utónövény javára feltáródik.* Míg a műtrágya-nitrogén közvetlen hatása a növényre lökészerűen és aránylag csak rövid ideig érvényesül, addig a szerves kötésbe beépített nitrogén hatása folyamatosabb, takarékosabb, és csaknem az egész tenyészidőre kihat, mert a szerves kötés egyben mentesíti a kimosástól is. Mindez rendesen a nitrogén nagyobb hatásfokú érvényesülését is maga után vonja. Igazolja ezt az egyik martonvásári kísérleti eredményem is (mezősegi vályogtalaj), ahol a nyári trágyázásképpen felhasznált éretlen istállótrágyára (100 q/k. h.) adott 100 kg pétisó/k. h. hatása a tavaszi utónövényre lényegesen nagyobb volt, mint a tavaszi növényre közvetlen tavasszal adott ugyanilyen mennyiségű pétisó. Viszonyszámokban így alakult a termés:

trágyázatlan	100
éretlen trágya, nyomban adott 100 kg pétisó ..	141
éretlen trágya, tavasszal adott 100 kg pétisó ..	120

Mennél lazább, vízáteresztőbb a talaj, és mennél csapadékosabb az éghajlat, annál nagyobb a jelentősége a nitrogén szerves kötésbe vitelének és ez úton való érvényesítésének.

Tavaszi növények nitrogén-műtrágyázása esetében, amikor már a pentozán-folyamatok legtöbbször lezajlottak, a műtrágyát főképp a növények közvetlen táplálására adjuk. Adagolásukat ilyenkor megszabja a talaj nitrogén-szolgáltatása mellett a foszfát-műtrágyázás, és az egyes növények különleges igénye. A legigényesebbek a nitrogénre a kapás növények, a repce, a nem pillangós szálastakarmányok, a kender és általában mindazok a növények, amelyek vegetatív szerveikkel hasznosítanak.

Szigorú irányelvnek kell tekinteni azt, hogy a *nitrogén-műtrágyát, nevezetesen a nálunk túlsúlyban használt pétisót (mészammonsalétrom)*

csak akkor alkalmazzuk, ha nitrogénje beépül akár az élő növényzetbe, akár a még le nem bontott szerves anyagba. Az előbbi esetben közvetlenül, az utóbbi esetben pedig közvetve hasznosul a nitrogén a növényzet számára. Amennyiben a nitrátok nem bukkannak élő gyökerekre, amikor is az élő növényzetbe épülnek be, vagy pedig le nem bomlott szerves anyagokra (gyökérmaradványok, éretlen trágya stb.), amikor közvetlenül a mikrobák veszik fel azokat, akkor nagy részük kilúgzódhatik az altalajba. De akkor is előfordul ez, amikor késő ősszel, az erősen lehűlt talajban szünetel mind a növényi, mind a mikroszervezetek vegetációja. Ilyenkor hiába borított növényzettel a talaj, és hiába van abban bármilyen mennyiségű lebontatlan szerves anyag, biológiai abszorbcioról nem lehet szó. Majdnem teljesen céltalan, ha pl. a tarló-pétisózást egy későn lekerült kukorica után búza alá adjuk novemберben, amikor már a búza fejlődése, illetve a kukorica gyökereinek lebontása csak igen lassú ütemben halad. Ebben az esetben helyénvalóbb lesz a tavaszi nitrogén-műtrágyázás. Ezzel szemben pl. egy csalamádé, szudáni cirokfű vagy silókukorica tarlójának pétisózása nagyon is eredményes lehet az utónövényre — különösen beérlelő talajműveléssel karöltve —, mert kora ősszel a legoptimálisabbak a talajéletre az életfeltételek, feltéve természetesen, ha a talaj kedvezően nyirkos is.

Ki kell térnem még a sokat emlegetett gabonatarló pétisózására is. Abszolút értelemben helyesnek tartom ezt, mert hiszen itt is tág C/N arányú szerves anyag lebontásáról van szó. De ha a relativitás tükrében szemléljük a kérdést, akkor a szűkösen rendelkezésünkre álló nitrogén-műtrágyákat a fontosság sorrendjében inkább a gabonakénál sokkal nagyobb tömegű gyökérmaradványt hagyó növények tarlójára kell adnunk, mint pl. a kukorica, a silókukorica, a szudáni cirokfű stb. tarlóira, amelyek mellett legtöbbször búza-elővetemények is. Persze nem követünk el hibát a gabonatarlók pétisózásával sem, ha van annyi feleslegünk, hogy ezekre is jut, különösen akkor, ha aratógépeink magas tarlót hagynak hátra. De pétisózás nélkül is megindíthatunk aránylag kedvező bontási folyamatokat, ha a beérlelő tarlókántást azonnal lefolytatjuk, és így a talajélet élénkítésével lehetőséget biztosítunk a nitrogén természetes lekötésére.

Általánosan követett technikánk szerint a pétisót rendszeren a talaj felszínére adjuk azzal az elgondolással, hogy azt a csapadék a növények gyökérzetéhez lemossa. Ha figyelembe vesszük azt, hogy a pétisóban levő mészammonsalétrom mint univerzális nitrogén-műtrágya a könnyen felvehető és kimosható nitrát mellett a talajkolloidok által könnyen szorbeálható ammoniumot is tartalmazza, továbbá, hogy a pétisóban adagolt nitrogén-vegyületek egy része a talajban mindjárt szerves kötésbe kerül, nem tartom helyesnek, ha a pétisó felszínes adagolását általánosítjuk. Különösen nem helyes ez kötöttebb talajainkon és szárazabb klimatikus viszonyaink között, ahol a nagy vízkapacitású talajokon a víz mozgása is igen lassú. A Tiszántúl kötött talajain tapasztalatom szerint nagyobb hatása volt a pétisónak, ha azt beszántottuk vagy betárcsáztuk, mintha a felszínre szórtuk.

A kérdés talajbiológiai és kémiai szempontból még igen beható vizsgálatokat igényel a különféle talajtípusokon, hogy tisztázódjék. A vizsgálatok folyamatban vannak.

Ugyancsak a talaj kötöttsége szabja meg azt, hogy a szükséges nitrogén-műtrágyát egyszerre adagoljuk-e, vagy az adag nagyságától függően 2—3 részletben. Homoktalajokon, amelyekben a víz könnyen és gyorsan mozog, és amelyek kolloidokban szűkölködnek, mindenesetre a részletben történő adagolás a megokolt, mert különben erősen lökésszerű lesz a hatás. De nagyobb esőzések esetén egyszerre nagy adag mellett nagy lenne a kimosási kár is. Ennek meggátlására igen helyes lesz a homok szalmatrágyázásával, vagy éretlen trágyázásával kombinált nitrogén-műtrágyázása, amikor a nitrogént szerves kötésbe juttatva, sikerülni fog annak hatását a homokon is folyamatosabbá és hosszabb tartamúvá tenni.

Általános hibaként kell felrónom azt, hogy szakkönyveink középkötött talajokra 30—40 kg/k. h. adagokat is említene. Ilyen minimális adagok gyakorlatilag el sem szórhatók, de ha precíziós gépekkel mégis elszórhatók lennének, hatásuk gyakorlatilag nem számottevő. A minimális adagolás 50—60 kg-nál kezdődik, amely már egyenletesen elszórható; a hatás is csak ilyen adagnál kezdődik. Általában a középkötött és kötött talajokra ritkább és megokoltabb esetekben adjunk csak nagyobb adagú nitrogén-műtrágyát (80—150 kg-ot, esetleg többet), és azt is — ha nem fejtrágyáról van szó — közvetlen a vetés előtt belevíve a talajba (borona vagy tárcsa). Mindezek végeredményben a nitrogén-műtrágyák jobb érvényesülését teszi lehetővé.

Ami a nitrogén-műtrágyák viszonylagos hatásfokát illeti, hazai viszonyaink között, kevés kivételtől eltekintve (pillangós elővetemények, szűzföldek, láptalajok), a nitrogén-tápelem legtöbbször minimumban van. Mennél erősebb az állatsűrűség, mennél több pillangós növényt termeszt egy üzem, és mennél szakszerűbb talajművelési rendszert követ, annál inkább távolodik ettől a veszedelmes nitrogén-minimumtól. Sajnos, ezek a kedvező viszonyok hazánkban még közel sem mondhatók általánosnak. Eszerint a foszfát-műtrágyákhoz viszonyítva még mindig a nitrogén-műtrágyákban van a nagyobb hiány, aminek az a gyakorlati következménye, hogy a nitrogén-műtrágyák hatásfoka országos viszonylatban erősen kiugró. De úgy is megfogalmazhatjuk a tételt, hogy a foszfát-műtrágyák kevésbé érvényesülnek a harmónia megteremtéséhez szükséges nitrogén hiánya miatt. Bár mindkét műtrágyaféleség további kiterjesztésére is szükség van, mégis a fontosság sorrendjében elsősorban a nitrogén-műtrágya gyártásának és a pillangósok kiterjesztésének kellene erősebben előretörnie ahhoz, hogy a foszfátok a harmonikus táplálás jegyében országos viszonylatban hatékonyabban érvényesülhessenek.

c) Míg a nitrogén- és foszfát-műtrágyák eredményes használata csaknem minden talajon lehetséges, addig a káli-műtrágyák hatása aránylag kis területre, nevezetesen a láp- és homoktalajokra korlátozódik, de hatásuk ezeken kimagasló. Vonatkozik ez különösen láptalajainkra, ahol az egyes lápszigetekeken (a nyugat-balatonin), oly minimális a talaj kálitőkéje, hogy a k. h.-ként 100—150 kg kálisó a termést 3—8-szorosára fokozza. Homoktalajokon a normál adag csak 40—60 kg.

Egyéb középkötött és kötött talajaink csak kivételesen reagálnak a káli-műtrágyákra. E talajok kálitőkéje ugyan igen nagy, mégis felvehető káli aránylag keveset tartalmaznak. Hogy ennek ellenére nem reagálnak a vízben oldható kálisók hatására, ennek oka — amint már említettem —

az, hogy ezek a kolloidokban gazdagabb talajok igen erősen szorbeálják a műtrágyaként bevitt kálit. Ezt az erős lekötést *káli-fixációnak* nevezik. Ez az általános megállapítás azonban nem jelenti azt, hogy kivételek ne lennének. Éppen azért tapogató kísérletekkel kell tisztáznunk azt, hogy milyen talajokon és azok mely állapotában alkalmazhatnánk a káli-műtrágyákat eredményesen, különösen egyes igen káli-igényes növények alá, mint amilyen a répa, a burgonya, és az olajos növények, továbbá olyan növényekre, melyeknek különösen a minőségét javítja (dohány, sörárpa).

Nagy hasznát tapasztaltam a káli-műtrágyák alkalmazásának olyan Duna—Tisza közti, mészből túlságosan gazdag (20—30%) altalajú homoktalajokon is, ahol szőlő és gyümölcs levelei a gyár beköszönte után leszáradnak, a gyümölcs pedig csökevényes fejlődés után lehull. Nagy adagú káli-műtrágya (300 kg/k. h.) alkalmazása után a nyári szárazság ellenére a levelek haragos zöldek maradtak, a termés pedig mind mennyiségi, mind pedig minőségi vonatkozásban annyira kiugrott, hogy a közelében levő, kevésbé meszes altalajú, egészséges gyümölcsös termését erősen felülmúlta. Bár e nagy adagú káli hatása csak két évig tartott, mégis igen rentábilis volt. A jelenséget azzal magyaráztuk, hogy a kálium, mint a kalcium antagonistája, bizonyos dekalcinációt idézett elő, ami kedvezőbb harmóniát teremtett a talajban. A kalcium és a kálium kedvezőbb aránya valószínűen az ozmotikus egyensúly helyreállása folytán a növényben takarékosabb vízgazdálkodást tett lehetővé.

A káli-műtrágyák közül nálunk leginkább a 40%-os kálisó van forgalomban, amelynek klórhatására tekintettel azt jóval a vetés előtt ki kell szórni, hogy a káros klórvegyületek kimosódjanak. A kénsavas kálinál (48—50% K_2O) ez nem áll fenn.

Egyébként a káli-trágyák érvényesülése, hasonlóan a foszfátokéhoz, összefüggésben van a talaj szerves trágyázottságával és azzal a feltétellel, hogy harmóniában álljon az egyéb növényi tápanyagokkal is. Hogy a tápanyagegyensúly felborítása milyen depresszív hatásokra képes, azt éppen a legkáliszegényebb talajon, a láptalajon tapasztaltam. Ezek a talajok káliban a legszegényebbek, foszfátokban elég szegények, nitrogénben pedig a leggazdagabbak. Műtrágyakísérleteink keretében az egyedül adagolt foszfát erős depressziót idézett elő a termésben. Ezt eleinte nitrát-elvonással magyaráztuk. De amikor ennek ellenőrzésére a foszfátozást igen erős nitrogén-műtrágyázással kombináltuk, feltevésünk egyáltalában nem vált be, mert a terméscsökkenés így is azonos maradt. További feltevésünk szerint a depressziót a tápanyag-diszharmonia szélsősége váltotta ki, amely előállt azáltal, hogy a viszonylagos káli-szegénység még szélsőségesebbé vált, miután most már nemcsak a nitrogén-, hanem a foszforsav-szolgáltatás is erős volt. Az új helyzettel tehát a káli-egyensúly még jobban felborult, illetve a káli még jobban minimumba került. Érdeklődésünkre teljesen egyetértett ezzel a feltevésünkkel MITSCHERLICH is, aki tudvalevően világviszonylatban legbehatóbban foglalkozott a növények tápanyagviszonyainak tanulmányozásával.

Miután a káli-műtrágyák laza talajokban könnyen kimosódnak, a foszfát-trágyázástól eltérően tartaléktágyázásról szó sem lehet. Sőt homoktalajokon hatásos a fejtrágyázás is. A láptalajok erősebb szorbciós ka-

pacitása miatt azonban a kimosódás valószínűen lassúbb, miután a káli-műtrágyáknak még jelentős utóhatása is szokott jelentkezni.

d) *A nyomelemek* kérdése hazánkban még kevésbé vetődött fel, miután hiányuk nálunk még szemmelláthatóan ritkábban jelentkezett. Oka ennek valószínűleg az, hogy talajaink túlsúlyban nem kilúgozóttak, továbbá az is, hogy a talaj kihasználásának még nincs akkora múltja. Nyomelemeken azokat az elemeket értjük, amelyek jelenléte minimális mennyiségben nélkülözhetetlen a növények számára. Ezek a bór, a mangán, a réz, a molibdén stb. Ha ezeket a kelleténél nagyobb adagban nyújtjuk, ártalmasak is lehetnek. Biokatalizátornak is tekinthetők, miután részük lehet a vitaminok és a fermentumok anyagcseréjében. A bór hiánya pl. a répa szív- és szárazrothadását okozhatja. Hazánkban eddig főként a bór esetében tapasztaltunk nyomelem-hiányt.

A meszezés

A mész ugyan nem tartozik a szorosan vett műtrágyákhoz, de mégis mint legjellegzetesebb talajtrágya, illetve talajjavító anyag, mélyreható változásokat idéz elő a mészben szegény, savanyú kémhatású talajokban. Hatása igen sokoldalú, és valóban egész sorozatát indítja meg a talajban végbemenő előnyös átalakulásoknak, mégpedig:

1. A savanyú kémhatás megváltozásával a hasznos talajmikrobák, úgymint a *nitifikálók*, az *Azotobacterek* és a *pillangósok rizóbiumai* veszik át a hegemoniát.

2. Tágabb teret enged igen sok új, értékes növény termesztésének, különösen a hereféléknek, amelyek szilárdabb bázist nyújtanak az állattenyésztésnek.

3. *Elősegíti a talaj szerkezetességét*, annak jobb víz-, levegő- és tápanyagforgalmát, miután kedvezően koagulálja az agyag és humusz-kolloidokat. Mindez maga után vonja az aktívabb talajéletet. Mennél kötöttebb a talaj, annál inkább kidomborodik a mész szerkezetjavító hatása, amely gyakorlatilag a könnyebb és olcsóbb talajművelésben (kevesebb vonóerő, kevésbé éles talajművelési idényszerűség), továbbá a talaj tevékenyebb voltában (élénkebb mineralizáció) is kifejezésre jut.

4. Megfelelő talajhasználattal, zöldtrágyázással és istállótrágyázással karöltve lehetővé teszi a jó minőségű humusz fokozatos kialakítását.

5. Megteremti a talaj kedvező kiegyenlítő képességét (pufferképeséget).

6. Jobban érvényesülnek a műtrágyák, de különösen a foszfát-műtrágyák, miután az igen erős vas- és alumíniumlekötések megszűnnek.

7. A meszezés hatására az állatok szervezete és csontfejlődése is egészségesebbé válik.

A meszezés következtében tehát mind a talaj és a növényzet, mind pedig az állatok szervezete, konstitúciója is szilárdabb és egészségesebb lesz.

Hazánkban a meszezésnek két irányban van gyakorlati jelentősége. A délnyugati és északkeleti dombvidékek kilúgozott erdőtalajainál a mesze-

zés elsődleges célja a kémhatás megváltoztatása, és a talaj szerkezetének megjavítása. A Tiszavidék savanyú kémhatású, igen kötött öntés- és réti agyagtalajainak meszezése viszont elsősorban a talaj szerkezetének megjavítását, jobb víz- és levegőgazdálkodásának kialakítását célozza. Ugyanez vonatkozik a Tiszavidék mésztelen szikeseire is.

Savanyú erdőtalajaink mész-szegénysége az ottani nyirkos éghajlat (800—1000 mm évi csapadék) hatására évezredekken át alakult ki. Ez a kilúgzás a szénsavtartalmú víz és szerves maradékok állandó lebontása során keletkező szerves savak hatására évről évre természetesen ma is folyik, és évente és k. h.-ként mintegy 2—300 kg. CaO-nak megfelelő meszet von el a talajtól. Mennél jobban és állandóbban borított a talaj növényzettel, annál kisebb a kilúgzási veszteség (GERLACH, 1910). Az ilyen mészben szegény, kilúgozott és állandóan kilúgzás alatt álló talajok esetében nem jelentéktelen az a mészvesztés sem, ami a növényi és állati termékekkel évről évre a gazdaságból kimegy. *Fokozza a talaj mészelvonását még az intenzívebb szerves trágyázás (CO_2) is*, úgyhogy a savanyú erdőtalajok intenzívebb termelése nyomán nem maradhat el a rövidebb időközökben és kisebb adagokban nyújtandó mésztrágyázás sem (3—4 évenként 2—5 q CaO-nak megfelelő mennyiségben), amit egyébként az időnként megejtendő vegyvizsgálattal állapíthatunk meg.

Mennél erősebb az állattartás és a zöldtrágyázás (CO_2 és szerves savak képzése), és mennél nagyobb terméseket érünk el (az árutermékek mészelvonása), annál inkább jelent életkérdést egy mészben igen szegény talaj időnkénti fenntartó meszezése.

Eszerint az erdőtalajoknál meg kell különböztetnünk telkesítés-szerű, a talaj gyökeresebb feltöltését szolgáló nagyobb adagú meszezést, továbbá a többször megismétlődő és a talaj mészállapotát színvonalon tartó kisebb adagú meszezést. Az előbbi célja az, hogy a talaj kémhatásában és fizikai állapotában előnyösen gyökeres változásokat hozzunk létre, az utóbbinak pedig, hogy a kilúgzás útján előálló folyamatos mészvesztéseket ellensúlyozzuk. Mindezeknél igen fontos, hogy a kellő adagokat talajvizsgálattal állapítsuk meg, főképpen azért, mert a túladagolással erős termés-csökkenés jár, miután a talajban levő szerves trágyák túl gyorsan bomlanak le, a P-ionok a túladagolt Ca-ionok hatására lekötiődnek, sőt egyes növényi betegségek is fellépnek, mint pl. a répa szív- és szárazrothadása. A talaj kémhatásából ugyanis a megfelelő mészadagokat nem lehet megállapítani, mert itt figyelembe kell még vennünk a talaj pufferképességét, kötöttségét, a termőréteg vastagságát és általában a talaj típusát. *Kötött, pufferképesebb talajok egyszerre nagyobb adagú meszezést viselnek el.* Mennél mélyebb a talaj termőrétege, annál nagyobb adagokra lesz szükség ahhoz, hogy a mész azt teljesen átjárja. Ezzel szemben az egészen laza, kevésbé pufferképes (kolloidszegény) homoktalajok meszezését csak kisebb adagokkal és azok fokozatos megismétlésével végezhetjük el helyesen, mert ellenkező esetben a növényzet részére ártalmas, lökésszerűen jelentkező reakció-eltolódások következnek be.

A különböző mésztrágyák hatékonysága is más és más. A leghatékonyabb a nálunk ritkábban használt *égetett mész* (CaO), melyet csak kötött talajon szabadna használni. A legáltalánosabban használt az *őrölt mészkőpor* (CaCO_3), amit nálunk *diósdí mészpor* néven hoznak forgalomba.

Mennél finomabbra őrölt, természetesen annál hatékonyabb (viszonylag nagy felület és homogénebb eloszlás). Kötött talajok esetében a mennél apróbbra őrölt mészipor alkalmazása megokolt.

A mésztrágyák hatékonyságát befolyásolja még az is, hogy mily arányban tartalmazzák a hatóanyagot. A *cukorgyári mésziszap* hatóanyaga (CaCO_3 és CaO), csak 35—40%-ot tesz ki, bár van benne kisebb mértékben egyéb növényi tápanyag is (NPK). A *márga*, amit pl. digózásra használnak, aránylag kevesebb hatóanyagot tartalmaz, helyzeti energiájánál fogva mégis igen értékes, mert mentes a szállítási teheről. A meszezés problémájának emeltyű kérdése ugyanis annak szállításában rejlik. Van-e ugyan cukorgyáraink, amelyek korlátozott mennyiségben termelnek talajtrágyázásra alkalmas mésziszapot, de ezek legtöbbször távol fekszenek a meszezésre szoruló talajtájtaktól. A rendkívül finom szemcséjű lápi mésziszapból igen nagy tömegek állanak rendelkezésre, azonban kitermelését és elszállítását technikailag egyelőre még nem oldották meg. Végeredményben tehát a legkomolyabb mészforrásunk a *mészköpor*, amelyet ma már golyósmalmokkal őrölnek lisztfinomságúra. A lisztfinomságúra való őrlés annyiban igen nagy gyakorlati jelentőségű, hogy minél finomabb szemcséjű a mészköpor, annál nagyobb annak hatékonysága, és annál kisebb adagok szükségesek ugyanakkora hatás elérésére. A lisztfinomságra való őrlés tehát nagy megtakarítást tesz lehetővé a szállításban, ami éppen a probléma lényegét érinti.

Ha az egyes talajtípusok meszezésére nézve a k. h.-kénti határértékeket kellene megadni, úgy az igen savanyú kémhatású homokok esetében (5 pH-n aluliak) a lisztfinomságú mészköporból 10—15, podzol-szerű erdei talajoknál 20—30, réti agyagtalajoknál, ahol már a fizikai javítás a főcélunk, 40—90, mésztelen szikes talajoknál pedig 150—500 q lesz a telkesítés jellegű tájékoztató adag. A homoknál és az erdei talajoknál valószínűleg meg kell ismételni a feltöltő meszezést, melynek adagjait csakis körültekintő vegyvizsgálatokkal állapíthatjuk meg. Ezeket a talajokat ezenkívül bizonyos időközönként ún. kis adagú fenntartó meszezésben kell részesíteni (4—5 évenként 5—8 q/k. h. mészköpor) a kilúgzással és a termeléssel elvont mész pótlására.

Ami a meszezés technikai kivitelezését illeti, irányelvnek azt tekintsük, hogy a meszet minél homogénebb belekeveréssel vigyük be a talajba, hogy így a mész-szemcsék a talaj minden zegét-zugát átjárják, és mennél bensőségesebben érintkezzenek a talajjal. A második feltétel az, hogy a meszezést kössük össze a szerves trágyázással (istálló- vagy zöldtrágyázás), hogy a szerves trágya lebontásakor keletkező CO_2 a talajba vitt meszet oldásba vigye, ezúton a talajt mintegy átítassa és annak alkotába beépüljön. Mennél durvább szemcséjű a mész, annál nagyobb jelentőségű a szerves trágya jelenléte, mert ilyenkor nagyobb szükség van a CO_2 oldékonyságára, mint ellensúlyozó tényezőre.

Legalkalmasabb, ha a mésztrágyát a gabonatarlóra szórjuk, hogy legyen bőven idő annak a talajba való bedolgozására. A kiszórást igen egyenletesen végezzük, hogy ugyanolyan egyenletességgel vihessük be a mésztrágyát a talajba. A lapáttal való szórás pusztán a nagy adagú meszezésnél vihető keresztül, főképp a szikes talajok meszezésekor. A kisebb adagok egyenletes kiszórására külön e célra gyártott szórógépek alkalmasak, az

egészen kis adagú meszezéskor pedig a rendes műtrágyaszóró gépek is megfelelnek. Mennél egyenletesebb a szórás, természetesen annál nagyobb lesz annak hatása is.

A harmincas évek legelején az akkori állami akció keretében 2000 súlyvagon diósdí meszet használtam fel az általam kezelt gazdaságok tízszántói savanyú réti agyag- és mésztelen szikes talajainak javítására BALLENEGGER talajvizsgálatai és adagolási tanácsa alapján. Azt a jól bevált eljárást alkalmaztam, hogy a tarlóra lehetőleg egyenletesen kiszórt mesztrágyát többszöri traktortárcsázással dolgoztattam be a talajba, szükség szerint henger vagy borona kiegészítő munkával. Az egymással keresztirányba járó tárcsázásokat addig folytattam, míg legalább a 15–18 cm mélységet el nem értük. Ebben a mélységben már sikerült a meszet teljesen homogén módon a talajba keverni. Az eredményes meszezésnek ez az egyik legdöntőbb előfeltétele, és súlyosan elvetendő az a módszer, amikor a kiszórt meszet szántással viszik be a talajba. Ilyenkor a mesz teljesen egyenetlenül, csomókban helyezkedik el a barázdákban, sőt jelentős része a barázda fenekére kerül. Az egyenetlen elosztás mellett még az is hátrányként jelentkezik, hogy a talaj felső rétege nem részesül meszezésben, úgyhogy hosszú évek után is fellelhetők a talajban a fel nem oldott meszcsomók.

Az eredményes meszezéshez szükséges szerves trágyát, mégpedig lehetőleg éretlen istállótrágyát ezután vittük be a talajba, mégpedig legfeljebb csak 2–3 cm-rel mélyebb szántással, hogy a túl sok meszezetlen talajszelet hozzákeverésével ne zavarjuk meg a mesz homogén elhelyezését. Az ezzel az eljárással kezelt földbe kapás növényt (lehetőleg cukorrépát) tettünk, hogy a többszöri kapálás során a trágyás talajban a CO_2 képződés és vele a mesz feloldása minél intenzívebbé válhassék. Azonban egyrészt a nagy tömegű mesz és istállótrágya helyszínre való szállítása, másrészt pedig a vetésforgóhoz való alkalmazkodás még egyéb eljárásokat is szükségessé tett. A további eljárás az volt, hogy először az érett istállótrágyát vittük be a talajba szántással, mielőtt a talaj kellő tárcsás művelés után alkalmassá vált a szántásra, amikor is a szántást gyűrűs hengerezéssel egészítettük ki. Erre a hengerezett talajra szórtuk ki a meszet, amelynek fokozatos betárcsázása csak a trágya némi korhadása után vette kezdetét. A trágyára való tekintettel a tárcsásboronát először nem fordére, hanem majdnem egyenesre állítottuk be. A harmadik eljárás pedig az volt, hogy az istállótrágya hiánya miatt a tarlóra szórt meszet csak a szokásos módon, tárcsázásokkal vittük a talajba, istállótrágya alkalmazása nélkül, és a hiányzó szerves anyagot herefélék vagy egyéb dús gyökerű takarmánynövények (csalamádé-kukorica, silókukorica, szudáni cirokfű, őszi és tavaszi keveréktakarmány), továbbá zöldtrágya-növények (napraforgó) beiktatásával helyettesítettük.

Ezeknek a rendkívül kolloidális talajoknak fizikai állapotában olyan előnyös változások következtek be, hogy azok megművelése sokkal könnyebbé vált, és az éles talajművelési idényszerűségek letompultak. A hatás ellenőrzésének megfigyelése céljából egyes táblák felét kezeletlenül hagytuk. Élénken emlékezetemben van még egy réti agyagos tábla, melynek meszezett felében a gözeke majdnem fél energiával haladt, szinte rögzmentes szántásban úszott, míg bele nem ért a meszezetlen táblarészbe, ahol

az eke lófej nagyságú rögöket vetett fel és a gőzmozdonyokat lelassította. Míg a meszezetlen táblarész barázdafenekein tavasszal még csillogott a víz, addig a meszezett részen már megindult a tavaszi vetés. Míg a meszezetlen talajon nyáron fél tenyérnyi repedések tátongtak, és szárították ki a talajt (kolloidális talajok zsugorodása), addig a meszezett talajokon ezek a repedések a minimumra csökkentek. (A meszezett réti agyagtalajokon cukorrépából csak kivételesen nem értük el a 200 q-s termést, de igen jól emlékszem egy 365 q-s átlagtermésű negyvenötholdas táblára is (bödönháti gazdaság).

Megfelelő korszerű talajműveléssel a mésszel javított termőszikeken is elértük 14—17 q-s búzaterméseket (bödönháti gazdaság). Ha azonban mérlegeljük azt, hogy a savanyú kémhatású réti agyagtalajainkon átlag 60 q mészadaggal sokkal nagyobb viszonylagos eredményeket értünk el, mint a szikes talajokon átlag 300 q-s adagolással, akkor nemzetgazdasági szempontból a meszezés országos megszervezése terén egészen eltérő irányelveket kellene követnünk. *Mészkészleteinket elsősorban azokra a talajtípusokra kell vinnünk, ahol annak hatása a légtermelékenyebb.* Ezen a téren pedig vitathatatlanul igen nagy különbségek tapasztalhatók. A humuszban rendkívül gazdag tiszai réti és öntés-agyagtalajok, továbbá az igen kedvező csapadékviszonyok között elterülő podzol-szerű erdőtalajok megjavításához átlag csak 1/6 annyi mészre van szükség, mint a szikes talajokhoz, azzal a további előnnyel még, hogy az 1/6 résznyi mész hatása ezeken a talajokon biztosabb és nagyobb eltolódást eredményez a javításban, mint a szikeseknél a hatszor annyi mennyiség. *A meszezés országos megtervezése terén tehát, ami különösen a sorrendiséget illeti, gyökeres reformoknak kell bekövetkezniük, ha azt akarjuk, hogy a meszezéssel járó talajjavítás — mint drága telkesítési eljárás — országos vonatkozásban valóban termelékeny is legyen.*

A meszezéssel kapcsolatban régi szakkönyveink még azt mondták, hogy »a meszezés az apákat gazdaggá teszi, a fiúkat pedig elszegényíti«, abból kiindulva, hogy a meszezés hatására bekövetkező talajtevékenység idő előtt elfogyasztja a talaj szerves anyagát, humuszát. Hogy ez a régi mondás helytelen, azt ma már jól tudjuk. A meszezés hatására a talajban bekövetkező előnyös fizikai, kémiai és biológiai változások többoldalúbbá teszik a termelést, fokozzák a terméseket és intenzívebbé teszik a szerves anyag körfolyamatát (több istállótrágya és gyökérmaradvány), sőt hatékonyabbá teszik a szerves- és műtrágyákat is. Mindez pedig kétségtelenül mind az apákat, mind a fiúkat, végeredményben tehát az egész nemzetet teszi gazdagabbá.

A talaj trágyaigényének megállapítása

Az előzőkben már rámutattam azokra a bonyolult kémiai, fizikai és biológiai folyamatokra, amelyek a különféle növényi tápanyagok, illetve a műtrágyák és szerves trágyák hatására a talajban lezajlanak. Mindebből világossá válik az, hogy a talajnak, mint igen bonyolult biokomplex közegnek tápanyagigényét kémiai úton, hazai viszonyaink között, csak kivételesen lehet megbízhatóan megállapítani. Ennek oka talajaink túlnyomó-

részt kötött voltában, azok nagyobb szorbcio-képességében rejlik. Súlyosbítja ezt még száraz éghajlatunk (kevés oldóvíz), továbbá az, hogy talajaink nagy része nem kilúgozott és nyers tápanyagban általában gazdag. Ezek a szélsőséges viszonyok azt eredményezik, hogy *a talaj kémiai vizsgálata és a növények gyökerei által felvehető tápanyagok mennyisége között megbízható korreláció alig állhat fenn. Kivételt jelenthetnek a kolloidokban és tápanyagokban szegényebb laza talajok, főképp pedig a homokok.*

A kémiai vizsgálati módszer hazai szélsőségesebb viszonyainkon túlmenően általában azért sem lehet tökéletes, mert a kémiai vizsgálat a talaj dinamikájának csak egy pillanatfelvételt nyújtja, és közel sem regisztrálja azt a felvehető tápanyag-görbét, amely a növény egész tenyészideje alatt a sok egyéb tényező hatására kialakul. Ezek a tényezők az időjárás, az agrotechnikai befolyások, a talajművelés, a tenyészidő alatt elhaló gyökerek és a kiirtott gyomok gyökereinek talajbiológiai hatásai, az elővetemény-hatások, a talaj, főként pedig az altalaj rétegzettsége, szerkezete, és még sok egyéb olyan tényező, amely befolyással van a talaj biológiájára. Végeredményben *az egész tenyészidő alatt a felvehető tápanyagok alakulása főképp a talajbiológiai hatásokra folytonos dinamikában van, amit a kémiai vizsgálatok pillanatfelvételei korántsem tükröznek vissza híven.* Tökéletlen még a kémiai vizsgálat azért is, mert míg a termett talajban a felvehető tápanyagok csak a talaj vízkapacitásának megfelelő kisebb mennyiségű nedvességgel oldódnak, addig a laboratóriumban a talajt nagy mennyiségű vízzel kezeljük, s így nemcsak a növényi tápanyagok, hanem egyben sok olyan só is oldásba megy, amely ugyancsak befolyást gyakorol a növényi tápanyagok oldására.

A kémiai vizsgálatok tehát hazánkban a kivételes talajtípusoktól (lazább talajok) eltekintve — a már említett okoknál fogva — csak igen laza támpontokat nyújthatnak az egyes talajok felvehető tápanyagmennyiségének megállapítására.

Számos kémiai vizsgálat közül a P és K vizsgálatára viszonylag *legjobban bevált EGNÉR laktát-módszere.* Miután a módszer igen gyors és egyszerű, tömegvizsgálatokra is alkalmas, úgyhogy ezzel a vizsgálati módszerrel a nyugati államok csapadékosabb tájain és kolloidokban szegényebb talajain viszonylagos támpontokat kaphatnak.

A *fiziológiai módszerek* közül említésre méltók azok, amelyek a mikroszervezeteket használják fel indikátorként a talaj felvehető P- és K-tartalmanak megállapítására. VINOGRADSKY és STÖCKLI az *Azotobacter*t, NIKLAS és SEKERA az *Aspergillus nigert* használták fel erre a célra. NEUBAUER csíranövény-módszerében a fiatal rozsnövény erős tápanyagfeltáró képességét használja fel annak megállapítására, hogy viszonylag mennyi P-t és K-t képes a növény felvenni testébe. 100 g talajhoz 300 g homokot keverünk és ebbe 100 csíráképes rozs szemet vetünk. 17 nap múlva kémiai analízissel megállapítjuk, hogy a növények mennyi foszforsavat és kálit vettek fel a talajból. Ennél sokkal tökéletesebb MITSCHERLICH tenyészfedény-módszere. MITSCHERLICH a zabnövényt használja fel — annak teljes beéréséig — a talajok felvehető tápanyagainak megállapítására. Egy bizonyos tápanyagmennyiséggel kezelt tenyészfedény-sorozat zabtermelése, összehasonlítva a nem kezelt tenyészfedények termésével, lehetővé teszi azt, hogy a

MITSCHERLICH-féle hatás törvényszerűsége útján kiszámíthatassuk a talaj tápanyagigényét. Ámbár a módszer a növény egész tenyészideje alatt jelentkező talajdinamikát tükrözi vissza, és meglehetősen megközelíti a valóságot, mégsem terjedt el a gyakorlatban, mert az eljárást a drága felszerelés, az üvegházak, a tenyészedeények és azok kezelése erősen megterheli. Egyébként az eljárás hosszadalmas, mert hónapokat vesz igénybe, és hiányos is, mert a termett talaj altalajviszonyait számításán kívül hagyja.

A talaj trágyaigényének legtökéletesebb, de egyben leghosszadalmasabb módszere az, amikor *szabadföldi kísérletek* útján állapítjuk meg a keresett adatokat. Ilyenkor teljes mértékben érvényesül a talajnak az egész idényben lezajló dinamikája az időjárás minden befolyásával és érvényesül a talaj természetes rétegzettsége is. Hátránya a módszernek, hogy az eredmények mindig egy évvel később jelentkeznek és csak a kísérleti területre korlátozódnak. Ez utóbbit nagyrészt kiküszöbölhetjük akkor, ha ismerjük a talajban lezajló folyamatok törvényszerűségeit, és ezek ismeretében tudományos magyarázatát adhatjuk a jelentkező eredményeknek. Természetesen figyelembe kell vennünk az előveteményt, az érdekelt növény tápanyagigényét, a talaj trágyázottsági állapotát, szerkezetét, az időjárást és még sok egyéb tényezőt, hogy a kielemezés útján durván megállapíthassuk a talaj tápanyagigényét. A módszer inkább a kutatás területére kívánczik és abban az esetben, ha szabatos és beható kísérletezéssel, különböző talajtípusokon alkalmazzák, a kísérletezők értékes irányelveket adhatnak a gyakorlatnak.

Röviden vázolom annak a kísérleti módszeremnek irányelveit, amelylyel a talaj és a növény tápanyagigényét egy-egy talajtípuson megállapítottam. A kísérlet tárgyat képező talajtípus legjellegzetesebb műveleti növényeit állítottam be egymás mellé többszörös sorozatban, és ezeket a legkülönbözőbb trágyázásokkal, majd azok kombinációival kezeltem (pl. #, # P, #, P N, PN, P, N, kezeletlen). A következő évben ezek utóhatását vizsgáltam két jelzőnövényvel, nevezetesen az ott legfontosabb őszi kalászossal és kapás növényvel. A kísérleti területet lehetőleg gabona-elővetemény után állítottam be, hogy az egyes kezeléseket ne terheljék jó elővetemények, illetve hogy az egyes trágyázási és növényi hatások pregnánsabban domborodjanak ki. *Ez a kísérleti módszer rámutatott arra: 1. hogy fajlagosan miképp reagálnak az egyes műveleti növények és az adott talajtípus a különféle trágyanemekre és azok kombinációira a kezeletlen parcellákkal szemben, 2. hogy milyen az utóhatása az egyes műveleti növényeknek és azok különféle trágyakezelésének a legfontosabb két utónövényre.* Ha az így nyert eredményeket még kiegészítjük talajszerkezet, talajvíz-, talajélet- és gyökérvizsgálatokkal, mégpedig dinamikusán, akkor rendkívül értékes adatokat kapunk arra nézve, hogy szóban forgó talajtípuson az egyes trágyafélék, illetve azok kombinációi milyen relatív hatást fejtenek ki, milyen trágyát lesz érdemes és mely növények alá adni, hogy azok hatása a leggazdaságosabb legyen. Rámutatnak ezek az adatok továbbá arra is, hogy a vetésforgóban hol, melyik növény alá helyezük el az egyes trágyaféleségeket, és azok kombinációit, hogy egyrészt az egyes trágyafélék hatásfoka, másrészt pedig az egész vetésforgó teljesítő képessége a legnagyobb legyen. Egyben mutatják az egyes elővetemény hatásokat is, amelyek a vetésforgók ésszerűbb összeállítására nyúj-

tanak gyakorlatilag használható adatokat. Végül, ha a különféle talajtípusokon országosan végezzük ezeket a kísérleteket, az országos tervezés útmutatást kap arra nézve is, hogy az egyes műtrágyaféleségeket elsősorban mely tájakra kell terelni, és végül, hogy elsősorban mely tájakon megokolt, hogy az állattenyésztés fejlesztését a trágyatermelés érdekében szorgalmazzuk és államilag támogassuk. Ezek a kísérletek Keszthelyen és Martonvásáron már folyamatban vannak, és reméljük, hogy a jövőben sikerül azokat majd a többi talajtípuson is beállítani.

A gyakorlati élet számára máris igen értékes adatokat nyújthatnak az egy-egy vidékre, tájra vonatkozó *gyakorlati tapasztalatok* is, továbbá a *talajtörzskönyvi adatok*, ahol ezek rendelkezésre állnak. Ahol pedig ezek nincsenek meg, ott a gyakorló mezőgazdának a következő egyszerű kísérleti módszert javasolnám. Bármilyen trágyakezelést kap egy szántóföldi tábla, annak egyik szélén kb. 1 hold maradjon mindig kezeletlen. Ott pedig, ahol az egész tábla kezeletlen marad, ott ugyancsak a tábla szélén 1 holdat kezeljünk a legjobbnak vélt trágyázással. E nagyparcellás kísérletek ugyan teljesen nélkülözik a szabatos kísérletezés előfeltételeit, de mégis a tenyésztő alatt végzett megfigyelések és a gazdaság sok tábláján folyó durva kísérletek pár év múlva feltétlenül rámutatnak majd arra, hogy az ott dolgozó mezőgazda milyen irányban terelje tábláinak trágyázását, különösen akkor, ha az így nyert eredményeket még helyesbíti mindazokkal az adottságokkal (időjárás, elővetemény, szerves trágyázottság, agrotechnikai rendellenességek stb.), amelyek az eredményekre pozitív vagy negatív irányban befolyást gyakoroltak. Ez az egyszerű módszer — még ha igen durva is — bizonyára megbízhatóbb útmutatást nyújt a trágyázás irányvonalára, mint a talaj kémiai vizsgálata. Előfeltétele természetesen az, hogy a mezőgazda tisztában legyen mindazokkal a törvényszerűségekkel, amelyek a talajban lezajlanak, és amelyekre ebben a fejezetben rámutattam.

7. A TRÁGYÁZÁS ÜZEMSZERVEZÉSI VONATKOZÁSAI

Az előzőkben már nagy vonásokban megismertük az egyes szerves- és műtrágyákat, azok összetételét, kezelését, hatásait a talajra és növényre. Mindezeket főképp a maguk elszigeteltségében tárgyaltam, de közel sem mutattam rá a trágyafélék szerepére az üzemben, azok helyes arányaira és azokra a gyakorlati lehetőségekre, amiket a trágyafélék az egyes terméshozások között kell hogy betöltsenek. Itt ezekre a talajerőgazdálkodás szempontjából sorsdöntően fontos üzemgazdasági kérdésekre és gyakorlati lehetőségekre kívánok rámutatni, amelyek azonban legtöbbször csak kompromisszumos úton oldhatók meg.

A talajerőfokozás célja az, hogy a szerves anyagot a talajban mennél nagyobb mértékben és jobb minőségben felhalmozzuk. Ezt különböző szerves trágyázási eljárásokkal, mint az istállótrágyázással, erjesztett szalma-trágyázással, komposztozással, zöldtrágyázással stb., továbbá megfelelő talajhasználattal, a gyökér-humuszt termeszítő növények (évelő és egyéb takarmányok) kiterjesztésével érhetjük el.

A különböző természeti és üzemi adottságok között más és más arányokban és mértékben lesz helyes, ha a szerves anyag felhalmozásának módját megszervezzük, de a törekvés mindig az legyen, hogy az egyes adottságoknak megfelelő maximális erőfeszítést fejtjük ki a talajerőfokozás érdekében, és sohase hanyagoljuk el a rentabilitás kérdését.

A különböző adottságok fogják megszabni, hogy vajon melyik szerves trágya, pl. az istállótrágya-e vagy a zöldtrágya tölti be a legfontosabb szerepet és nyújtja a legolcsóbb megoldást. Mennél jobb egy talaj takarmánytermő- és ezzel állatteltartó képessége, annál olcsóbban állíthatjuk elő az állati termékeket, ennél fogva annál nagyobb lesz az állattenyésztés jövedelmezősége és annál olcsóbb lesz az istállótrágya is. Ilyen körülmények között természetesen a szerves trágyázás alapja az istállótrágyázáson nyugszik. A takarmánytermő képességnek legdöntőbb tényezője még mostohább talajoknál is a kedvező csapadékviszonyok, szárazabb viszonyok között pedig az a körülmény, hogy a lucerna jól díszlik-e? Ahol ilyen száraz viszonyok között még a lucerna sem megy (szikes, réti agyag stb.), ott a sok szalmát értékesítő, akolban elhelyezett extenzív állattartással célra vezető előállítani olcsó trágyát. *Soványabb, homoki területeken, ahol a talaj állatteltartó képessége igen gyenge, sokkal olcsóbban termelhetjük ki a talaj szerves trágya-szükségletét zöldtrágyákkal, annyiival is inkább, mert a homokon a zöldtrágya (csillagfűrt, somkóró stb.) kitűnően díszlik, nagy tömegeket hoz, gyökereivel gyorsan lehatol a laza homokba, és tökéletemebben ellenáll a szárazságnak.*

Mindezek azonban nem jelentik azt, hogy homokon ne kellene istállótrágyát is használni, vagy legalábbis szalmatrágyázni, és kötött talajokon zöldtrágyázni, ha szerepük második helyre kerül is. Az üzemi lehetőség határáig mindent meg kell ragadni a talaj szervesanyag-felhalmozására annak az irányelvnek figyelembevételével, hogy ez a törekvés mennél kevesebbe kerüljön, és hogy egyben a szerves trágyák hatása az egyes adottságok között a legnagyobb is legyen. A szerves trágyázás helyes megszervezésének lényege tehát abban rejlik, hogy azokat az egyes adottságok között miképp választjuk meg, és az egyes módokat miképp állítjuk megfelelő arányba.

Hogy az egyes természeti adottságok között hogyan érvényesülnek a műtrágyák, azt az előzőkben már tárgyaltam. Most csak arra a szervezési kérdésre kívánok rámutatni, hogy elvileg milyen legyen az arány a szerves és műtrágyák között? *Olyan gazdaságban, ahol aránylag kevés szerves trágyát alkalmaznak, a műtrágyák erősebb mérvű felhasználása szükség-szerűséget jelent, de közel sem abból az okból, hogy a műtrágyákkal pótolni lehessen a szerves trágyát, hanem azért, hogy a műtrágyák szervesanyag-kialakító hatását minél inkább érvényesíthessék.* Ha pl. az alomszalmát szolgáltató kalászosokat nitrogén-műtrágyázzuk, vagy ha a takarmánynövényeknek és a zöldtrágyáknak az erősebb mérvű műtrágyázással különösebben kedvezünk, már ezzel magával is erős lökést adunk a talaj szervesanyag-feltöltésének, s így végeredményben a talajerőfokozásnak.

Ahol pedig egy gazdaság szerves trágyával bőven el van látva, ott azért lesz érdemes több műtrágyát alkalmazni, mert ilyen viszonyok között — amint azt már kifejtettem — hatékonyabb a műtrágyák, főképp a foszfátok érvényesülése, s végeredményben gazdaságosabb a műtrágyák

alkalmazása. Ebben az esetben a műtrágyákat már túlsúlyban az áruter-melő növények termésfokozására fordíthatjuk, mert hiszen a humusz-gyapapító növények a talaj bővebb szerves-trágya-ellátottsága folytán amúgy is jól díszenek.

A szerves és műtrágyák helyes időrendi alkalmazását legjobban a ve-tésforgóban szemlélhetjük. Irányelv az, hogy a talaj lehetőleg folyamato-san legyen kellő mennyiségű és minőségű szerves anyaggal ellátva, még-pedig több okból. Először, hogy a lebontás során állandóan álljon a nö-vény rendelkezésére mineralizált tápanyag, majd pedig, hogy a talajszer-vezetek legyenek folyamatosan foglalkoztatva, ami a talajszerkezet lerom-lásának vág elébe, annak folyamatos biológiai felépítése folytán. A talaj lehető folyamatos ellátása táphumusszal hasonlítható ahhoz a törekvéshez, amikor a háziállatok megszakitás nélküli zöldtakarmányozását biztosítjuk az ún. zöld futószalagban. Kézenfekvő, hogy nem hanyagolandó el a szer-ves anyag minősége sem, amit kedvezőtlen összetétel esetén megfelelő nit-rogénműtrágya-kiegészítéssel hidálhatunk át. Mennél lazább a talaj, annál fontosabb a szerves trágyázás egyenletesebb eloszlásának biztosítása a ve-tésforgóban, mert itt a lebontási folyamatok intenzívebbek.

Végül fontos még a talaj állandó szervesanyag-ellátása azért is, hogy ezzel a talaj víz- és levegőgazdálkodási viszonyait színvonalon tarthassuk. Téves az a nézet, hogy az istállótrágyát pontosan négy- vagy ötévenként kell egyenlő időközökben alkalmazni. Egy és ugyanazon gazdaságban talán az egyik forgóban elég lesz a nyolcévenkénti istállótrágyázás akkor, ami-kor a másik forgóban legalább négyévenként kell istállótrágyázni. Pél-dául:

- | | |
|--|---|
| I. 1. kukorica (teljes istállótrágyával) | } 4 évenként
istállótrágyázva
(200 q) |
| 2. tavaszi árpa, 150 kg szuperfoszfáttal | |
| 3. szudáni cirokfű | |
| 4. búza, 150 szuperfoszfáttal és 100 kg pétisóval | |
| II. 1. füveshere | } 8 évenként
kétszer fél
istállótrágya
(100 q) |
| 2. füveshere (búza alá 150 kg szuperfoszfáttal) | |
| 3. búza (tarlóba fél istállótrágyás napraforgó-
zöldtrágya) | |
| 4. kapás, 100 kg pétisóval | |
| 5. árpa, 150 kg szuperfoszfáttal (tarlóba fél
istállótrágyás repce-zöldtrágya) | |
| 6. kapás | |
| 7. búza, 100 kg pétisóval | |
| 8. őszi árpa, 100 kg pétisóval (füveshere alá
300 kg szuperfoszfát), füveshere,
augusztusi vetés | |

Ez a két vetésforgó, annak ellenére, hogy szerkezeti összetételük azo-nos (50% kalászos, 25% takarmány, 25% kapás), a szerves trágyázás te-kintetében merőben ellentétes egymással. Míg az I. számú vetésforgó négy-évenként részesül teljes istállótrágyázásban, addig a II. számú 8 szakaszos

vetésforgó két ízben kap fél istállótrágyát, vagyis aránylag fele annyit, mint az I. számú. Ennek ellenére szerves trágya-ellátottsága mégis jobb és folyamatosabb a következő okok miatt. A füveshere kiszántása (2. szakasz) megfelel egy teljes szerves trágyázásnak. A 4. szakaszban levő kapás ugyancsak teljes szerves trágyának megfelelő trágyázásban részesül (fél istállótrágyás zöldtrágya). Ugyanez vonatkozik a 6. szakaszban levő kapásra is. A nyolc év alatt tehát a forgó háromszor részesül teljes szerves trágyázásnak megfelelő trágyázásban, és amellett sokkal folyamatosabb elosztásban. Ami a forgó műtrágyázását illeti, a két forgó ellátottsága azonos, mégis a II. forgóban a foszfát alkalmazása ésszerűbbnek látszik, amennyiben annak zöme a füvesherére esik. Ennek célja, hogy a füveshere gyökerzetét és föld feletti részét mennyiségileg fokozzuk, és a foszfátok egy részét szerves kötésbe vigyük, részben a füvesherék nagyobb foszfát-feltároló képessége, másrészt pedig a kiszántásuk során keletkező szerves trágya foszforsav-mozgósító képessége miatt. Ennek a nagy adagú foszfát-trágyázásnak előnyös kihatását az utónövények is élvezik, mert — ismételten hangsúlyozom — a foszfátózással nemcsak a közvetlenül trágyázott utónövényt, hanem az egész vetésforgót is trágyázzuk, vagyis történjék az a vetésforgó bármely szakaszán, mindig tartaléktápanyagot végzünk. Ott pl. ahol a búzáknak alá igen helyesen szántás nélkül készítjük elő a talajt, a búza foszfátózását már az elővetemény alá végezzük el, hogy azt a szántással bevihezzük a talajba. Fontos természetesen, hogy a búza vetéséig a talajt kellő beérleléssel foszfát-aktív állapotba vigyük.

Külön kell még foglalkoznom az istállótrágya üzemgazdasági kérdéseivel. Időszórúvé teszi ezt főképp az a körülmény, hogy egyetlen trágyaféleség kezelése, nyérése, mozgatása sincs annyi kézi munkaerővel, vonóerővel és általában költséggel megterhelve és annyi veszteségi eséllyel kitéve, mint éppen az istállótrágya. Hozzájárul még ehhez az istállótrágya nagy tömege. A szántóra kiszállítása ugyanis majdnem annyi terhet ró az üzemre, mint a szántóföldi termelvények behordása. De ugyanakkor meg kell jegyezni azt is, hogy talán sehol sem lehet annyi költség-tételt és energiát megtakarítani, mint éppen az istállótrágya esetében, ha annak mozgatását jól megszervezzük. A fuvarozási költségek megtakarítása érdekében meg kellene vizsgálni minden gazdaságot, hogy *hogyan aránylanak a trágyatermelő központok (a majorok és a mellékmajorok) a betrágyázandó területekhez*, miként uralják azokat központilag. Itt nemcsak a trágya kiszállításának, hanem az alomszalma és a takarmányok beszállításának sok improduktív munkájáról is szó van, ami a vonóerő tekintetében tetemes költség-tételeket, sőt munkatorlódó zavarokat is jelenthet. A kedvezőtlen körülményeket feltétlenül érdemes áthidalni; erre többféle lehetőségünk van. A trágyatermeléstől távol eső területek megközelítésére aklos istállók kihelyezése nyújt megoldást, ahol külterjes állattartás (gulya, juhászat) útján sok szalmát használhatunk fel trágyatermelésre. Az aklos, illetve legelő állattartomány részére biztosított rövid élettartamú herefüvesek vagy füvesherék létesítésével pedig további nagy lépéssel vihetjük előre a kritikus, távol eső terület szerves trágyázását is, mert hiszen ezek kiszántása mindig egyenértékű egy szerves trágyázással. Ilyen távolra kihelyezett, külterjes irányú állattartási ágazat nem igényel olyan erős ellenőrzést, úgyhogy a trágyatermelésnek ez a decentralizált formája

jól beleillik a probléma megoldásába. Még olcsóbban megoldható ez úgy is, ha az állatokat csak a nyári idényben helyezzük ki szalmatetőre, akácgerendákból ideiglenesen összetákolt színekbe, ahova mindjárt a bő almózáshoz szükséges szalmát is odacsépeljük. Ahol nagyobb kiterjedésű területekről van szó, ott különös rendszerességgel még a zöldtrágyázást is be kell iktatni a fennálló lehetőségekhez képest. Ezeknek az irányelveknek a megvalósítása nagyban elősegíti a szerves trágyázás költségeinek csökkentését.

További szervezési probléma a trágya kihordásának és idényszerűségének megszervezése. Erre vonatkozó tapasztalataimat az alábbiakban közlöm. *A probléma szorosan összefügg a talaj kötöttségével.* Laza talajviszonyok között, nevezetesen homok esetében az érett istállótrágyát lehetőleg közvetlenül a növény vetése előtt hordjuk ki, hogy az ilyen levegős viszonyok között végbemenő gyors lebontás folytán bekövetkező tápanyagkilúgzás ne következzen be. Homoktalajon tehát trágyázási idényszerűségek nem jelentkeznek, annnyival kevésbé, mert a homokot a vízgazdálkodási viszonyok veszélyeztetése nélkül bármikor, még tavasszal is felszántathatjuk. Homlokegyenest ellentétes viszonyok jelentkeznek a kötött talajok esetében, ahol a trágyakiherdási idények már határozottan kieleződnek. Itt azt a szigorú irányelvet kell követnünk, hogy miután a tavaszi szántással rontjuk a talaj szerkezetét és vele a talaj vízgazdálkodási viszonyait, a tavaszi szántást lehetőleg kerüljük. *Az istállótrágyát tehát nem célravezető tavasszal leszántani, hanem ehelyett ősszel, illetve a nyár végén.* Ez az ún. *nyári trágyázási idény* a gabonahordás befejezése és az őszi vetési földény megkezdése közé esik. Az ilyen kötött talajban a trágya lebontása lassúbb ütemű, kilúgzási veszély alig jelentkezik egyrészt a talaj nagy szorbiós kapacitása, másrészt pedig amiatt, hogy a víz mozgása ilyen kötött talajokban igen renyhe. Az egészen szélsőségesen kötött talajoknál (réti agyag- és szikes talajok) majdnem csak erre a földényre összpontosul az összes trágya kihordása. Egy kisebb idényszerűség jelentkezik ugyan az őszi árpa tarlójának felszabadulásakor, amikor is a repce és az őszi keveréktakarmány alá hordjuk ki a trágyát és szántjuk alá. Kétségtelen, hogy ilyen szélsőséges viszonyok között, ahol az istállótrágya kihordásának idényei eloszlásban ennyire szűkre szabottak, a trágyakészletekben tetemes erjedési veszteségek jelentkeznek, mert ilyenkor az istállótrágyák egy része túlérett állapotba kerül. E túlérett készletek igen jól felhasználhatók kötött talajviszonyok között a későn vetendő növények alá, mint amilyen pl. a kukorica, csalamádé, silókukorica, szudáni cirokfű stb., oly módon, hogy azokat tavasszal egyszerűen betárcsázzuk. Természetesen a betárcsázás csakis a már ősszel megszántott talajon lesz eredményes, és tapasztalatból állíthatom, hogy eredményesebb, mint a trágyának tavaszi leszántása, még akkor is, ha a trágya egy része takaratlanul marad. A trágya sekély bevitele első lépésként kitűnő felszíni talajérettséget alakít ki, ami annyit jelent, hogy a talaj felszíne nyitva áll a víz gyors befogadására és a szükséges légcserére, ami az ilyen nagyon is kötött talajoknál életkérdést jelent. A trágyahordási mód elrettentő példája az, amikor a trágyát a tél fagyának felhasználásával hordják ki a táblára és terítik ki, leszántását pedig természetesen tavaszra hagyják. Ha a trágyát a kelletténél korábban szántják le túl nedves állapotban, tönkreteszik a talaj szerkezetét, ha pe-

dig a szántást olyan későre hagyják, hogy arra a talaj már kedvező állapotba kerül, a trágyában tetemes veszteségek következnek be.

A középkötött talajoknál már bizonyos engedményeket tehetünk annyiban, hogy a későn vetendő és trágyázandó növények alá tavasszal is kihordhatjuk a trágyát, és szántással vihetjük be a talajba. Előfeltétele az, hogy már ősszel megszántott talajra hordjuk ki, és csak akkor, amikor a talaj nedvességi állapota miatt szerkezetének leromlására nézve nem rejt semmi veszélyt magában. A trágyaleszántást nyomban kövesse a talaj lecsímítődése, hogy annak kiszáradását megakadályozzuk.

Végeredményben *mennél kötöttebb a talaj, annál több erjedési veszteséget kell áldozni a szűkre szabott trágyázási idények miatt, de az előálló veszteségek még mindig kevesebbet jelentenek, mint a kötött talajok tavaszi szántásában rejlő szerkezetrombolásnak hátrányos kihatása a talajerőre és a növények fejlődésére.*

A trágyahordási idények tökéletes kihasználásának előfeltétele, hogy minden betrágyázandó tábla szélén már *készen álljanak a trágyaszarvasok*. A tábla mellé elhelyezett trágyaszarvasból pl. egy lófogát átlag 3—5-ször annyit fordul, mint a majorból. De ezt a teljesítményt még lényegesen fokozhatjuk megfelelő prémium beiktatásával, ami ebben a szorgos idényben rendkívül megokolt. Míg prémium nélkül a tábla széléről 14—15-öt fordulnak a fogatok, megfelelő, ún. *penzum-prémiummal* 20—26 fordulatot teljesítenek. Ehhez szükséges még az is, hogy a szarvasból rakodó munkások is részesüljenek magas premizálásban, amelynek alapja a rakodó munkásoknak köbméterre kiadott (szarvasban levő) trágyamenyiség. Ez végeredményben annyit is jelent, hogy a nagyon is munkatorlódó nyári trágyázási idényben a megfelelő prémium nyújtásával 50%-kal fokozhatjuk a rendelkezésre álló vonóerőt. *Ilyen szervezési beavatkozás nélkül középkötött és kötött talajviszonyok között sohasem végezhetjük el gyorsan és maradéktalanul az ún. nyári trágyázást.* Fontos a trágyázás gyors elvégzése azért is, mert csak a hosszabb munkanapok és a legtöbb-ször sár nélküli utak teszik lehetővé a trágyahordási idény lerövidítését, és a soron következő őszi munkák idejében való és torlódásmentesebb lefolytatását, nevezetesen a silózás, a vetési munkálatok és az őszi szántások gyorsabb és maradéktalan elvégzését.

Elrettentő példája a trágyaszarvasok kialakításának az, amikor a már kész majori trágyatelepekből hordjuk ki a trágyát a szántók melletti szarvasokba. Ebben az esetben a már kész trágyatelepet újból átrakják, átszellőztetik, ami tetemes erjedési veszteséggel jár. A helyes eljárás az, amikor a napi friss trágyát napról napra kihordjuk egyenest a tábla mellé a szarvasba, ahol annak kezelését a trágyaerjesztő-mesterre bizzuk. Ezzel az eljárással, amit különösen KREYBIG propagált, igen sok erjedési veszteségtől mentjük meg trágyakészleteinket, de egyben elérjük azt is, hogy a trágya naponkénti kihordásával észrevétlenül elvégezzünk olyan nagy munkát, ami nem igényel külön kampányszerűséget. Egyébként is a trágya a nyári idényben alkalmi fogatokkal is kihordható, amelyek visszafelé zöld takarmányt hozhatnak be. Sajnos, az akoltrágyánál ezt az újboli átrakást nem mindig takaríthatjuk meg, csak abban az esetben, ha annak szükségsszerű kiürítése történetesen a trágyázási idényre esik. Ilyenkor az akoltrágyát az ahhoz közel fekvő betrágyázandó táblára hordjuk ki, feltéve,

ha annak kezelése olyan tökéletes volt, hogy egyenletesen, penészmentesen be is érett.

A trágyahordási idényekre azonban a szarvasoknak kivétel nélkül helyükön kell lenniök, aminek előfeltétele többek között az, hogy az üzembeszakadás idejében teljesen tisztában legyen vetési, illetve trágyázási tervével. E tekintetben sok elrettendő példa áll előttünk. Ilyen az az eset, amikor pl. egy tábla mellé kihordott szarvast a harmadik vagy negyedik táblára kell kihordanunk, mert a trágyázási terv időközben megváltozott. Hasonló szervezési hibák miatt feltétlenül csődöt fog mondani a nagyon is élesre betervezett trágyázási idénymunka idejében való befejezése. Sőt továbbmenve, nagyobb táblánál nem elégséges a szarvasok kihordása egy helybe, hanem azokat a gazdaságosabb kihordás érdekében a tábla két vagy több oldalára kell elhelyeznünk, hogy a fogatok annak idején minél többet fordulhassanak.

A gyakorlatban tisztázatlan kérdés még, hogy milyen adagokban nyújtsuk az istállótrágyát. Kétségtelen, hogy befolyásolja ezt a talaj kötöttsége, tevékenysége is. Minél lazább, tevékenyebb, szerkezetesebb a talaj, annál kisebb dózisokra lesz szükség, hogy megfelelő hatást érjünk el, de az ilyen talajokban a nagy adagú trágya viharosabb lebontása nem is teszi lehetővé annak gazdaságosabb kihasználását sem, mert a lebontás üteme gyorsabb, mint ahogy azt a növényzet kihasználhatná. Szorosan összefügg ez még a trágya egyenletes elszórásával is. Mennél egyenletesebben szórjuk el a trágyát, annál homogénebben oszlik el az a talajban, és annál nagyobb a hatása. Maga ez a körülmény is hathatósan hozzásegít a kisebb adagú trágyák gazdaságosabb kihasználásához. Erre a célra vannak is már külföldön tökéletes trágyaszóró gépek, de addig is, amíg ilyeneket nálunk is rendszeresítenek, sorsdöntően fontos a kiszórt trágya alapos utólagos szétterítése külön munkacsapattal. Mennél homogénebb a trágya eloszlása, annál nagyobb felületen érintkezik a talajjal, és annál tökéletesebben érvényesíti a talajra gyakorolt fizikai, kémiai és biológiai hatását. Ezzel szemben sajnos elég általánosan tapasztalható az, hogy az istállótrágya lófej nagyságú lepényekben kerül kiszórásra. Ilyenkor a területnek nemcsak 60—70%-a marad csupaszon, hanem a nagyobb csomókban levő trágya egy része eltözegekedik, mert ilyen nagy trágyalepények, amelyek viszonylag kis felületen érintkeznek a talajjal, nem tudnak lebontódni, a talaj mintegy nem emésztí azokat meg. Bekövetkezik ez a káros jelenség különösen akkor, ha a trágya szerkezet nélküli rétegbe kerül. Az ilyen eltözegekedett trágya szinte elveszett a terméshozadék és talajerő számára, de ezenkívül még komoly zavarokat is idézhet elő a talaj vízgazdálkodásában, különösen tevékenyebb, trágya-inaktívabb talajokban, mert az ilyenkor a víz mozgásában szigetelő réteget képez.

Az istállótrágya hatékonyságának további fontos tényezője még az aláakarási mélysége. Az irányelv az legyen, hogy az istállótrágyát csak oly mélyen takarjuk alá, hogy az feltétlenül a talaj szerkezetes rétegébe kerüljön. Vannak ugyanis olyan kedvezőtlen szelvénytípusú talajok, amelyek szerkezetessége csak sekély réteggű. Ha pl. egy talaj szerkezetes rétege csak 10—12 cm, az istállótrágyát legfeljebb 12—14 cm-re szabad csak alászántani, hogy a szántott réteg tevékenységét vastagabb szerkezet nélküli réteg hozzákeverésével ne rontsuk le, mert ebben az esetben a talaj trágya-inaktivitása folytán a trágya egy része eltözegekedik. Ezt az

így kezelt talajokban éveken át megfigyelhetjük. Különösen gyakori ez a káros jelenség a rossz szerkezetű, savanyú kémhatású erdőtalajoknál.

De vannak még egyéb körülmények is, amelyek megokolják az istállótrágya sekélyebb aláakaráását. Igen jó tapasztalataim vannak azzal kapcsolatban, hogy a trágyát a talajba igen egyenletesen keverjük bele akkor is, amikor azt először sekélyen (12—14 cm-re) szántjuk le (legtöbbször a szuperfoszfáttal együtt), nyomban lehengerezzük lehetőleg gyűrűs vagy szeges hengerrel, nyirkosabb talajállapot mellett pedig lesímitózzuk, hogy a trágya lebomlását ezzel is elősegítsük. Az így kezelt szántást pár heti korhadás után lehetőleg eső kihasználásával kevésbé ferdére, vagy egyenesre állított tárcsával megtárcsázzuk, hogy a trágyát felszínre ne hozzuk, de amellett még elérhessük célunkat, annak még tökéletesebb homogenizálását a talajban. Ennek nyomán nyári trágyázást feltételezve abban a legelőnyösebb folyamatok indulhatnak meg, nevezetesen élénk biológiai tevékenység és intenzív tápanyagfeltárás, mind az istállótrágyából és szuperfoszfátból, mind pedig magából a talajból is. Az így homogenizált, és mintegy biológiailag telített talaj, amit én gyakorlati nyelven »kovásznak« is szoktam nevezni, az ezt követő mélyszántással a mélyebb rétegekbe való egyenletesebb bevitelével egy sokkal tökéletesebb biológiai talajállapotot teremtet meg.

Ugyanezt a módszert követtem olyan aprómagvú növények (répa, mák stb.) istállótrágyázásával, amelyek kelése cserepesedésre hajló talajokon sokszor igen problematikus, sőt néha sikertelen is. Ilyen esetekben ezt a »kovászréteget« nem szántottuk le mélyebbre, hanem a további mélyítést altalajlazítással (kormánylemeztől megfosztott ekével) végeztük. Ebben az esetben a sekély felső rétegre összpontosított istállótrágya és e réteg fokozottabb beérése megszünteti a cserepesedést, és igen erős lökést ad a nagyon is érzékeny növények (mák, cukorrépa) kezdeti fejlődésének, amely kezdősebesség tapasztalatom szerint igen nagy kihatással van későbbi fejlődésükre is. Természetesen előfeltétele az altalajlazításnak az, hogy a talajba vitt istállótrágya addigra annyira elkorhadjon, hogy szántási torlódásoktól tartani ne kelljen.

Ezekről a különleges esetektől eltérőleg általában azt az irányelvet kell követni, hogy minél lazább a talaj, annál mélyebben takarjuk alá az istállótrágyát. Kitűnő és bátor megoldási példája ennek a már jól bevált EGERSZEGI-féle aljtrágyázási módszer, amelynek egyik célkitűzése, hogy a mélyen aláakart trágya az ilyen levegős talajban lassabban bomoljék le, illetve hogy tartósabb humusz-frakciók kialakulására nyíljk alkalom, továbbá, hogy a gyökerek a tápanyag és víz vonzóereje következtében ezekben a mélyebb rétegekben terüljenek szét, illetve ide összpontosuljanak, ami lehetővé teszi a homoktalajok amúgy is mostoha víz- és tápanyag-gazdálkodásának gyökeres megjavulását. De szerencsésen maga után vonja még azt is, hogy az egyes növények gyökérmorfológiájától függően ebben a mélyen elhelyezett szervesanyag-rétegben évről évre kedvezően halmozódnak fel a gyökerek, illetve azok maradványai, amelyek az eddigi elméleti feltevések szerint egy hosszabb időre szóló megoldást tesznek majd lehetővé. E nagy reményt keltő telkesítési eljárás problémája azonban az, hogy a silány homoktalajok miképpen termelik ki az ehhez szükséges mintegy háromszoros adagú istállótrágyát. Véleményem szerint a kérdés

megoldásának kulcsa abban rejlik, hogy a meglevő kis készletű trágyákat elsősorban és kizárólag azon növények alá adjuk, amelyek egyrészt a takarmányalapot erősítik, másrészt pedig gyökereikkel hathatósan szolgálják a kívánatos humuszréteg felhalmozását. Ilyen növények pl. az évelős takarmányok, nevezetesen a szerencsésen megválasztott herefélék, füvesherék, a silónövények (kukorica, napraforgó, édes cirok) és az őszi keveréktakarmányok. Ezzel a begerjesztő szervezési tevékenységgel kellő alapot nyújthatnánk az állattenyésztés fokozatos kiterjesztésére, és vele a trágyatermelésre különösen akkor, ha az alomszalma fokozása érdekében az őszi rozsot is erős műtrágyázásban, főképp nitrogén-műtrágyázásban részesítenénk. Az esetleg jelentkező szalmafeleslegeket úgy is felhasználhatjuk, hogy a zöldtrágya-növények (pl. somkóró) föld feletti termését az ismert szalmatrágya-készítés keretében komposztoznánk, mégpedig némi vályogtalaj belekeverésével (agyaghumus-komplexumok), amely vályogtalaj pl. a Duna—Tisza közén sok helyen rendelkezésre is áll akár szigetenként, akár pedig az altalajban. Úgy vélem, hogy e nagyon is értékes kutatási eredmény gyakorlati megoldásának ez volna a legegyszerűbb kauzális üzemszervezési módja, amelynek — ismétlem — lényege az, hogy a módszert addig az ún. árutermelő növényekre alkalmazni nem megokolt, míg a gazdaság a begerjesztést célzó trágyaönellátás tekintetében lábra nem állt, illetve kellően fel nem töltődött kellő mennyiségű istállótrágyával.

Végül főképp laikusok részéről igen sokszor felmerül még az az érdekesnek látszó kérdés is, hogy adott viszonyok között *mi az istállótrágya előállításának ára?* A kérdést azért vetik fel, hogy annak mintegy jövedelmező kihatását kiszámíthassák. Sajnos még abban az esetben is, ha a ketős könyvelés erre pontos számadatot tudna nyújtani, az adatok csak abban a kivételes esetben felelnének meg a valóságnak, ha arra éppen ráhibáznának. Vagyis más szóval az *istállótrágya előállításának költségeit megállapítani pontos számszerűséggel nem lehet, mégpedig annál az egyszerű oknál fogva, mert a számításnak nincsenek meg a szabatos alapjai.* Mindennek bizonyítása messzire vezetne, erről csak annyit, hogy előállításának ára szorosan összefügg a takarmányok, alomszalmák — mint piacképtelen termékek — szubjektív értékelésével és az állattenyésztés jövedelmezőségével. De komolyan befolyásolja még az istállótrágya előállítását üzemmen belül az is, hogy viszonylag mennyit termelünk belőle.

Az üzemszervező mezőgazda csak az üzem tüneteire alapítva állapíthatja meg induktív alapon, hogy meddig érdemes a trágyatermelést kiterjeszteni, hogy az kifejtthesse jövedelmező hatását az egész üzemre. Amint már említettem, mennél jobb és biztosabb az üzem takarmánytermő képessége, annál jövedelmezőbb lesz az állattenyésztés, és ezzel annál kevesebbe kerül annak mellékterméke, az istállótrágya. Továbbá mennél tevékenyebb, szerkezetesebb a talaj, annál kedvezőbb a hatása az istállótrágyának, tehát annál érdekesebb az állattenyésztés kiterjesztésében némi áldozatot is hozni, mert hiszen az istállótrágyának, mint az állattenyésztés melléktermékének ebben az esetben — hatása folytán — nagyobb lesz a használati értéke is. Ezek a határviszonyok és ezek mérlegelése szabja meg az állattenyésztés és vele a trágyatermelés kiterjesztésének optimális határát, amelynek arányosítása az üzemszervezés legne-

hezebb és legalapvetőbb részét jelenti. E sorsdöntő kérdések helyes megítélése különös üzemi érzéket és nagy gyakorlati tapasztalatot igényel.

Ami a *zöldtrágyázás üzemi vonatkozásait* illeti, azt már részletesen letárgyaltam »A zöldtrágyázás növényei és termesztésük technikája« c. részben. Igen nagy előnyük, hogy helyben teremnek meg, és nincsenek megterhelve az istállótrágyázás rendkívül drága kezelési és fuvarozási költségével. A zöldtrágyázásban rejlő kockázat a megfelelő növények szerencsés megválasztásával és megfelelő talajműveléssel erősen lecsökkenthető, a vetésével járó esetleges idénytorlódást pedig a mai gépesítéssel úgyszólván teljesen áthidalhatjuk. Előfeltétele, hogy a vetőmagot minden gazdaság maga termelje meg.

A zöldtrágyázás önköltségének kiszámítása és az utónövényre történő hatásvizsgálata sohasse történéjké elszigetelten, hanem az egész üzemnek, annak menetének szemléletében, és az egyes tényezők mérlegelésében. A vetőmag esetében pl. fontosabb kérdés annak helyi elszaporítási koeficiense, mint az ára. A zöldtrágya talajelőkészítésében és leszántásában esetleg jelentkező munkatorlódás fontosabb tényező, mint annak költségei, amelyből le kell vonni a zöldtrágyázás nélkül is jelentkező talajművelési költségeket. A talajművelésben és a trágyázásban esetleg jelentkező üzemi munkatorlódások következményeit feltétlenül mérlegelni kell. Mindezeket szembe kell állítani a zöldtrágyázás kedvező utóhatásával, és e kedvező utóhatás további kedvező következményeivel. Pl. a zöldtrágyázott búza szalmatermés-többlete egyben az istállótrágya-termelés többletét is maga után vonja stb.

A zöldtrágyázás nem helyettesítheti az istállótrágyázást, csak igen előnyösen kiegészítheti azt. Az előbbi főképp táphumuszt, míg az utóbbi inkább tartósabb humuszt nyújt a talajnak. Továbbá lehetővé teszi, hogy a vetésforgó szervestrágya-hézagait kitöltse, a talajszervezeteknek folyamatos táplálékot nyújt, és e folyamatosság megteremtésével biztosítja a talaj állandóbb jellegű szerkezetességét, ami az istálló- és műtrágyák jobb érvényesülését és a jobb vízgazdálkodásban rejlő ingadozásmentesebb termések kialakítását vonja maga után. Végeredményben *a zöldtrágyázás nem zárja ki az istállótrágyázást, sőt inkább erősíti egymást, annnyival is inkább, mert a zöldtrágya alá adott fél istállótrágyázás erősen fokozza annak humuszgyarapító hatását.* Ugyanez vonatkozik a zöldtrágya-növények megfelelő műtrágyázására is.

Kétségtelen, *hogy a szerves- és műtrágyák hatását nagyban fokozza még a biológiai alapon álló talajművelés is, amelynek korszerű formája gépesített talajművelés nélkül el sem képzelhető.* A gazdaságok erősebb mérvű gépesítésének azonban a talajerő fokozására van még egyéb kedvező hatása is annyiban, hogy a traktorok és vontatók bevonásával erősen lecsökkent az igásállatok létszáma. Ezek helyét haszonállatok foglalták el, mégpedig azok az istállózott haszonállatok, amelyek istállótrágya-termelése nemcsak jobb minőségű, hanem csaknem kétszer akkora, mint az igásállatoké. Ugyancsak a traktorok megerősítése tette lehetővé a másodvetéses zöldtrágyázás rendszeresebb beiktatását is. Így nyitott a technika fejlődése utat a talajerő fokozásának, amelynek fejlődési fázisait négy évtizedes gyakorlati működésem alatt alkalmam volt megfigyelni, és a vele járó átszervezéseket is elvégezni.

C) A TALAJERŐGAZDÁLKODÁS TALAJMŰVELÉSI VONATKOZÁSAI

(Irányelvek)

A talajhasználat és trágyázás mellett a talajerőfokozás elengedhetetlen kiegészítő tényezője még a talajművelés, illetve annak az irányzata, amely célul tűzi ki

1. *a talaj szerves anyagának fokozását,*
2. *a talajban levő szerves anyag takarékos és gazdaságos lebontását a növényzet javára és*
3. *mindazoknak a hiányzó tényezőknek a megteremtését, amelyek a talajéletet élénkítik. Mindezek végeredményben a talajérettséghez vezetnek.*

Ebben a fejezetben tehát közel sem az a célom, hogy a talajművelés mindenre kiterjedő általánosabb irányelveit ismertessem, hanem csak azokat a vonatkozásokat, amelyek a talajerő fokozását vannak hivatva szolgálni. A talajművelésnek ezek a célkitűzései az esetek túlsúlyában szorosan összefüggenek a talajerőgazdálkodás másik két biotechnikai tényezőjével, a talajhasználattal és trágyázással, sőt ezek kihatásait fokozottabb mértékben elősegítik és teljesebbé teszik.

A talajművelés a talaj szerves anyagának fokozását főként azzal szolgálja, hogy mechanikai hatásánál, porhanyító befolyásánál fogva javítja a talaj pórusterfogató és vízgazdálkodását, ami elősegíti a talaj biológiai tevékenységét, vele a tápanyagok feltárását, a gyökerek erőteljesebb kifejlődését (gyöker-humusz), de ugyanakkor növeli a föld feletti termést is, az istállótrágya alapanyagait, a takarmány- és alomkészleteket. Végeredményben mindezek tevőlegesen elősegítik az üzem szénforgalmát.

Mennél kötöttebb a talaj, annál sorsdöntőbb az intenzívebb talajművelés szerepe a talajerőfokozás megindításában, mert a tápanyagokban gazdag, kötött talajok szellőztetésével, beérlelésével mozdíthatjuk ki leghatékonyabban holtpontjáról a kívánatos humusz-körfolyamatot. Ugyancsak a kötött talajok esetében még vezérszerepe lesz a szellőztető talajművelésnek a bennük felgyülemlett szerves anyagok kedvező lebontásában, a mineralizációban is, mert ezzel tevékenyebbé tudjuk tenni ezeket a különben renyhe, tevéketlen talajokat.

Ezzel szemben a homoktalajokon, amelyek légjárhatósága természet-től fogva kedvező, ebből a szempontból nincs jelentős szerepe a talaj porhanyításának. Itt pl. a szántás szerepe úgyszólván pusztán az istállótrágyának, a zöldtrágyának és a tarlómaradványoknak a talajba való bekeverésére szorítkozik. Ezeknél a talajoknál a talajerőfokozás megindítása inkább a zöld- és műtrágyázás minél hathatósabb alkalmazásától függ, úgyhogy a talajművelés szerepe itt ebből a szempontból úgyszólván elenyészik.

Tudvalevő, hogy a középkötött és kötött talajokon a növények a szerkezetes, beért talajban fejlődnek a legerőteljesebben, s így *a talajművelés végcélja mindig a talajbeérlelés elősegítése kell hogy legyen.* A talaj beérlelésének előfeltétele — amint ismeretes is — a talajélet megszakítás nélküli és amellet intenzívebb folyamata, amihez azonban a megfelelő ké-

miai és fizikai életfeltételek mellett sok és jó minőségű szerves anyagra is szükség van. Ezt a talaj humuszán kívül a megfelelő talajhasználat és a szerves trágyázás szolgáltatja, a fizikai előfeltételeket pedig a talajművelés.

Éppen e felismerések folytán kell mindig arra törekednünk, hogy a talajműveléssel mennél tökéletesebben és aránylag mennél olcsóbban teremtsük meg a talajban azokat a fizikai életfeltételeket (levegő, nedveség, hőmérséklet), amelyek a mikroszervezetek számára szükségesek, illetve amelyek az adott esetben éppen hiányosabban vannak jelen. Akkor, amikor a talajművelésben nem a szokásos mechanikai eljárásokat követjük, hanem annak minden fázisában a talajélet mennél tökéletesebb kialakítását tűzzük ki célul, beszélünk *biológiai, vagy beérlelő talajművelésről*. A talajművelésnek ez az irányzata az egyedüli célravezető út, amely a talajerőfokozás megszilárdítását elősegíti.

Száraz éghajlati viszonyok között — mint általában hazánkban — főként a *vízkimélő, illetve a kedvező vízgazdálkodási viszonyokat megteremtő talajművelési rendszerrel* érünk el legkönnyebben az eszményi talajérettségi állapothoz, különösen, ha az a még többé-kevésbé szükséges talajszellőztetéssel is párosul. Ennek mértéke szabályozza a szerves anyag, illetve a humusz fogyasztását, a mineralizációt, amikor is *humuszfogyasztó és humuszkimélő talajművelési rendszerről* beszélhetünk. Mennél kötetlebb a talaj, annál nagyobb súlyt kell helyeznünk ennek ellensúlyozására, a talaj szellőztetésére. De itt óvatosan járjunk el, különösen száraz éghajlati viszonyok között, mert a talajszellőztetés egy bizonyos határon túl vízpazarlással is járhat. A kettőt tehát ésszerű megalkuvással egyeztessük össze. Ezzel szemben a könnyen szellőző homoktalajokon, amikor csak lehetséges, a humuszkimélő talajművelési rendszert kell követnünk, mert ellenkező esetben a szerves anyag viharos lebontása során a mineralizáció és a nitrátok kimosása gyorsabb lesz, mint ahogy azokat a növény fel tudná használni. Súlyosbítja a helyzetet itt még az is, hogy az ilyen koloidokban szegény talajok szorbcio-képessége elenyésző.

Befolyással van még a humuszfogyasztó vagy- kimélő talajművelési rendszer alkalmazására a talaj humuszgazdálkodása is. A nagyobb állatsűrűség, továbbá az évelő takarmányok és a zöldtrágyázás bevezetése bátrabb humuszfogyasztó talajművelést tesz lehetővé, sőt megokolttá is teszi azt, különösen kevésbé tevékeny talajviszonyok között.

Ellentétesnek hangzik az a tétel, hogy *mennél tökéletesebben, illetve szakszerűbben műveljük meg a talajt, annál kisebb energiaszükséglettel jár az, annál takarékosabban érhetjük el az eszményi talajérettségi állapotot*.

Ezzel szemben a talajművelés terén sokszor elrettentő példákat tapasztalhatunk, a mikor egyes gyakorló mezőgazdák szinte eldicsekednek azzal, hogy milyen rengeteg munkát fordítottak egy-egy tábla megmunkálására, míg eljutottak legjobb esetben addig, hogy a talaj »sima« felületűvé vált. Az ilyen drágán agyonmunkált földek messziről esetleg jól festenek, különösen avatatlanok előtt, de legtöbbször nélkülözik a talajművelés végcélját jelentő állapotot, a *talajérettséget*. Az ilyen talajművelés tisztán mechanikai műveleteket jelent, és távol áll a céltudatos talajbiológiai törekvésektől.

A biológiai talajművelés követésekor az egyes művelési eljárásokat úgy és abban a kívánatos talajállapotban alkalmazzuk, amikor a szerencsésen megválasztott talajművelő eszközzel a talaj még mintegy »engedelmesebbé«, a legkönnyebben megművelhetővé, legporhanyóbbá, viszonylag rögmentessé válhat. Minden gazdaságnak rendelkezésére áll egy bizonyos meghatározott erőforrás, úgymint a traktorok, fogatok és esetleg gőzekék. Ezeknek ésszerű és takarékos alkalmazásától függ a gyakorlatilag hasznosítható hatások, illetve az, hogy viszonylag milyen nagy erő felhasználásával sikerül a talajt jól megművelnünk, és hogy a talajérettégnek egyáltalán melyik fokát sikerül esetenként elérnünk.

Hogy az egyes gyakorló mezőgazdák egyéni képességeinek e téren is milyen tág tere mutatkozik, azt ott tapasztalhatjuk legfeltűnőbben, ahol egy nagyüzem keretében azonos talajviszonyok között több gazdaság talajművelési munkálatait, illetve eredményeit figyelhetjük meg és hasonlíthatjuk össze. Míg pl. az egyik gazdaságban a kertszerűen beért táblák sorozata mellett minden munka idejében, tehát aránylag kis erővel készül el, addig a másik, ugyanígy felszerelt, azonos talajú gazdaságban a talajok nemcsak hogy nem beérték és rögzösek, hanem a talajmunkák erősen le is késnek.

Az okszerű talajművelést pusztán elméletből elsajátítani alig lehet, sőt még a gyakorlat során sem tökéletesen, ha az nem párosul kellő érzékel, és ha nem érzünk egyet a talaj élővilágával. Éreznünk kell azt, hogy minden talajművelési eljárás milyen következményeket, változásokat von maga után a talaj fizikai állapotában, és ennek nyomán annak életében. De úgy is felállíthatjuk a tételt, hogy fel kell használnunk minden erőforrást az üzemi lehetőséget, mégpedig a maga idejében, abból a célból, hogy a talajéletet mennél előbb és mennél intenzívebben megindíthassuk.

Minél kötöttebb a talaj és minél szélsőségesebb, szárazabb a felette uralkodó éghajlat, annál nagyobb követelményeket támaszt a mezőgazdával szemben a talajművelés tudománya, sőt mondhatnánk művészete, amihez nemcsak a már említett képesség és érzék szükséges, hanem sok gondossággal párosult éber készenlét is a különösen hirtelen bekövetkező időjárási, főként esőzések okozta változások szerencsés és gyors kihasználására.

A talajművelő mezőgazda akkor bizonyítja be legjobban hozzáértését, ha megmutatja, hogy nyári szárazság esetében — különösen kötött talajviszonyok között — hogyan hozza talaját mennél rövidebb idő alatt és amellettsé mennél kevesebb erővel érett állapotba. Kétségtelen, hogy a növények nagy részénél a tenyészidő vége felé mindig jobban romlik a talaj szerkezete, éppen a beárnyékolás fokozatos csökkenése és a közbeeső esőzések talajsúlykoló hatása következtében. Fokozza ezt még a nyár melege folytán előálló hirtelen talajszáradás is. Ez a szerkezetromlás a növény letakarításakor kulminál, és mennél inkább jelentkezik, annál nagyobb a jelentősége a letakarítás nyomán azonnal alkalmazott tarlóhántásnak, illetve beérlelő talajművelésnek. Ennek elmulasztása a talaj beérlelése szempontjából pótolhatatlan veszteséget jelent. Mennél előbb sikerül ilyenkor a talajt életre keltenünk, vagyis mennél tovább áll talajunk a nyári meleg hatása alatt a megkívánt biológiai állapotban, annál több felvehető növényi tápanyag tárodik fel benne. A nyár melege, különösen ha

az még a kedvező vízgazdálkodással is párosul — mintegy konjunktúrát jelent ebből a szempontból. Minden elmulasztott nap vagy hét számottevő veszteségként könyvelendő el az utónövény rovására. Ha pedig az így van, minden erővel arra kell törekednünk, hogy a növények letakarítása után nyomban indítsuk meg a talajbeérlelő művelési eljárásokat. Elretendő példáját látjuk sokszor a kedvező lehetőségek elhanyagolásának, amikor a korán lekerülő növények tarlója hetekig megműveletlenül hever a maga életteleniségében, azzal a téves elgondolással, hogy kár a tarlót előbb megművelni, hiszen ilyenkor úgyszólván kigyomosodik, és akkor az őszi vetés előtt azt újra meg kell majd munkálni.

Annak idején az ország különböző tájain számos talajelőkészítési kísérletet állítottam be, és arra az eredményre jutottam, hogy a nyári beérlelés a talaj-, az elővetemény- és az időjárási viszonyoktól függően k. h. ként kereken 1—3 q búza-értéktöbbletet eredményezett a műveletlenül hagyott tarlók terméséhez képest. Természetesen kötöttebb és humuszban gazdagabb talajokon — különösen ha azok nem voltak mészből szegények — ez a hatás nagyobb mértékben jelentkezett, mint a lazább természetű, világosabb színű földeken.

8. A KÜLÖNFÉLE TALAJMŰVELÉSI RENDSZEREK

A különféle talajművelési rendszerek az esetek túlnyomó többségében szélsőséges adottságok hatására alakultak ki. Ilyen szélsőséges adottságok között rendszeresen van is gyakorlati jelentőségük, és tényleg be is válnak. A rendszerek megteremtői azonban sajátos viszonyaik hatása alatt iskolájukat sokszor egyedül célravezetőnek hirdetik egyéb adottságok között is. Ez azonban nem annyira veszélyes, mint inkább az, hogy egyesek bírálat nélkül követik az új rendszereket, és nem veszik figyelembe azt, hogy homlokegyenest elütő adottságok között ezek nem alkalmazhatók, vagyis, hogy a rendszerek nem általánosíthatók. Viszont azt is el kell ismerni, hogy egyes különleges talajművelési rendszerekből maradt néha egy-egy leszelídült elem, amit hazai szélsőséges viszonyaink között némileg hasznosíthattunk. Mi, magyar mezőgazdák, akik túlsúlyban a talaj és éghajlat szélsőségei között küszködünk, nem követhetjük szolgai módon sem a nyugat, sem pedig a kelet — ott igen jól bevált — klasszikus talajművelési rendszereit, hanem sajátos viszonyainkhoz alkalmazkodva kellett sajátos talajművelési rendszereinket kialakítanunk. De miután kétségtelen, hogy talán az egész világon nincs annyiféle talajtípus ilyen kis területen, mint ebben a kis országban, és amellet még éghajlatunk is aránylag elég nagy kilengéseket mutat, kézenfekvő, hogy nem vezethettünk be általánosan egy bizonyos talajművelési rendszert, annyival is kevésbé, mert ezenkívül még az évről évre erősen hullámozó időjárásunk is más és más módszerek alkalmazását teszi szükségessé. A talajművelés célkitűzése mindig azonos marad, s ez a talajérettségnek mennél gyorsabb és mennél kisebb energiával való megvalósítása. Ismerve talajművelési eszközeink hatásait, azok közül minden esetben azokat és azoknak azt a kombinációját kell szerencsésen alkalmaznunk, amelyek a fennálló adottságok között a legcélravezetőbbek lesznek.

A különféle talajművelési rendszerek kialakítására legnagyobb az éghajlat hatása, de befolyásolja ezt még a talaj kötöttsége és egyéb alkata is, főként humusz- és mésztartalma.

Humid éghajlati viszonyok között a talaj nedvességének uralkodó tendenciája felülről lefele irányul. Ez idézi elő a talaj tápanyagkilúgozódását, elmésztelenedését, szélsőséges esetekben pedig a talaj elpodzosodását, amit hazánkban némileg Zala megye őrési táján tapasztalhatunk. E tájon 800—900 mm az évi csapadék. Tetézi ezt még a kisebb hőmérséklet és a nagyobb viszonylagos páratartalom is, mert ezek a körülmények a kisebb elpárolgás folytán még hatékonyabbá teszik az amúgy is nagyobb csapadékmennyiséget. Ezzel szemben az *arid éghajlat alatt elterülő talajokban a talajnedvesség túlsúlyban inkább alulról felfele tendál*, mert a kisebb csapadékmennyiség hatását a szárító szelek mellett lerontja még a nagyobb hőmérséklet és a kisebb viszonylagos páratartalom is (erős elpárolgás). Itt kilúgozódásról nem lehet szó. Így jöttek létre a mészből és humuszban gazdag mezősi talajok, és általában Alföldünk talajtípusai, amelyek közül a legjellegzetesebbek a szikes talajok. Ezek káros nátriumsói is e felfele tendáló talajnedvesség egyik következményeként jöttek létre a feltalajban.

Igen fontosnak tartottam, hogy emlékezetünkbe idézzem ezeket a klimatikus hatásokat, mert főként ezek szabják meg a különböző adottságok között kialakult talajművelési rendszerek jogosultságát, és ezek szolgáltatnak perdöntő érveket abban a sok meddő vitában, ami éppen a talajművelési rendszerek területén folyt és folyik.

Nagy lázba ejtette a magyar mezőgazdákat a század elején Észak-Amerika legszárazabb klímája alatt (250—300 mm évi csapadék) kialakult CAMPBELL-féle talajművelési rendszer, az ún. »dry farmig«. Ennek lényege az volt, hogy e száraz viszonyok között a talajt évente csak egyszer szántották meg, de akkor sem mélyebben 20 cm-nél. A szántást nyomban megjáratatták talajtömörítővel, az ún. packerrel, és az így lehengerezett szántást nyomban meg is boronálták, sőt időnként meg is tárcsázták. A talajtömörítőnek az volt a célja, hogy a talaj szántással történő porhanyítása mellett annak vízkészletét is megőrizték, amit azzal értek el, hogy a szántással feltépett talajt újra a barázda fenekével hozták kapcsolatba, és egyben megszüntették azokat a káros, nagyobb légüregeket, amelyek a feltalaj kiszáradására vezetnek. Azáltal tehát, hogy a szántott réteget nyomban megtömörítették, nemcsak a kiszáradás és a gyökérfejlődés szempontjából káros nagyobb légüregeket szüntették meg, hanem a szántott rétegben levő vízkészlet mennyiségét is kisebb volumenre összpontosították, ami mind a mikrobák, mint pedig a növények fejlődését elősegítette.

Végeredményben a nyomban megtömörített (packerezett) szántás olyan levegőztetést, illetve pórusterfogat-növelést tett lehetővé, amely nem járt számottevő nedvességpazarlással, megszüntette az egyébként előálló káros nagyobb légüregeket, és amellet még a talajban levő nedvesség további értékesítését sem rontotta le. Mindez főként a nyomban megejtett tömörítésnek köszönhető. Egyszerűen ezzel a talajművelési eljárással megteremtették a víz és levegő kedvező arányát, ami mind a talajélet, mind pedig a gyökerek kezdeti fejlődésére kedvező fordulatot jelentett.

A nyomban adott boronának pedig az volt a célja, hogy a talajon vízpárolgást megakadályozó porhanyó takaróréteget alakítson ki. A további szántásokat tárcsázásokkal helyettesítették, ami egyben növelte a talaj beérlelését is, és megakadályozta a további szántásokkal járó vízpazarlást. A CAMPBELL-rendszer tehát évente csak egyszer szántja meg a talajt. 20 cm-nél mélyebb szántást azért nem alkalmaztak, mert véleményük szerint a 20 cm-re felporhanyított talaj víztároló képessége untig elégséges e minimális csapadék értékesítésére, és szerintük kár lett volna, ha a talajt mélyebben felrögelik, és ezzel mélyebb rétegben kiszárítják.

Ennek a talajművelési rendszernek az a célja, hogy a rendelkezésre álló minimális csapadékot minél tökéletesebben értékesítsék, s a vízpárolgását lehetőleg megakadályozzák.

Bár CAMPBELL rendszere sem volt nálunk szószerint alkalmazható, mégis azt kell mondanom, hogy döntő hatással volt alföldi kötött talajaink okszerű talajművelési rendszerének kialakítására. Lelkes követői voltak annak idején FECHTIG IMRE, DERERA JÓZSEF és VÁRADI SZABÓ JÁNOS élenjáró gyakorlati alföldi mezőgazdánk.

Legnagyobb érdeme volt CAMPBELL-nek, amit mi, magyar mezőgazdák is teljes mértékben átvettünk tőle, a *tárcsás borona* alkalmazása és meghonosítása. Nem hiszem, hogy a talajművelés történetében a vaseke bevezetése óta nagyobb jelentősége lett volna bármilyen más talajművelő eszköznek, mint a *tárcsás boronának*, ennek a páratlan talajbeérlelő eszköznek, különösen, amikor a traktorok bevezetése után nagyobb sebességre folytán hatása még jobban tökéletesedett. *A tárcsás borona bevezetése korszakalkotó mérőföldkövet jelentett a biológiai talajművelés fejlődésében.*

Ugyancsak száraz viszonyok között, Dél-Franciaország sülevényes, meszes talajain alakult ki a JEAN-féle *szántás nélküli talajművelési rendszer*. E vidék annyira száraz, hogy csak az őszi gabona megy türhetően, és emiatt a terület háromnegyed részét gabonával vetik be, egynegyed részét pedig ugarolják. A rendszer a nedvesség megőrzése céljából a talajt egyáltalán nem szántja, hanem csak *rugós kultivátorral járattja* egymásután 8—10-szer is, míg el nem éri a szántott rétegnek megfelelő mélységet (18—20 cm). Ennek a rendszernek az a célja, hogy az igen száraz és meleg éghajlat alatt elterülő sülevényes talajt szántással ne szárítsa ki még jobban, hanem annak porhanyítását és beérlelését a fokozatosan mélyebbre történő, fordítás nélküli, vízkimélő megműveléssel érje el. Ennek az egészen szélsőséges rendszernek annak idején nálunk nem igen akadt követője, de mégis érdekes, hogy a JEAN-rendszertől függetlenül egyesek hazánkban is áttértek az eke nélküli talajelőkészítésre, de csak az őszi növények alá, amire majd később visszatérek.

Nagy érdeklődést váltott ki a magyar gyakorló mezőgazdák körében MALCEV szovjet kutató nemrég ismertté vált *talajművelési rendszere*. MALCEV rendszerét igen száraz viszonyok között, Kurgán (Nyugat-Szibéria) jellegzetes kontinentális éghajlata alatt teremtetten meg. Ott az évi csapadék mennyisége 250—300 mm között váltakozik, hatásfokát azonban a rekkenő nyári melegek, az alacsony páratartalom és a szárító szelek még meglehetősen lecsökkentik. A vidék talaja 7—8% humuszt tartalmaz, mészből nem szegény, majdnem ősszállapotban levő mezőségi talaj, kitűnő

szerkezetességgel. Ez a talaj talajjerő tekintetében ma még olyan kedvező állapotban van, hogy nem szorul sem az istállótrágyázásra, sem a műtrágyázásra.

MALCEV saját adottságai között vetésforgójába nem iktatja be a füvesherét, mint talajjavító növényt, mert az e száraz viszonyok között eredményesen nem termesztethető. Ezzel szemben az a megállapítása, hogy az egyényári növények is lehetnek talajjavítók, ha azok lebontása gyakorlatilag levegőtlen viszonyok között történik. Talajművelési rendszere főként két célkitűzésben jut kifejezésre, nevezetesen a *takarékos humuszgazdálkodásban és a takarékos vízgazdálkodásban*.

A MALCEV-rendszer technikájának lényege az, hogy a talajt sohasem szántja fel. 4—5 évenként alkalmaz ugart, amikor is 40—50 cm mélyen fordítás nélküli porhanyítást, ún. *altalajlazítást* végez az általa szerkesztett kormánylemez nélküli ekével. A közbeeső években pusztán sekély porhanyító talajművelést eszközöl, mégpedig kultivátorral vagy tárcsával, amit szükség szerint boronával vagy hengerrel egészít ki.

E talajművelési rendszer hatására a termések erősen lendületbe jöttek, amit MALCEV a következőkkel magyaráz. A szántás nélküli, felszínes porhanyítás a művelési növények gyökérmaradványainak viszonylagos levegőtlen környezetet biztosít, ami megakadályozza a gyökérmaradványok viharos lebontását, és egyben lehetővé teszi a talaj szerkezetességét elősegítő ún. »aktív« humusz-frakciók (humin anyagok) kialakítását. Szerinte a szántás szellőztető befolyásával ez nem következhet be. A 4—5 évenként alkalmazott altalajlazítás célja az, hogy bizonyos időközökben mégis lehetővé váljék a talaj mélyebb porhanyítása, illetve hogy növelje annak vízbefogadó képességét anélkül, hogy a talaj egyes rétegeit eredeti helyzetükből elmozdítaná. Az altalajlazítás célja még az is, hogy a felbukkanó évelő gyomokat bizonyos időközökben gyökerében irthassa. Szükséges ez főként azért, mert a talaj fordításos szántása évről évre elmarad. Ezzel szemben az egyényári gyomok irtása évről évre eredményes lesz a sekély porhanyító talajművelések útján, miután ezek a műveletek a megfelelő vetőágy kialakításával állandóan kikelésre készítetik a felszínre került gyommagvakat, kikelésük után pedig a következő művelettel végleg elpusztíthatók. Annak ellenére, hogy ennek a talajművelési rendszernek határozott pozitív eredményei mutatkoztak, MALCEV tág kutatási látókörére jellemző, hogy rendszerét még korántsem tekinti teljesen kidolgozottnak. Megállapítja MALCEV azt is, hogy nem javasolja rendszerének elüti adottságok között való sablonszerű alkalmazását.

Rendszere nyomán bekövetkező terméstöbbleteket MALCEV főként a sekély művelés folytán előálló humuszkimélő talajműveléssel magyarázza, de nagy szerepet tulajdonít talajművelési rendszere vízkimélő voltának is. Ezek között a felette száraz viszonyok között sorsdöntően fontosnak látja, hogy a forró nyár idején szántással ne szárítsa ki a talajnak éppen azt a rétegét, amelyben a növények gyökereinek átlag 80—85%-a terül el. Ennek tanulságait mi, magyar mezőgazdák is levontuk, amikor az őszi növények alá már nem szántunk, hanem csak porhanyítunk. Hogy a nyári szántás mit jelent szélsőséges éghajlati viszonyok között a talaj kiszáritásában, azt DULAY és RUSSEL (1942) észak-amerikai kutatók is megállapították. A nyári tárcsázással mintegy kétszer annyi talajnedvességet

halmoztak fel a talajban, mint a szántással. MALCEV kiváló rendszerének magyarázatát tehát a kedvezőbb vízgazdálkodásban és az ennek nyomán bekövetkező élénkebb talajéletben, illetve a növényi tápanyagok fokozottabb biológiai mozgósításában találhatjuk meg.

Hogy mi, magyar mezőgazdák MALCEV rendszeréből milyen gyakorlati tanulságot vonhatunk le saját talajművelési rendszerünk módosítására, arra nézve csak az ilyen szellemben beállított tartamkísérletek fog-nak irányt mutatni. Egy azonban bizonyos, mégpedig az, hogy az időnként megejtendő fordításos szántást viszonyaink között egyrészt az istálló-és foszfát-trágyák talajba vitele, másrészt pedig az élő takarmányok szükségyszerű kiszántása miatt nem nélkülözhetjük. De nem hagyhatjuk el még ott sem a szántást, mégpedig az évenkénti szántást, ahol a talaj humusztartalma, *szerkezetességre való hajlama* nem olyan kimagasló, hogy az nélkülözhetné az őszi szántással járó mechanikai felporhanyítást, illetve a pórustérfogot fokozását. Szükség van erre egyrészt abból a célból, hogy a talaj a téli csapadék tárolására alkalmasabb legyen, másrészt pedig, hogy a talajélet és a növény gyökérzete számára kedvezőbb élet-teret biztosíthassunk. MALCEV tehát a humuszban gazdag és szerkezetes-ségre hajlamos talajadottságok között nem szorul a szántással járó pórus-térfogot-regenerálásra. De nem szorul erre azért sem, mert ott kevésbé érvényesülnek a nagyobb esőzéssel járó talajszerkezetrontó befolyások, sőt a hosszantartó téli fagy (7—8 hónap) olyan megdermedt állapotban tartja a talajt, hogy ez alatt az idő alatt szünetel minden olyan talajülepe-dés, amely a pórustérfogat természetes leromlását elősegítené.

Ezeknek az ismereteknek a birtokában a MALCEV-féle talajművelési rendszerrel talán elsősorban a száraz Tiszántúl legtermékenyebb, humusz-ban leggazdagabb mezősegi talajain érdemes kísérletezni, tehát Csanád, Békés és Szolnok megye legtermékenyebb mezősegi talajain, ahol a talaj hajlama a szerkezetességre kimagasló. A rendszert természetesen magya viszonyokra alkalmazzuk olyan értelemben, hogy az időnkénti altalajlazítást a nálunk nem szokásos ugar helyett a korán lekerülő növények után iktassuk be, de a szükség szerinti szántást sem kerülhetjük el az egyes trá-gyák és évelősök tarlójának leszántása miatt. Hogy a rendszer kihatása mi-lyen lesz egyrészt a növények termésére, másrészt pedig távlatilag a talaj-erőre, ezt csak szabatos versenyvetésforgók keretében tisztázhatjuk majd. Ugyanakkor azonban a tudományos vizsgálatokat, úm. a talajszerkezet-, humusz-, talajnedvesség-, nitrát- és biológiai vizsgálatokat sem nélkülöz-hetjük a maguk dinamikájában. Addig, amíg ezeket a kérdéseket a kuta-tás nem tisztázza, megítélésem szerint a rendszer gyakorlati alkalmazá-sát felelősséggel nem szorgalmazhatjuk. MALCEV talajművelési rendszeréből, mint ahogyan majdnem minden más rendszerből is talán tudunk valami értékes elemet hasznosítani, amellyel saját talajművelési rendsze-rünket egy lépéssel ismét továbbfejleszthetjük. Gondolok itt a szükség-szerű szántás mellett a talajok időnkénti fordítás nélküli mély lazítására, amely lehetővé tenné egyes talajtípusaink altalajszellőztetését abból a célból, hogy a gyökerek mélyre hatolását elősegítve (CO_2 gyökérméreg gyérítése), az altalaj gyökérhumuszban gazdagítását, kedvező vízgazdál-kodását és általában biológiai felporhanyítását fejleszthessük. Elméleti elképzelésünk szerint ez a malcevi elem nagy lépéssel vihetné előre egyes

talajtípusainkon a talajerő fokozását, és egyben az eredményesebb szárazgazdálkodást.

A rossz szerkezetű, kilúgzott erdei talajok eredményes talajművelési rendszerét GÖRBING teremtetette meg. Ez majdnem több, mint tisztán talajművelési rendszer. Célját ugyanis, a talaj szelvénytípusának javítását nem pusztán sajátos talajművelési eljárásokkal, hanem az azokkal párosult trágyázással, talajhasználattal és meszezéssel törekszik elérni. A rendszert GÖRBING szellemében SEKERA fejlesztette tovább.

A csapadékos tájakon elterülő savanyú kémhatású erdei talajok termőképességének legfőbb akadálya a talaj szerkezetnélküliségében rejlik. Ugyanis az altalaj és feltalaj között egy teljesen szerkezet nélküli, tömődött, majdnem élettelen réteg alakul ki, mégpedig a talaj leromlásától függően vékonyabban vagy vastagabban, és ez a záróréteg erősen gátolja a gyökerek lehatolását az altalajba, s a talaj kedvező vízforgalmát. Mindezek csökkentik a talaj gyakorlati vízkapacitását és ezzel termőképességét. Ennek a tömődött zárórétegnek legkezdetlegesebb formáját tudvalevően általában eketalp-betegségnek nevezik, de az ún. eketalp-prétegek veszedelmes vastagságban is jelentkezhetnek. Ezek a káros rétegek a csapadék kilúgzó hatására jönnek létre. A mészből szegény, koagulálásra nem képes kolloidok mintegy eliszaposítják és egyben eltömik a talaj alsóbb rétegeinek pórusait, és gyakorlatilag egy meglehetősen élettelen, eltömődött réteget alakítanak ki. Mindezek a folyamatok főképp akkor jönnek létre, amikor a nedvesség uralkodó tendenciája a talajban felülről lefelé halad.

GÖRBING megállapítása szerint az ilyen beteg talajok gyógyítása pusztán talajműveléssel nem lehet eredményes, de az első lépést mégis ezzel kell megkezdennünk. A beteg talajokat altalajlazító ekével szántja meg úgy, hogy a szántás csak oly mélyen történik, mint amilyen mély a talaj felső szerkezetes rétege (8—12 cm). Az eltömődött, beteg réteget pedig az altalajlazítóval töri meg, mégpedig azzal a jól bevált technikával, hogy az altalajlazítót olyan mélyre állítja be, hogy annak talpa már a jobb szerkezetű altalajban járjon. Ezzel az ún. kétrétegű műveléssel kettős célt kíván elérni. A felső, jó szerkezetű réteg sekély szántásával nem veszélyezteti az egészséges réteg leromlását azzal a régebben szokásos káros művelettel, hogy mélyszántással az egészséges talajba belekeverték a tömődött, élettelen talajréteget, és így azt alkalmatlanabbá tették a növények egészséges fejlődésére. Továbbmenve, a beteg réteg feltörésével fellazul ugyan a beteg talajréteg, a fellazulás azonban közel sem hosszan tartó, hanem csak pillanatnyi hatású. Ennek a mechanikai műveletnek az a célja, hogy a nyomban elvetett agresszív gyökerű növények gyökerei utat törhessenek a beteg talajrétegbe, hogy azt jól behálózthassák, végeredményben pedig biológiailag felporhanyíthassák. Az ún. gyógyító növények hatását megfelelő meszezéssel, istálló- és műtrágyák alkalmazásával még fokozhatjuk is, s így gyökérzetük még erőteljesebbé, sűrűbbé, behálózóbbá válik. E komplex talajgyógyítás eredménye az lesz, hogy a gyökerek biológiai felporhanyítása miatt a felső, szerkezetes réteg a tömődött réteg rovására fokozatosan vastagszik, míg végre eléri azt az eszményi állapotot, amikor a tömődött réteg teljesen megszűnik. Ebben az esetben a vízforgalom és a növények gyökereinek fejlődése szabadabbá válik az altalaj

irányában. Az ilyen »meggyógyított« talajok vízkapacitása, szárazságbírása is erősen fokozódik, de tavasszal is korábban vethetők, mert a záróréteg megszűnté következtében vízelnyelő képességük is kedvezőbbé válik.

Hogy a kétrétegű ekét helyesen állíthassuk be, GÖRBING elengedhetetlenül szükségesnek tartja, hogy a talaj szelvény szerkezetét, nevezetesen a felső szerkezetes réteg és az ez alatt levő tömődött réteg vastagságát megállapítsuk. Ez az ún. GÖRBING-féle *ásópróbával* történik, amely nemcsak a kérdéses talajszelvények rétegzettségét van hivatva felderíteni, hanem egyben a tömődött réteg ún. betegségi fokozatát is, amit annak minőségi szerkezetéből, törési felületéből és a rögök nagyságából állapíthatunk meg.

GÖRBING talajművelési, mondhatnám földművelési rendszerét, illetve annak egyes elemeit jól hasznosíthatjuk, főként északkeleti és délnyugati tájaink kilúgozott erdőtalajain.

A felsorolt talajművelési rendszerek vázolásával csak irányelveket szándékoztam nyújtani arra, hogy a szélsőséges természeti adottságok között milyen talajművelési módszerrel és milyen eljárásokkal törekedhetünk helyesen arra, hogy a mindig leginkább hiányzó talajbiológiai és növénytermesztési tényezőket kialakítsuk. Ez a törekvés kell hogy megszabja saját talajművelési rendszerünket is.

9. HAZAI TALAJMŰVELÉSÜNK IRÁNYELVEI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A TALAJERŐGAZDÁLKODÁSRA

A hazánkban uralkodó száraz éghajlati viszonyok között a biológiai alapon álló talajművelés legfontosabb célja a kedvező vízgazdálkodás megteremtése a talajban, amit egyrészt a csapadék tökéletesebb felvételével, másrészt annak megőrzésével érünk el. Ezzel a legtöbbször hiányzó természeti tényezővel indul meg a talajélet, különösen a nyári idényben, amikor is az egyéb tényezők, de különösen a meleg bőven áll rendelkezésre. Ezek a felismerések igazolják azt, hogy a talaj beérlelésére egyedül a nyári idény (tavasztól ősziig) felel meg legjobban, mégis elég gyakran tapasztalható, hogy gyakorló mezőgazdánk nem mindenütt élnek ezekkel a kedvező lehetőségekkel. A nyári idény melege, ha az a biológiai talajművelés nyomán keletkező kedvező vízgazdálkodási viszonyokkal párosul, a talajban élénk biológiai folyamatokat indít meg, és ezek hatásaként kialakul a talaj szerkezete (biológiai felépítés), bekövetkezik a nitrifikáció és egyéb nyers növényi tápanyagok biológiai feltárása, amit egyezőval a talajérettség állapotával szoktunk megjelölni. A különböző talajtípusokon és éghajlati viszonyok között más és más talajművelési eszközökkel, és azok más és más kombinatív alkalmazásával érjük el végcélunkat, a talajérettséget, a talajerőgazdálkodásnak ezt a leghatékonyabb tényezőjét. De követendő talajművelési eljárásainkat befolyásolja még az időjárás, a talaj trágyázottsága, az elővetemény, sőt az utónövény által támasztott igények is. Ezzel szemben meg kell állapítanunk azt is, hogy éppen a száraz, nyári idényben, a kívánatos talajállapot megteremtése egyben a legnehezebb, mégpedig nemcsak a talaj kiszáradt volta miatt, hanem amiatt is, hogy a learatott növények lekerülte után a talajok, illetve a tarlók kevés kivételtől eltekintve biológiailag már rendesen le-

romlottak. A talajművelő mezőgazda tehát akkor bizonyítja be legjobban hozzáértését, akkor adja leginkább tanújelét érzékének, ha a nyári szárazságban megmutatja — különösen kötött talajviszonyok között —, hogy talaját mennél rövidebb idő alatt és mennél kevesebb energiával milyen módon hozza beért állapotba.

Visszagondolva négy évtizedes talajművelési gyakorlatomra, amiben úgyszólván összes talajtípusaink szerepeltek, meg kell állapítanom, hogy talajművelési rendszerünk sokat fejlődött. A haladás, kevés kivételtől eltekintve, sokszor a szélsőséges időjárási viszonyok kényszerű hatása alatt inkább a gyakorlati élet bátor és merész próbálkozásainak és kísérleteinek köszönhető. A tudomány ezek után inkább csak magyarázta és rendszerbe foglalta a gyakorlatban már jól bevált új eljárásokat. De igen sokat köszönhet a talajművelés fejlődése az egyes újabb eszközöknek, mint pl. a tárcsás boronának, az altalajlazító ekének, és mindenek felett a talajművelés gépesítésének, amely nagyobb energiaszolgáltatásánál és sebességénél fogva lehetővé tette a tökéletesebb minőségi munkát, üzemgazdasági szempontból pedig a munkatorlódások letompítását, és az eddig csak elméletileg elképzelt talajművelési eljárások (pl. a gyors és maradéktalan tarlóhántás) teljes üzemi megvalósítását.

Semmit sem, ami a talajélettel függ össze, s így a talajművelést sem lehet sablonizálni. A rendelkezésre álló holt talajművelési eszközök, és azok mechanikai kihatásai pusztán előfeltételeit teremtik meg a talaj életének, ennek a csodálatos bioenergiának, amit mi, gyakorló mezőgazdák a talajerő feltárása útján növényeink javára működtetni és hasznosítani kívánunk.

A tarlóhántás

A talajélet megindításának és a későbbi talajművelési eljárások meg­alapozásának kiinduló pontja a szakszerű tarlóhántás. Jelentősége száraz viszonyok között, mondhatnám sorsdöntő. Előfeltétele azonban, hogy tökéletes technikával hajtsuk végre, ellenkező esetben hatása elenyészik. Valószínűleg ez a körülmény is hozzájárult ahhoz, hogy sokan miért nem győződtek meg a tarlóhántás kimagasló hatásairól. A tarlóhántás egyik fő célja a talajrontó növények (gabonafélék) lekerülte után a talajélet minél gyorsabb és tökéletesebb felébresztése és megindítása, éppen a nyári melegek kihasználásával. A talajjavító, beárnyékoló növények (repce, hüvelyesek, keveréktakarmányok stb.) lekerülte után pedig a tarlóhántással az a célunk, hogy az ún. beárnyékolási érettséget tovább fejlesszük, öregbítsük, mert ellenesetben ez a kedvező talajállapot — mint ahogyan sajnos többször tapasztalhatjuk — teljesen elvész.

Technikája általánosan ismeretes, mégis néhány fontos részletkérdésre fel szeretném hívni a figyelmet. A tarlóhántást nyomban a növény letakarítása után, mondhatni órák múlva kell megindítani, amikor a növény beárnyékoló hatásából még szárazság esetén is marad némi nedves­ség a talajban. A tarlóhántás specifikus eszköze száraz viszonyok között a tárcsás borona, mégpedig a traktor vontatta, nagy átmérőjű (45 cm), levelekkel ellátott, éles és erősen ferdére állított, dupla tárcsás borona. Az

esetek legnagyobb részében olyan kiszáradt talajjal van dolgunk, hogy a tárcsázás nyomán, különösen kötött talajok esetében, rögök keletkeznek. Ilyenkor a tárcsázást nyomon kövesse a hengerezés, illetve legyen a tárcsa után akasztva a sima henger, hogy az így elaprózott rögök mintegy teljes beborítást biztosító porréteget képezhessenek, és így az alatta levő megműveletlen, kemény talajréteg fokozatos felnyirkosítását lehetővé tegyék. Szeretném itt nagyon is hangsúlyozni, hogy egyáltalán nem jelent hibát, ha a tárcsázással a tarlómaradványok takaratlanul maradnak. Az egyedüli cél az, hogy *1—2 ujjnyi, egyenletes, porhanyó takaróréteget alakítsunk ki*, amely — bármilyen vékony is — elégséges a talaj fokozatos felnyirkosításához, és ennek nyomán a talaj felülről lefele történő beérleléséhez. Az ilyen sekélyen megművelt talaj egyben a kihullott gyommagvaknak a *legjobb vetőágyat nyújtja*, azokat kikelésre készíti, amit elősegít még az egyre felnyirkosodó talaj is. Az eddigi téves hiedelmektől eltérően éppen a sekély tarlókántás egyik leghatékonyabb eljárása a gyomirtásnak, mert a tarlóra hullott gyommagvak ilyenkor nem kerülnek mély alátakarásra, hanem azonnal kikelhetnek. A kikelt gyomokat ne hagyjuk elvélni, hanem a következő művelettel zsenge korukban dolgozzuk be a talajba, mert ezzel a mikrobák számára igen jó minőségű szerves táplálékot (fiatal, jó összetételű gyökerek) nyújthatunk; ez a talajélet, illetve a talajérettség további megerősítését szolgálja. Így még a gyomoknak is *szerepet juttathatunk, de csak akkor, ha azokat fiatal korban irtjuk ki*. Ellenkező esetben a gyomok a talajt kiszáritják, magba menve fertőzik, és az elvéült gyökérmagadványok kedvezőtlen C/N aránya miatt abban káros erjedési folyamatokat hoznak létre. A sekély művelés jelentősége még, hogy *elősegíti a következő mélyebb talajművelés sikerét*, sőt lehetőségét is, mert az így felnyirkosodott talajt még a legnagyobb szárazságban is sikeresen megszánthatjuk, olcsóbban és jobban megművelhetjük. Igen jól emlékszem még, amikor barázdás szomszédú, azonos talajú gazdaságokban nem vette be a talaj az ekét, mert nem, vagy rosszul hántották meg a tarlót, szemben azzal a gazdasággal, hol a bármily sekélyen, de tökéletesen végrehajtott tarlókántás nyomán vígan szánhattak a tavasziak alá.

Ritkán előforduló esős nyarak esetén a tarlókántás nyomán természetesen nem henger, hanem magtakaró vagy tövis-boronát járassunk. A cél mindig azonos, a *porhanyó takaróréteg* megteremtése. Ilyenkor erősebben kapnak lábra a gyomok, és megokolt, ha a beérlelő műveletet kultivátorral folytatjuk, mert az biztosabban irtja az erősebb gyomokat.

Nagy előnye a sekélyművelésű tarlókántásnak még az, hogy *gyorsan, olcsón és maradéktalanul elvégezhetjük*.

Több elrettendő példáját is láthatjuk a tarlókántásnak szerte az országban. Láttam az elmúlt évben olyan gazdaságot is, ahol a tarlókántást ekével végezték, persze a területnek csak egy kis részén, mondván, hogy inkább csak a terület töredékén végzik el, de alaposan, mert amit már egyszer megszántottak, annak el is vetik a gondját. Egy másik gazdaságban ugyan mindent meghántottak tárcsával, de úgy, hogy a felület mintegy 50%-a takaratlanul maradt. A majdnem egyenesre beállított tárcsa műveletlen sávokat hagyott maga után, de még ez sem részesült kiegészítő munkában. Kár volt erre a hatásában úgyszólván semmit sem

jelentő vonóerőre egy fillért is költeni. Ha ilyen avatatlan kezekbe kerül a tárcsás borona, ez a kiváló talajművelő eszköz, akkor érthetővé válik, hogy sokan miért nincsenek felőle jó véleményyel.

Az őszi növények talajelőkészítése

A közelmúltban vitatott volt az őszi növények talajelőkészítésének kérdése. Valamikor, az ugartartás korszakában a búza talajelőkészítésének klasszikus módszere a háromszori szántás volt. Pályám legelején, mintegy 40 évvel ezelőtt, CAMPBELL hatása alatt az volt a korszerű felfogás, hogy elégséges, ha minden földet évente egyszer szántunk meg, a hiányzó gyomtalanító és porhanyító műveleteket pedig fordítás nélküli porhanyítással, tehát tárcsázással, kultivátorozással, vagy boronálással végezzük el. Ez a nézet még ma is megállja a helyét az őszi növények alá való talajelőkészítés kivételével, amikor is száraz viszonyok között még ezt az egy-szeri szántást is elhagyjuk, és az előkészítő műveletek csak a sekélyen történő, fordítás nélküli, sorozatos porhanyításból, nevezetesen a tárcsázásból és kultivátorozásból állnak.

A gépi technika mai állása szerint a legmegfelelőbb eszköz erre a traktortárcsa. Ennek a módszernek a csíráit FECHTIG IMRE, VÁRADI SZABÓ JÁNOS és DETTRICH JÓZSEF már régebben megindították. Néhány névtelen gyakorló mezőgazda után határozott rendszert MANNINGER G. ADOLF formált belőle, aki tudományos vizsgálatokkal is igazolta gyakorlati tapasztalatait. Már én is 28 év óta követem igen jó eredménnyel a búza talajelőkészítésének ezt a módszerét, mégpedig nagy területeken és sok talajtípuson, s mondhatom, hogy minden munkatársam, akit ebbe bevezettem, meggyőződéses híve lett ennek az eljárásnak. Előfeltétele csak az, hogy technikáját tökéletesen végezzük és hogy a célt, a talaj beérlelését mindig szem előtt tartsuk. Ahol ez hiányzott, ott az eredmény elmaradt, és nyugodtan mondhatom, hogy az erre vonatkozó meddő viták nagy része a hanyag technika negatív tapasztalataiból származott. Ahol nincs megfelelő talajművelő eszköz (nagy átmérőjű dupla tárcsákkal), ahol a tárcsákat nem állították be megfelelően, és a talajt kiegészítő munkával nem látták el, ott nem lehet eredményes a módszer.

Egyébként technikai kivitelezése a következő. A korán lekerülő elővetemények nyombani tarlóhántása a nyári beérlelés céljából döntően fontos. Utalok itt a tarlóhántásról mondottakra, amikor újból hangsúlyoznom kell, hogy *nem a takaróréteg vastagsága a fontos, hanem a réteg finomsága, annak tökéletes, hézagmentes takaró képessége*, hogy a talaj felnyirkosodása és érése a következő művelési eljárást megkönnyítse, mintegy előkészítse. Az őszi talajelőkészítésének további eljárása a talaj fokozatos fordítás nélküli porhanyítása és mélyítése. A cél a talajérlelés fejlesztése és a szükség szerinti gyomirtás. Ennek legmegfelelőbb eszközei a *traktortárcsa és az »Arns« fogú traktorkultivátor*. A traktortárcsa a talajlazítás és érlelés, a traktorkultivátor pedig inkább a gyomirtás tökéletesebb eszköze. Ez a felismerés szabja meg azt, hogy esetenként szükség szerint melyik eszközt alkalmazzuk. Csak igen ritka esetben hagyhatjuk el e műveletek kiegészítő munkáját, száraz talajállapot mellett a hengert, ha pe-

dig a talaj nedvessége miatt az ragadna, a könnyű vagy hátára fektetett boronát. E kiegészítő műveletek elmulasztása akadályozza legtöbbször a tökéletesebb vízgazdálkodás és ennek nyomán a talajbeérlelés kialakulását. Az ősziek alá a tarlóhántást is beleértve 3—4-szeri porhanyítás rendszeren már tökéletesen beért előkészítést jelent, amikor is minden művelés után egy-egy keskeny talajréteggel vastagítjuk a takaróréteget. *A cél itt is a rögmentes és gyommentes takaróréteg biztosítása, amely a legjobb megteremtője a talajérettségnek.* A megművelt réteg vastagsága a talaj kötöttségétől és nedvességi állapotától függően 8—15 cm között ingadozik. Az egyes művelések az előző művelés irányával mindig keresztbe történjenek, megismétlésükre pedig csak akkor kerüljön sor, ha a talaj ki-gyomosodott, vagy ha egy csapó eső lesúlykolta. Ez utóbbi esetben, ha a talaj gyommentes, egy boronálás is elégséges. Ezzel szemben, ha az ún. nyári keverőszántással egy vastagabb talajszeletet bontunk meg, és terítünk ki a nyár szárító melegének, akkor szárazság esetén leromboljuk a talaj további beérését. A rögök és az ártalmas nagyobb légüregek keletkezése ilyenkor elkerülhetetlen. A rögös szántáskor keletkező nagy légüregek nem tévesztendők össze a talaj szerkezetessége esetén kialakuló, hasznos, parányi légüregekkel, amelyeknek fontos szerepük van a talaj légcseréjében és annak vízvezető képességében. A nagyobb légüregek környékét övező talajfelület a külső légáramlás hatására kiszárad. E nagyobb légüregek ugyanis különösen szárító szelek esetén állandó légáramlásnak vannak kitéve, s környékükön a talajban száraz szigetek keletkeznek. Ezek megakadályozzák a víz szabad mozgását, és ez az egész talajszelet fokozatos kiszáradására vezet, ami végeredményben maga után vonja a talaj nem kívánatos élettelenségét. Még ha nyomban el is dolgozzuk a rögöket hengerrel, és részben megszüntetjük a nagyobb légüregeket, az ilyen talajban intenzívebb életet csak akkor tudunk megindítani, ha egy kiadós eső után az egész talajszelet átázik, és azt mindjárt meg is tárcsázzuk vagy nehézboronáljuk. Bár e veszedelmes légüregek megszűnése hosszabb ülepedés után is bekövetkezhetik, de addig is, míg ezt elérjük, rendszeren szünetel a talaj érése. A talajérés kiesése pedig nagy veszteséget jelent az utónövény kárára. Azért mondják a gyakorló mezőgazdák, sőt a korszerű növénytermesztési szakkönyvek is, hogy az őszi növények ülepedett talajban fejlődnek csak jól. Ez a talajülepedési folyamat kiesik az eke nélküli talajelőkészítésnél, mert az így előkészített és beért talaj veszedelmes légüregeket nem tartalmaz.

A két talajművelési eljárás kétféle helyzetet teremt. A tisztán eke nélküli előkészítéssel ugyan nem műveljük meg a talajt olyan mélyen, mint a keverőszántásos előkészítéskor, de ezzel szemben a beérés sokkal tökéletesebb lesz. Minél szárazabb a nyár és minél kötöttebb a talaj, annál jobban kidomborodik annak beérése az eke nélküli előkészítés nyomán. Nyírkos nyári időjárásnál, ami nálunk ritkábban fordul elő, ezek a különbségek megszűnnek. Az őszi kalászosoknál, amelyek mélyművelést különösebben nem igényelnek, sokkal hathatósabb tényező a talaj érettsége, mert ennek nyomán egyenletesebb, erélyesebb lesz a kelés, a fejlődés, és az ilyen nagyobb kezdősebességgel megindult növény gyökérzete még az őszi folyamán gyorsabban lehatol a mélyebb rétegekbe, mint az a növényke, melynek ugyan a keverőszántás mélyebben hasította fel a talajt,

de a beérés hiányosabb volta miatt fejlődése gyengébb. *Nem a talaj mélyebb művelése, hanem mélyebb beérése a döntő*, vagyis az őszi kalászosoknál a talaj beérése döntőbb tényező a talaj mélyebb megművelésénél, annál is inkább, mert a növények őszi megerősödése a beért talajban, illetve fejlődésük nagyobb kezdősebessége több biztosítékot nyújt a szárazság elleni küzdelemben (a gyökérzet gyorsabb, mélyebb lehatolásával), mint a mélyebben megművelt, de kevésbé beért talaj. Az őszi kalászosok június végére aratásra letakarulnak. Mire a szárazság bekövetkezik, az őszi vízforgalma a minimumra csökken. Ebben a kivételes esetben a mélyebb művelésben rejlő víztartalékolás jelentősége kevésbé fontos, annál is inkább, mert az őszi tenyészideje egészen közel esik a téli csapadékhöz. Igazolják feltevésemet hosszú évek során folytatott gyökérvizsgálataim és megfigyeléseim is azzal a megjegyzéssel, hogy a gyökérfejlődésben jelentkező különbségek főképp száraz évjáratokban és kötöttebb talajviszonyok között emelkedtek ki.

Igen érdekesek és találóan mutatnak rá ezekre a tapasztalatokra POSGAY beható talajnedvesség-vizsgálatai, amelyek szerint eke nélküli talajelőkészítés esetén *a talajnedvesség különösen ősszel a talaj 20 cm-es mélysége tájkán jóval nagyobb, mint az ekével előkészített talajban*. E talajnedvesség-többlet hozza létre az élénkebb talajéletet és ezzel a talajérettséget, de ugyanakkor a zsenge növénynek is több talajnedvesség jut. Mennél szárazabb a nyár és az ősz, annál nagyobb lesz a különbség a búza fejlődésében a tárcsázott talaj javára. Ez a körülmény jellegzetes száraz viszonyaink között egy bizonyos biztonságot is nyújt.

Viszont POSGAY azt is megállapította, hogy tavasszal ez a talajnedvesség-különbség megfordított helyzetet teremtett, amennyiben a szántással előkészített talaj alsó rétegeiben több lett a nedvesség, mint a tárcsázottban. Ez érthető is, hiszen a szántott talaj vízelnyelő képessége természetesen nagyobb. Mégis, amint a gyakorlat is igazolja, az ősszel beért és több nedvességet tartalmazó talajban a növény erősebben fejlődik, nagyobb kezdősebességgel indul, és ez a körülmény kedvező kihatással van későbbi fejlődésére is. De kedvezően befolyásolja az érett talaj még a *sűrűbb növényállomány kialakulását is* (nagyobb bokrosodás), amit TÓTH JENŐ tiszántúli mezősegi talajon lefolytatott kísérletei is igazolnak. A közvetlen az aratás előtt megejtett terméselemzés szerint a k. h.-kenti kalászosok száma így alakult:

szántással előkészített parcellán	1,272.000
tárcsával „ „	1,842.000

Egyébként az ország hét táján lefolytatott kísérletek eredményei azt mutatták, hogy 1952-ben 5 helyen, 1953-ban pedig 6 helyen volt kedvezőbb a termés az eke nélküli talajelőkészítés javára.

Az eke nélküli talajelőkészítésnek tapasztalataim szerint még az is az előnye a szántásos előkészítéssel szemben, hogy a *búza jobban ellenáll a fagynak*, annál az egyszerű oknál fogva, mert az így előkészített talaj mentes a már említett nagyobb légüregektől. Ez a körülmény is hozzájárul a termések ingadozásmentesebb, biztonságosabb alakulásához.

Az eke nélküli előkészítésre sokan azt hozzák fel ellenérvül, hogy ha nem szántunk, akkor elgyomosítjuk a talajt. Éppen ellenkezőleg. Az ál-

landó tárcsázásokkal, illetve kultivátorozással kikelésre kényszerítjük a felszínre hullott magvakat, feltéve, ha nyomban hengerezünk (sekély magágyképzés), és a gyomot a következő műveléssel mindjárt el is pusztítjuk. Ezzel szemben a szántással a gyommagvak a barázda fenekére kerülnek, és azok legveszedelmesebbjei, a keményhéjúak (vadrepce, pipacs stb.), megfertőzve a talajt, évekig is elvárnak, amíg a következő szántásokkal a felszínre kerülve gyomosítanak. Az eke nélküli nyári előkészítés következetes alkalmazása a *talaj gyomtalanításának leghatékonyabb tényezője* és megelőzőes módszer. Kivételt képeznek az élő gyomok, mint az acat és tarack, amelyeknél az eke nélküli művelés határozottan ellenjavalt.

Későn lekerülő kapásnövények (kukorica, répa, késői burgonya stb.) után a talaj eke nélküli előkészítését éppen olyan indokoltnak tartom, mint a korai elővetemények után, sőt annál is inkább, mert a későn lekerülő növényeknél fontosabb a vetés gyors lefolytatása. A répa- és burgonyatarlók egyszeri, legfeljebb kétszeri tárcsázása tökéletes magágyat nyújt. Ha a talaj a kelleténél nedvesebb, akkor kultivátorozással jobban előkészíthetjük. A kukoricánál feltétlenül a tárcsa lesz az előkészítés sajátos eszköze, mert a tárcsa kitűnően felaprózza a talajban levő kukorica szárcsonkjait és a tarló gyomnövényeit, ha azok nem hatalmasodtak el. Az így előkészített talaj sokkal rögmmentesebb, üregmentesebb, mint a megszántott talaj, és a búza kelése hiánytalanabb lesz.

Az eke nélküli talajelőkészítés jelentősége különösen száraz időjárásban és kötött talajviszonyok között domborodik ki. De ha nyirkosabb időjáráskor nem is mutat fel a termésben előnyös különbséget az eke nélküli módszer, annak kisebb önköltsége, valamint gyorsabb lefolytatási lehetősége miatt üzemen belül a termések mégis fokozódnak. A módszer ugyanis *lényegesen kevesebb vonóerővel éri el célját*, de ami még ennél is fontosabb, hogy *az üzemen belül rendelkezésre álló meghatározott vonóerő a búza talajait gyorsabban elő is készíti*. Ez gyakorlatilag annyit jelent, hogy a vetési munkálatokat előbb elvégezhetjük, és így *a tenyészidő természetesen nem jut kifejezésre a kiragadott agrotechnikai kísérletek keretén belül*. Általánosan ismert tény ugyanis, hogy a tenyészidőben beállott 2—4 heti késés, ami a két művelési mód között üzemen belül kialakulhat, 1—2 q búzatermés-különbséget jelent, a szalmánál a kétszeresét, a nyereendő istállótrágyánál pedig annak négyszeresét. A szalmatermések növelésében is kifejezésre jut tehát a módszer közvetett hatása a talajerőfokozás kedvező alakulására.

Annak ellenére, hogy az eke nélküli talajelőkészítés biológiai és üzeme-gazdasági előnyei igen jelentősek, *adódnak körülmények, amikor annak alkalmazása nem lesz helyénvaló*, nevezetesen:

a) *Ha a talaj alkatánál fogva erősen szétfolyó, szerkezetnélküliségre hajló*. Ezek elsősorban a savanyú kémhatású erdőtalajok, egyes szikes talajtípusok, és a humuszban igen szegény agyagtalajok. Ide tartoznak még azok a talajtípusok is, amelyek nem szorulnak szerkezetkialakításra, de alkatuk miatt ki sem alakítható bennük a szerkezetesség. Ezek a tiszta homok- és láptalajok.

b) Ahol a talaj víznyomások (árvíz, belvíz) következtében annyira levegőtlené vált, pórusterfogatában annyira lecsökkent, hogy nagyon is rászorul egy intenzívebb mechanikai felporhanyításra, a szántásra.

c) Ahol az őszi elöveteménye füveshere, hereféle, szudáni cirokfű vagy egyéb, a feltalajt erősen behálózó növény, amelynek nemezes gyökereit és erős tarlómaradványait csakis szántással keverhetjük a talajba és bontathatjuk le megfelelően.

d) Ahol nagy a hajlamosság a torsgomba-betegségre.

e) Amikor olyan erősen esős a nyári időjárás, hogy a talaj elgyomosodását csak szántással küzdhetjük le.

f) Ahol a talaj a tarackkal fertőzött.

g) Végül, — ami talán a legfontosabb — ott, ahol a gyakorló mezőgazda nem műveli talaját a talajélet figyelembevételével, illetve amikor nem követi kellő gondossággal annak technikáját, amely a módszer eredményességének sorsdöntő előfeltételét jelenti.

A szántásos talajelőkészítés technikájának lényege és javított formája abban áll, hogy a talajt egynél többször nem szántjuk meg. A már említett tarlólántás után az ún. keverőszántás akkor következnek be, amikor a talaj a tarlólántás után némileg beért és kigyomosodott. A keverőszántás csak olyan mélyen történjék, hogy lehetőleg elkerüljük a rögszántást, vagyis csak olyan mélyen szántunk, ameddig porhanyós, beért a talaj, még ha az sekély is lesz. A szárazabb talajállapot mellett a közép mély szántást nyomban kövesse a henger, mégpedig lehetőleg a szeges, de még inkább a gyűrűs henger. A gyűrűs henger kötött talajnál sajátosan nélkülözhetetlen. Fontos, hogy nagy átmérőjű, amellet kis szélességű, tehát erősen hegyes szögben végződő élű legyen, mert kötött talajon csak az ilyen típusú henger tudja a rögeket és az ártalmas légüregeket megszüntetni. (Ezt a hengertípust annak idején utasításom alapján a törökszentmiklósi gépgyár készítette.) A nyomban hengerezett talajban megszűnnek az ártalmas légüregek, a felületi rögek elaprózódnak, illetve védve vannak a kiszáradástól. Már egy kiadósabb nyári esőzés elégséges lesz ahhoz, hogy annak nyomán az így kezelt talajt egy boronálással vagy tárcsázással kertileg elaprózhassuk és érlelésnek indíthassuk, szemben a hengerezetlenül hagyott rögs, üreges talajjal, amelynél talán még háromszor annyi csapadék sem lesz elégséges a megkívánt porhanyításra. Ez a talaj többé már ne kerüljön szántás alá. A további talajelőkészítésnél azt a célt tűzzük ki magunk elé, hogy a talaj porhanyós, beért legyen, és gyommentesen készítsük elő a vetésre. Ennek eszközei esetenként a tárcsa, a kultivátor vagy fogas borona, a talaj kötöttségétől, nedvességi állapotától és gyomosodottságától függően.

Meg kell még említenem, bizonyos talajoknál kivételesen megokolt, hogy a keverőszántást különleges ekékkel végezzük el. Erősen összeiszapolódo, szerkezet nélküli, humuszban szegény, savanyú erdei talajoknál, amelyek erősen hajlanak az eketalp-betegségre és általában a feltalaj alsó része erősen összetömődött, gyógyító hatásként alkalmazandó a sekély szántással kombinált altalajlazítás. Ezzel elérjük azt, hogy a szerkezet nélküli és eketalp-betegségben szenvedő réteget fellazítva, a növénygyökerek részére könnyebben áthatolhatóvá tesszük. A keszthelyi erdőtalajon ilyen

irányban lefolytatott kísérletek azt igazolták, hogy a 12 cm mélyen szántott, és további 12 cm mélyen lazított szántásba vetett repce 5 nappal előbb kelt ki, mint a 22 cm-esre szántott. Magyarázata a következő: erdei talajunk felső 12 cm-es rétege morzsás szerkezetű, az azalatt levő réteg szerkezet nélküli, tömődött volt, így a sekélyen forgatott részen a vetőmag érettebb, szerkezetesebb rétegbe kerülve, azonnal kikelt. Ezzel szemben a mélyebben forgatott talajban az alsó rétegek tömődött szerkezet nélküli része a felszínre kerülve, a vetőmag kelését vontatottabbá tette.

Ismételten arra szeretnék itt rámutatni, hogy különösen az őszi talajelőkészítésénél fokozott figyelmet fordítsunk arra, hogy a talaj a vetésig beérett állapotba kerüljön. Ezt a különböző talajtípusokon és különböző kulturállapotban levő talajokon más és más módszerekkel érhetjük el, mégpedig az ún. eke nélküli műveléssel, s az ekével, valamint altalajlazítással kombinált szántással.

A szántás és altalajlazítás

Az őszi mélyszántás, illetve tágabb értelemben a mélyítés kérdése körül a legutóbbi időben hazánkban sok meddő vita alakult ki. A dolgok tisztázása érdekében azokra a technikai és biológiai vonatkozásokra szeretnék itt rámutatni, amelyek erre a sokszor vitatott kérdésre talán világosságot derítenek.

Annak ellenére, hogy az ősállapotban levő talajokat, mint pl. az ősmézóségeket még soha nem szántották, pórustérfogatuk, szerkezetességük mégis a legeszményibb, és erős fölényben vannak a barázdás szomszédú kultúrtalajokkal szemben, amelyeket úgyszólván évről évre szántunk. De az élő takarmányok, a füvesherések és tisztaherések szerkezetessége, pórustérfogata, gyakorlati nyelven porhanyóssága is jobb azon talajokénál, amelyekben egyéves növényeket termesztünk, és amelyeket évről évre felszántunk. Mindezek oka a már előzőekben vázolt *biológiai felporhanyítás*, amit a hosszabb ideig zavartalanul működő és lebomló gyökerek nyomán kialakult talajélet (mikroflóra és mezofauna) teremt meg. Ezzel szemben a talajműveléssel, nevezetesen a szántással évről évre kénytelenek vagyunk ún. *mechanikai felporhanyítást* végezni, mégpedig azért, hogy az egyéves növények letakarítása nyomán szerkezetileg leromlott talajok hiányosabb pórustérfogatát legalább *mechanikailag regeneráljuk*. Ezzel az a célunk, hogy az utónövény gyökerei hathatósabban fejlődhesse- nek, és a talaj víz- és levegőgazdálkodása kedvezőbben alakulhasson. Tudjuk azonban azt is, hogy ez a mechanikai felporhanyítás meglehetősen tökéletlen és kevésbé időtálló, mert a talaj egyrészt önsúlya, valamint a tiprások miatt (talajművelő gépek, állatok és emberek), másrészt pedig a csapadék hatása következtében fokozatosan összeüledik, összetömődik. *Be- folyásolja ezt a káros folyamatot a talaj mechanikai összetétele, de különösen humusz- és mésztartalma, egyszóval a talaj szerkezetességre való hajlama is.* A természetből szerkezetességre hajló (humuszban gazdag mezőségi), és általában a biológiailag le nem romlott talajok a szántás hatására továbbra is megtartják kedvező pórustérfogatukat, és természetes összetömődésük, szerkezetromlásuk a tenyészidő végére lassabban követ-

kezik be. Talán legjobban befolyásolja a pórusterfogat alakulását a növény, nevezetesen annak talajrontó, illetve talajjavító volta. A talajrontó növények alatt ugyanis az előzőleg mechanikailag felporhanyított talaj a tenyészidő végére kívánatos pórusterfogatát erős hanyatlással elveszti, s így a mechanikai felporhanyítás igazán csak akkor lesz tartós és eredményes, ha annak nyomán olyan művelési növény következik, amely jó minőségű és dús gyökérzetével gyorsan be is hálózza a mechanikailag felporhanyított talajréteget, és a tenyészidő végéig azt be is árnyékolja, vagyis ha a mechanikai porhanyítás a biológiai felporhanyítással párosul. A mechanikai felporhanyítással tulajdonképpen csak a durva munkát végezzük el, és pusztán fizikai előfeltételeket nyújtunk ahhoz, hogy a gyökerek erősebben kifejlődhessenek, továbbá hogy elhalásuk nyomán a talajlakó szervezetek bővebb tápanyaghoz jussanak abból a célból, hogy a talaj szerkezetessége kialakulhasson (biológiai felépítés), végeredményben tehát a talaj biológiailag felporhanyulhasson. Mennél jobb összetételű és dúsabb gyökérzetű növény követi tehát a talaj mechanikai felporhanyítását, annál inkább várható, hogy a felporhanyítás biológiai alapon tökéletesebben kialakulhasson. A talajművelés és a növényzet ilyen összefüggésében rejlik a talajerőfokozás egyik legsorsdöntőbb irányító tényezője, amit állandóan figyelembe kell vennünk.

A szántásnak, mint mechanikai műveletnek a talajerő szempontjából pozitív és negatív kihatásai vannak, amelyeket a különféle talaj és klimatikus viszonyok között mindig mérlegelni kell. A szántást talajbiológiai szempontból sokszor szinte szükséges rossznak kell tekintenünk, mert az durva beavatkozás a talaj életébe. A különösen száraz nyári időben végzett mélyszántás a talaj kiszáradását vonja maga után, továbbá egy olyan gyökeres átrétegződést idéz elő, hogy a mikrobákban leggazdagabb réteget temeti el a barázda fenekére. Mindezek erősen megzavarják a talaj biológiai egyensúlyát, és időre lesz szükség, hogy az újból helyreálljon. Egyszóval a mélyszántás több-kevesebb kiesést jelent a talajélet folytonosságában.

Mennél kedvezőtlenebbek az életfeltételek a talajmikrobák számára, annál tovább tart kívánatos elszaporodásuk az elszegényedett rétegben, tehát annál lassabban áll helyre a biológiai egyensúly.

De ugyanolyan brutális beavatkozást jelent a szántás a giliszták és egyéb hasznos talajlakó állatok életében is, amelyek életfunkcióit ez az erős helyváltoztatás és az optimális rétegből történő kimozdítás erősen megzavarja. Mindezek ellenére kultúrtevékenységünk során szükség van erre az operációra, a talaj rendszeres szántására még akkor is, ha ez átmenetileg visszaesést jelent a talaj életében. Ezt az átmeneti visszaesést vállalnunk kell, és mint a vérvesztéséget jelentő operációt, a későbbi felledülés reményében el kell végeznünk. Esetenként mennél nagyobb felledülést várhatunk a szántás nyomán, az annál fontosabb lesz, de ugyanakkor fontos az is, hogy az operációt mennél kevesebb talajbiológiai meg-rázkódtatással, »vérvesztéssel« végezzük el.

Nem nélkülözhetjük a szántást az egyéves növények termesztése miatt sem, mert — amint már említettem — ilyen viszonyok között nagyon is rászorul a talaj a pórusterfogat regenerálására. A szántás hatására ugyanis a talaj pórusterfogata annyira megnő, hogy a talajszület térfogata

25—30%-kal lesz több. Ebben a térfogatnövekedésben persze bennfoglaltatnak a nagyobb légüregek is. Vannak ezenkívül természetes technikai szükségszerűségek is, mint a szerves trágyák, foszfát-trágyák, zöldtrágyák és erősen nemezestarlómaradványok leszántása, az állati és egyes gombakártevők levegőtlen viszonyok közé vitele, az évelő gyomok irtása stb., amelyek miatt esetenként nem hagyhatjuk el a szántást.

Szükség van a szántásra *humidabb éghajlat* alatt azért is, hogy a ki-lúgzás folytán lehatoló tápanyagokat és kolloidokat időnként visszafordítsuk, illetve felhozzuk eredeti helyükre, a felsőbb rétegekbe, mert ennek hosszabb ideig tartó elmulasztása a felsőbb és alsóbb rétegek között mind a tápelemek, mind pedig a mechanikai összetétel tekintetében szélsőséges eltolódásokat alakít ki. Ezek a felismerések teszik teljesen érthetővé előtünk MALCEV szántás nélküli talajművelési rendszerét, mert az ottani száraz viszonyok és az ottani talaj erős szorbcio-képessége feleslegessé teszik a szántás egalizáló feladatát. Hazai viszonyaink túlsúlyban a két szélsőség között helyezkednek el. Nem nélkülözhetjük az őszi szántást a talaj lazítása során előálló *nagyobb vízelnyelésének és vízkapacitásának kialakítása érdekében* sem, különösen száraz viszonyok között. Mennél hosszabb tenyészidejű és nagyobb szárazanyag-tömegeket hozó növények alá történik a szántás, annál nagyobb a jelentősége, de különösen a mélyebb szántásnak, a talaj vízelnyelő képességének és vízkapacitásának fokozása miatt. De megérdeklünk még a mélyebb talajelőkészítést azok a növények is (lucerna, somkóró, takarmánykeverékek stb.), amelyek jó minőségű és dús gyökérzetükkel a talajt biológiailag tartósabban és mélyebben felporhanyítják. A mélyművelés ez esetben főként a talajerőfokozást szolgálja és hatása főként az utónövény termésében bontakozik majd ki.

Nyirkos éghajlat alatt, különösen kötöttebb talajok esetében a szántással járó porhanyítás célja még a *talaj levegőztetése*, mert ilyen viszonyok között ezzel a szellőztető művelettel szüntethetjük meg a talaj hiányzó tevékenységét. Általában a szántással a jobb vízgazdálkodási viszonyok megteremtése mellett kedvezőbbé tesszük a talaj légcsereszonyait is (CO_2 káros felhalmozásának megszűnése), ami nagyban elősegíti a gyökerek dúsabb elágazását, a gyökérhumusz-képzést, és kedvező növény esetében a talaj biológiai felporhanyítását. Mindezek elősegítik az élénkebb talajbiológiai tevékenységet, és egyben a tápanyagtőke intenzívebb feltárását.

Ezen elméleti felismerések, de a tapasztalatok szerint is hazai viszonyaink között általában nem nélkülözhetjük a talaj évenként egyszeri felszántást, kivéve az őszi alá megfelelő viszonyok között. Kézenfekvő, hogy a talaj- és éghajlati adottságoktól függően a szántással más és más problémákat kell megoldanunk, és ezek fogják megszabni annak jelentőségét és technikai végrehajtását is.

Ami a talaj mélyművelését illeti, az történhetik *szántással, szántással kombinált altalajlazítással és tisztán altalajlazítással szántás nélkül* (MALCEV). Hazai viszonyaink között a mélyítésnek altalajlazítással való kombinációját a gyakorlatban, sajnos, nem alkalmazzák, holott ennek bizonyos talajadottságok között nagy fontossága volna. Sőt a megfelelő eszközök hiánya miatt még a kiterjedtebb kísérletezésre sincs lehetőség.

Hogy milyen mélyen szántunk, annak eldöntése sok tényezőtől függ, és közel sem állítható fel a tétel abban a formában, hogy »mennél mélyebben szántunk, annál nagyobbak lesznek a terméseink«. A mélyszántás egy mélyreható operációt jelent. Mélyen csak oly talajviszonyok között megokolt szántani, ahol a termőréteg mélysége és homogén volta azt megengedi, (mély rétegű mezősségi talajok), vagyis ahol a mélyebb szántással nem rontjuk le a feltalaj minőségét, továbbá ott, ahol a talaj olyan minőségű, hogy annak mély forgatása után elég gyorsan helyreállhat a talaj biológiai egyensúlya. Mennél gazdagabb jó minőségű humuszban a talaj, mennél jobb annak szerves trágyázottsága, annál gyorsabban helyreáll a kívánatos egyensúly, különösen akkor, ha a talaj nem túl kötött, vagyis eléggé szellőzött. Ellenkező esetben a mélyszántás csak fokozatosan történhet.

Sokan megfélekedeznek arról, — és ezt a mindenáron való mélyszántás-pártiak felé hangoztatom —, hogy a *mélyszántás súlyos kötelezettséget von maga után a talaj szervestrágya-ellátását illetően*. Ugyanis a mélyszántás, de különösen a nyakló nélküli mélyszántás a talaj szerves anyagának intenzívebb lebontását idézi elő, úgyhogy ha a mélyszántásos rendszerrel nem párosul a belterjesebb szervestrágya-ellátás, a megfelelő állatsűrűség és az évelő takarmányok termesztése, bizonyos idő után beáll a humuszdeficit, és a talaj szerkezetileg leromlik. Más szóval, *ha a biológiai akkumulátort gyorsabban fogyasztjuk, mint ahogyan töltjük, akkor a talajerőgazdálkodásban egy erősen hanyatló irányzat következik be*. Szélsőséges példáját tapasztaltam ennek egy olyan gőzekével felszerelt cukorrépa-gazdaságban, ahol kivételesen a kelletténél kisebb volt az állatlétszám, és így gyengén istállótrágyáztak. Ezzel szemben jogosult lehet a rendszer követése a még őszállapotban, őserőben levő csernozjom-talajokon, amelyek még évtizedekig sem szorulnak a szervesanyag-utánpótlásra. Hazai viszonyaink között csak egészen kivételesek az ilyen talajok, úgyhogy nálunk általában azt az irányelvet kell követni, hogy *a mélyszántással a megfelelő szerves trágyázottság arányban álljon*. Megengedhető, sőt megokolt a rendszeresen alkalmazott mélyszántás még a mély rétegű, bár nem jó minőségű humuszban gazdag, Tisza menti réti agyagtalajokon is. Igen jó tapasztalataim voltak azzal, hogy e fiatal és »nyálkás« humuszt tartalmazó talajokat mély gőzeke-kultúrával átszellőztettük, amivel azok vízelnyelő képességét annyira sikerült megjavítani, hogy a tavaszi vetést a gőzekével mélyített táblákon hetekkel előbb megkezdhattuk. E talajtípusok ezenkívül nagyon rászorultak még az erős szellőztetésre is, mégpedig kötöttségük, túlságos kolloidális alkatuk miatt.

Meg kell még azt is jegyeznem, miszerint beható dinamometrikus mérésekkel megállapították, hogy a vonóerőszükséglet nem arányos a szántás mélységével, hanem a mélység növekedésével a vonóerő erősen progresszív, még azonos talajrétegzettség mellett is (PONCET, 1938).

A mélyszántásnak gátat vet még a talaj nem megfelelő rétegzettsége. Ilyenek a sekély termőrétegű és a beteg összetételű altalajjal rendelkező talajok (szikes talajok). Nem egy ilyen talajt láttam már, hogy nem óvatos gőzeke- vagy traktorszántás következtében véglegesen tönkrementek, amikor a szikes talajok a felhalmozódási szint felszínrehozásával még jobban elszikesedtek, vagy amikor a sekélyebb termőrétegű dunántúli mező-

ségi talajokon a humuszban szegény, erősen meszes réteg belekeverésével tették a talajokat túl tevékenyvé, túl éhessé. Ilyen esetben van különös gyakorlati jelentősége a szántással kombinált altalajlazításnak, mert ilyen körülmények között módunkban áll, hogy a feltalaj minőségi leromlása nélkül annak víz- és léggazdálkodását, a fokozottabb gyökérhumusz-képzést, és általában a mélyszántásnak egyéb előnyeit majdnem olyan mértékben érvényesítsük, mint a mélyszántáskor. *Mennél kötöttebb a talaj, annál inkább életkérdés az altalajlazítás*, mert ezzel a kötött talajok légjárhatóbbakká, vízelnyelőbbekké válnak, és tavasszal korábban be is lehet azokat vetni. De előnyös lehet még az altalajlazításos szántás a mély rétegű mezőszégi talajokon is ott, ahol a gyengébb szerves trágyázottság miatt ésszerű a humuszkímélő talajművelési rendszer alkalmazása. Kézenfekvő ugyanis, hogy az altalajlazítással kombinált mélyítéssel nem fogyasztunk annyi szerves anyagot, mint a tiszta mélyszántással. *De nem fogyasztunk annyi talajnedvességet sem, mert e kétrétegű szántással keskenyebb talajszeletet terítünk ki a nyár szárító hatásának*, úgyhogy száraz viszonyok között ennek kedvező vízgazdálkodási befolyása is figyelembe jöhet. Legnagyobb jelentőségű hazánkban az altalajlazításos szántás az *eketalp-betegségben levő, de különösen a még ennél is betegebb, savanyú kémhatású erdei talajokon*, amelyek szelvényében sokszor egészen vastag, szerkezet nélküli, tömődött rétegek vannak. Ilyen beteg, podzolszerű talajaink vannak főként az északkeleti, de különösen délnyugati tájainkon.

Az ún. *eketalp-beteg* talajok szerkezet nélküli, tömődött rétege 1–10 cm között ingadozhat. Ezek már az elpodzolosodott talajok csoportjába tartoznak. Keletkezésük oka e csapadékos tájakon az, hogy a gyakori csapadék hatására a talaj könnyen kimosható kolloidjai lefelé hatolva, lerakódnak egy olyan rétegben, amelynek pórusterfogata valamivel kisebb, mint a felette levő rétegé. E kisebb pórusterfogatú réteg előállhat a talaj természetes rétegezettségéből, de keletkezhet azáltal is, hogy mindig ugyanazon mélységben szántunk, különösen akkor, ha a szántást a kelletténél nedvesebb talajállapotban végezzük, amikor is az eketalp a sáros barázda fenekén valóságos záróréteget alakít ki. Még a legjobb mezőszégi talajokon is láttam ilyen eketalp-betegséget. Az ilyen záróréteg megakasztja a vízforgalmat, a gyökerek mélyre hatolását, egyszóval erősen lerontja a talaj gyakorlati vízkapacitását, és csökkenti a gyökérszelvény életterét. Amint már az előbbieknél is említettem, ennek a beteg talajnak egyetlen gyógyszere az altalajlazítással kombinált szántás, azzal a szigorú rendszabállyal, hogy *csak oly mélyen szántunk, mint amilyen mély az egészséges, szerkezetes talajszelvény, a beteg szelvényt pedig csak altalajlazítóval törjük fel*. Ezzel elérjük azt, hogy az egészséges, szerkezetes réteg minőségét nem rontjuk le a szerkezet nélküli, tömődött, rögöket felhozó, beteg réteg belekeverésével, úgyhogy a növények kezdeti fejlődése lendületesebb lesz, ami maga után vonja majd a gyökerek erélyesebb lehatolását a beteg, de az altalajlazítóval felhasított rétegbe (GÖRBLING). A gyökerek erélyesebb lehatolását még fokozhatjuk azzal is, hogy a szerkezetes réteget istálló- és műtrágyával feltöltjük. A beteg réteg biológiai felporhanyítása pedig akkor következik be igazán, ha nyomban az altalajlazítás után dús és agresszív gyökerű, ún. gyógyító növényeket (herefélék, repce stb.) vetünk el. A csak

keskenyebb eketalpban szenvedő talajok rendbehozhatók, különösen jobb talajtípusokon (mezősegi talajon) akkor is, ha a szántás mélységét állandóan változtatjuk.

Figyelemre méltó PRETTENHOFFER sziktalajjavítási törekvése, amely szerint az altalajlazítás fokozatos mélyítésével, majd a mész és gipsz együttes adagolásával segíti elő a káros sók kimosását, és ezzel az amúgy is igen sekély termőréteg fokozatos mélyítését. Reméljük, hogy eddigi kísérleti eredményeit rövidesen a gyakorlat is hasznosítani fogja, mihelyt a szikes talajnak megfelelő, erősebb méretű altalajlazító talajművelő eszközök rendelkezésre állnak.

Ugyancsak talajgenetikai okokból, de homlokegyenest ellentétes klimatikus körülmények között jöttek létre azok a *podzol-talajok*, amelyek tömődöttségi rétege ugyancsak több méterre hatol le, és amelyeknél a termőréteg fokozatos mélyítése szintén a meszezéssel kombinált altalajlazítással lehet eredményes. Elképzelésem szerint mindkét esetben tartósabbá tehetnénk a termőréteg fokozatos mélyítését, ha a mechanikai fellazítás nyomán megfelelő agresszív gyökerű növények rendszeres beiktatásával a biológiai fellazítást érvényesítenénk. Az ezzel kapcsolatos kísérletek folyamatban vannak.

Különleges célokat szolgál az *előhántós eke*. Azáltal, hogy az előhántós ekével a talaj legfelsőbb rétegét, illetve annak nagy részét lehántjuk, a szántás tulajdonképpen két rétegben történik, és így a talajszelet már eleve kétfelé hasadva tökéletesebben, rögméntesebben omlik szét. Az előhántós ekével végzett szántás tehát, ha az ekét jól beállítjuk, *mindig kevésbé rögös és légüreges, mint a közönséges ekével szántott talajé*. Ezért elsősorban olyan *kötöttebb talajokon alkalmazzuk, amelyek rétegezett-sége homogén* (kötöttebb típusú mezősegi talaj és réti agyagtalaj), és amelyek kötöttségüknél fogva jobban rászorulnak a porhanyításra. Nem homogén rétegezett-ségű talajok esetében az előhántós eke ártalmas is lehet, mert általa a mikroszervezetekben gazdag réteg a barázda fenekére kerül, és hosszabb ideig tart, míg a talaj biológiai egyensúlya helyreáll. De kifejezetten *ellenjavallt az előhántós eke alkalmazása a sekély szerkezetű rétegzett-ségű, különböző, savanyú kémhatású erdőtalajokon*, ahol a barázda-fenekre került szerkezetes réteg helyébe egy tömődött, szerkezet nélküli, holt talaj kerül a felszínre, amely a zsenge növényeket meggátolja fejlődésükben. Hasznos lehet még az előhántós eke az erősen gyomos, de különösen tarackos talajok gyomirtó kezelése céljából is. VILJAMSZ az előhántós ekét homogén rétegzett-ségű, csernozjom-talajokon alkalmazta jó eredménnyel, de különösen a fűveshere kiszántásakor, amire majd még ebben a fejezetben visszatérek.

Ami a szántás és altalajlazítás technikai végrehajtását illeti, azt röviden a következőkben foglalhatnám össze:

Az őszi növények esetleges nyári szántásos talajelőkészítését semmi esetre se végezzük mélyen, de különösen szárazabb talajállapot mellett nem, mégpedig a talajnedvesség kímélése céljából, de még amiatt sem, hogy káros nagyobb légüreges ne keletkezzenek, amelyek a talaj további kiszáradására és lassúbb ülepedésére vezetnek. A *rögösödés és a káros légüreges lecsökkentésének másik eredményes technikai rendszabálya még az is, ha az ekékkel keskenyebb talajszeleteket fogatunk*. E téren sok

elrettentő példát tapasztalhatunk, különösen nyári szárazság esetén, amikor a kötött talajokon szélesre beigazított szántással a talajban helyrehozhatatlan rögös és üreges állapot áll elő. *A nyári szántás megfelelő ideje akkor következik el, amikor a talaj a tarlóhántás nyomán már kellően felnyirkosodott, és a kikelt gyomok még nem vénültek el.* A szántás mélységét is a talaj felnyirkosodása szabja meg azzal, hogy ha már mindenáron szántani kell, csak oly mélyen szántunk, hogy elkerüljük a talaj erősebb rögösödését. Ezért és a nagyobb légüregek eltüntetése miatt sorsdöntően fontos, hogy *az ekét nyomban kövesse a henger*, nevezetesen a talaj rögösségétől függően a sima, de inkább a szeges, illetve gyűrűs henger. A gyűrűs henger különösen kötött talajviszonyok között nélkülözhetetlen. A gyűrűs hengerezés nyomán a talaj felületén levő rögök részben elaprózódnak, részben pedig belenyomódnak a talajba, ott mintegy felnyirkosodnak, és nincsenek úgy kiteve a további kiszáradásnak, mint a felületen heverő és a szárító hatásnak minden oldalról kitett, nagyobb méretű rögök. A helyesen előkészített, nyomban lehengerezett talajnak már egy közepes esőzés is elégséges lesz ahhoz, hogy boronálással vagy nagyobb esőzés után tárcsázással kertileg elaprózhassuk, beérlelhessük, szemben a hengerezetlenül hagyott rögös, üreges talajjal, amelynél talán még háromszor annyi csapadék sem lesz elegendő a megkívánt állapotok megteremtéséhez. Meg kell azonban azt is jegyeznem, hogy még a legerősebb rögtörő hengereknek (Cambrige, Croscill) sincs mélyreható hatásuk a talaj belső légüregeinek megszüntetésére, különösen kötöttebb talajviszonyok között. A keletkezett légüregek megszüntetésének specifikus eszközeül CAMPBELL a *talaj-tömörítőt* (packer) jelölte meg. A magam részéről erre a célra talán még megfelelőbbnek és gazdaságosabbnak tartottam és alkalmaztam is a *szeges hengert*, amelynek hosszabb fogai, behatolva a szántott rétegbe, tökéletesen megszüntették a káros légüregeket, de egyben szerves kapcsolatba is hozták a szántással elszakított talajszeletet a barázda fenekével. Ezzel még nagy lépéssel mesterségesen is szíttethetjük a talaj ülepedett állapotát is, amit oly sokat emlegetnek a szakkönyvek. Nagyobb figyelmet kellene szentelni ennek a talaj kiszáritását megakadályozó és beéredését elősegítő eszköznek, és jobban el kellene terjeszteni. Természetesen fontos előfeltétel, hogy a hengerek nyomban kövessék az ekét (traktoreke után akasztva).

Nyirkos talajállapot mellett a talaj kötöttségétől függően fogas borona és simító kövesse az ekét, vagy pedig a hengerre akasztott könnyű borona. Túl nedves talajállapot mellett, ami nyáron ritkaságszámba megy (1940 és 1955), a talaj kellő szikkadásáig kerüljük a szántást, hogy annak szerkezetét tönkre ne tegyük.

A tavaszi növények alá történő őszi szántásnál az a legfontosabb, hogy azt a szélsőséges homoktalajok kivételével maradéktalanul és nem lekésve végezzük el. Egyéb problémái közül először a mélység kérdését kell tisztáznunk. Az őszi szántás egyik főcélja a téli csapadék tárolása. Fellazított-sága és a pórustérfogat növelése folytán a talaj mintegy szivacsrétegnek tekintendő. Mennél vastagabb ez a réteg, annál tovább bírja a benne tényező növény a szárazságot. Természetesen ez az elmélet csak azokra a mély rétegű, homogén rétegzettségű talajokra vonatkozik, amelyek mélyszántásával nem romlik a feltalaj összetétele. A legmélyebb őszi szántást

a sok vizet fogyasztó, későn lekerülő növények, általában a kapások igénylik, ezenkívül pedig még a nagy szárazanyag-tömegeket termelő növények, mint pl. a kender, a csalamádé- és silókukorica. A következő osztályba azok a vízigényes növények sorolhatók, amelyek ugyan nem túl későiek, nem is nyújtanak nagy tömegeket, de a vízfelvétellel szemben élheteretlenek (kis gyökérszívó képesség). Ilyenek pl. a dohány és főképpen a magrépa. Különös igényt támaszt a szántás mélysége iránt a mélyen ülő cukorrépa. De más célkitűzéssel szántunk mélyebben azok alá a növények alá, amelyek a talajt biológiailag felporhanyítják. Ezek főképp a herefélék, amelyeknél szükség van erre a mélyebb szellőztetésre még azért is, hogy a gyökérgümők intenzívebben és mélyebb lehatolással fejlődhessenek. A legsekélyebb művelést a kalászosok igénylik, mégpedig az őszi sekélyebbet, mint a tavasziak, mert az ősziéknél döntőbb tényezőt jelent a nyári sekélyművelésben rejlő vízkímélés, mint a mélyebb művelésben rejlő téli vízgyűjtés. A tavaszi kalászosok közül az árpa sekélyebb művelést igényel, mint a nagyobb tömegű és későbbi zab.

A szántás mélységét azonban cm-ekkel nem lehet kategóriákba osztani. Ez több körülménytől, így a talaj kötöttségétől, humusztartalmától, trágyázottságától, az éghajlattól, végeredményben tehát a talaj humusz- és vízkímélő igényétől függ. Mindenesetre még a homogén rétegzettségű talajokon is takarékosan bánjunk a mélyítő szántással, különösen ha nem humuszgyarapító növények (herefélék) alá alkalmazzuk azt, miután ez a mélyítés egyébként nagy megrázkódtatást is jelent a talaj életére, de ezenkívül nagy igényeket is támaszt a szerves trágyázottság iránt. Ezért az ún. *mélyítő szántást*, amely a szokásos szántási mélységtől erősen eltér, csak bizonyos időközökben, 3—4 évenként iktassuk be.

Annak ellenére, hogy a homoktalajok szellőzőtségüknel fogva általában erősen humuszfogyasztók, a mélyítő szántás, de főként a *rigolozás*, az esetek túlnyomó többségében pozitív eredménnyel járhat. Megfigyeléseim szerint (a Duna—Tisza közén) a rigolozás hatása ott volt kimagasló, ahol az évszázadok során kilúgozott agyag-kolloidok az altalajban fellelhetők voltak, gyakorlati nyelven, ahol az altalaj némileg vályogtalajjal volt kevert. A rigolozás során ez a tápanyagban gazdag réteg felkerül a szántott rétegbe, ahol a gyökerek zöme helyezkedik el, de ugyanekkor feljavult a feltalaj eddig hiányos szorbcio-képessége is. A rigolozás további hatása a kedvezőbb vízgazdálkodásban is kifejezésre jutott, amennyiben az altalaj tömődött rétegei fellazulván, lehetővé tették, hogy a gyökerek zöme mélyebbre hatolhasson a nedvesebb rétegekbe. Legnagyobb hatást mutatott erre a mélyebb forgatásra a sekélyebb és élheterlenebb gyökerű burgonya, amely amellet még meghálálta a talaj mélyebb rétegű szellőzőtségét is, ami a gumók fejlődését segítette elő. Az ilyen típusú homoktalajok esetében a mélyítő forgatással tehát kifejezetten feljavult a feltalaj. Ahol azonban gátat vet a talaj mélyebb szántásának annak kedvezőtlen heterogén rétegzettsége vagy a szerves trágyázottság hiánya, ott ezeket az akadályokat — amint már említettem — az altalajlazítással hidalhatjuk át.

Mennél kötöttebb a talaj, annál fontosabb, ha egy üzemben úgy méretezzük a vonóerőt, hogy az őszi szántásokat korábban fejezhessük be. Ha a középkötött talajok esetében arany szabálynak tekintjük azt, hogy az őszi szántás befejezésének eszményi határideje november vége legyen,

akkor a kötött talajú gazdaságokban az őszi szántást legkésőbb november legelejére be kell fejeznünk, mégpedig két okból. Először, hogy elkerüljük a talajok szalonnás szántását és vele a talaj szerkezetének erős romlását, amit a tél fagya csak átmenetileg javít ki, másodsor pedig gazdaságossági okokból. A késő novemberi agyonázott talajban a traktorok és gőzekék teljesítménye tudvalevően lényegesen kisebb, üzemanyagfogyasztásuk erősen progrediál, az alkatrészek törése pedig sokkal gyakoribb a nagyobb fajlagos ellenállás miatt.

Igen téves az a már elavult elmélet, hogy az őszi szántásokat kivétel nélkül hagyjuk nyitva, hogy minél nagyobb legyen a felületük a hó és a kifagyás felvételére. Ezzel szemben olyan talajtípusokon és olyan szerves trágyázottsági állapot mellett, amelyek hajlamossá teszik a talajt a megfelelő szerkezet, illetve a talajérettség kialakítására, az őszi szántást is fel kell használnunk arra, hogy a nyárutó és az őszi kedvező hőviszonyainak felhasználásával a talajélet abban megszakítás nélkül tovább folytatódjék. Az ilyen talajok őszi szántásán tehát ugyanolyan érlelési utómunkákat kell elvégezni (henger — borona), mintha azokba őszi növényeket szándékoznánk vetni, és ha kigyomosodnak, tárcsázással vagy kultivátorozással kell azok érettségét öregbíteni. Az éretten a télbe menő talajok kevésbé szorulnak a tél kifagyására, vízelnyelő képességük pedig szerkezetességük miatt lényegesen jobb, mint a mesterségesen, mechanikusan nyitva tartott, rögös talajoké. Ezzel szemben a szerkezetességre kevésbé hajló, szétfolyó talajokon (szikes, savanyú kémhatású erdei, vagy egyéb leromlott talajok stb.), amelyek őszi beérlelése nem lehet tartós, megokolt lesz az őszi szántás nyitvatartása abból a célból, hogy a talajérettség biológiai hiányosságait, azok kedvező kihatásait a tél fagyának igénybevételével legalább részben pótolhassuk. Az erősen kötött, szurkos talajok őszi szántását (réti és egyéb agyagtalajok), amelyek őszi beérlelésre szintén alkalmatlanok, kivételesen mégis érdemes mindjárt hengerrel vagy boronával durván elmunkálni, hogy a nagyobb rögökből kisebb rögök keletkezzenek. Az ilyen vízátnemeresztő talajokon ugyanis tavasszal előfordul, hogy a barázda alján még ott csillog a víz, amikor a barázda felső csúcsa már porrá száradt. Az ilyen túl rögös talajok vízeloszlása még a tavaszi boronálás után is egyenlőtlen lesz, ami a vetés egyenlőtlen kelését vonja maga után. Ennek tompítására ajánlatos, ha a túl kötött talajok őszi mélyszántását durván elmunkáljuk.

Hogy hazai viszonyaink között milyen körülmények indokolják az altalajlazítást, azt már az előzőkben említettem, de azt is meg kell jegyeznem, hogy e téren még széleskörű kísérleti munkára lesz szükség. Elméleti elképzelésem szerint nálunk, ahol a vízzel és a humusszal takarékosan kell bánnunk, és ahol annyi heterogén rétegzettségű talajtípusunk van, esetenként kimagasló eredményeket érhetünk el az altalajlazítással kombinált szántással. E téren a talajerőgazdálkodásnak még komoly tartalékai vannak. Egyik előfeltétele, hogy hazai talajviszonyainknak megfelelő, szilárd anyagú és megfelelően szerkesztett altalajlazító eszközöket kapjunk, további előfeltétele pedig az, hogy azokat a talaj szelvényviszonyainak és biológiai igényeinek megfelelően ésszerűen alkalmazzuk. Mindennek felderítése a kutatás, illetve a beható kísérletezés feladatkörébe tartozik. Az altalajlazítást már úgyszólván az egész világon eredménnyel alkalmaz-

zák, még a legellentétebb természeti adottságok között is. Látjuk ezt MALCEV őscsernozjom-talajú aszályos vidékeitől egészen GÖRBLING 1000 mm-es, savanyú kémhatású, kilúgzott erdőtalajáig. Természetesen ilyen homlokegyenest ellentétes természeti viszonyok között az altalajlazítás célkitűzései ugyancsak ellentétesek, de az eredmények mindkét végletnél azonosan pozitívek. Úgy vélem, hogy nekünk, magyar mezőgazdákunk, akik a két véglet között dolgozunk, ezekből feltétlenül hasznos gyakorlati tanulságokat kell levonnunk.

Az istállótrágya alászántása

Az istállótrágya hasznos érvényesülése érdekében két ellentétes igény kompromisszumos megoldását kell figyelembe vennünk. Vízgazdálkodás szempontjából annak az irányelvnek kellene érvényesülnie, hogy az istállótrágyát mennél mélyebben vigyük be a talajba, hogy a gyökerek zöme is ott helyezkedjék el, és találja meg a talaj mélyebb rétegeiben a szükséges nedvességet. A másik parancsoló szükségszerűség pedig az, hogy az istállótrágyát a talajnak abba a tevékeny, szerkezetes rétegébe helyezzük, ahol annak egészséges lebontása biztosított, és ahol mentesítve van az ún. *eltözegeződéstől*. Ezzel a káros folyamattal ugyanis végleg elveszett az istállótrágya kedvező hatása a talajra és a növényre. Az eltözegeződés főként akkor fordul elő, amikor az istállótrágyát kötött talajon mélyebben szántjuk alá, vagy ha az a talaj szerkezet nélküli rétegébe kerül, különösen erdőtalajoknál. Sok ilyen eltözegeedett trágyát láttam a keszthelyi erdőtalajon; az volt a panasz, hogy az istállótrágyának nem volt meg a kívánatos hatása. Egyébként az istállótrágyázás utáni évben a szántással újból felszínre kerülő, eltözegeedett trágyacsomócskák arra mutatnak, hogy a trágyát helytelenül szántották le, vagy pedig olyan nagy, el nem teregetett lepényekben került a földbe, hogy a talaj a trágyát nem volt képes teljes egészében lebontani, mondhatnám »megemészteni«. Ez a folyamat is a trágya részbeni eltözegeződésére vezetett.

Végeredményben a trágya alászántásának mélységét különösen kötöttebb és szerkezet nélküli talajokon elsősorban annak kedvező lebontására való törekvés kell hogy szabályozza, azzal a gyakorlati célkitűzéssel, hogy a trágya maradéktalanul bomoljék le, és hogy eltözegeedett maradványok ne keletkezhessenek.

Az alászántás technikája a következő:

Amint már az előzőkben (a »Trágyázás és talajerő« c. részben) is kifejtettem, mennél kötöttebb a talaj, annál nagyobb fontosságú elsősorban a talaj szerkezetének kímélése érdekében, hogy tavaszi növények alá az istállótrágyát az előző év őszeig, az ún. »nyári trágyázási időnyben« vigyük bele a talajba. Ezt sokan összekötik az őszi szántással. Középkötött és mélyebben szerkezetes talajokon, ahol az istállótrágyát gyorsan haladó traktor, de különösen gőzeke szántja alá, ezt tűrhető eljárásnak minősíthetjük, mert az ilyen gyorsan haladó szántással a trágya a barázda oldalára vetődik, úgyhogy mélyebb őszi szántás esetében is elég levegős viszonyok közé kerül, s emellett a gyorsabb haladással még pórusokban is gazdagodik a talaj. Nem tartom azonban ésszerűnek ezt az eljárást kötött vagy rossz szerkezetű talajokon. A rossz szerkezetű, de még középkötött talajokon

is azt a tökéletesebb eljárást kell követnünk, hogy az istállótrágyát a talaj kötöttségétől függően csak sekélyen vagy gyengén középmélyen szántjuk alá éppen abba a rétegbe, ahol legélénkebb a talaj biológiai tevékenysége. A leszántás után a talajt lehetőleg gyűrűs, de még inkább szeges hengerrel nyomban hengerezzük le, hogy a rögöket, de különösen a trágyát és a talajt kiszárító légüregeket megszüntessük, és így azt kedvező nedvességi viszonyok közé vihessük. Egy bizonyos idő múlva, de lehetőleg eső után a szántást keresztbe megtárcsázzuk (szükség szerint egyenesre állított tárcsával, hogy a trásvát felszínre ne hozzuk), majd nyomban újra meghengerezzük, aminek hatására az istállótrágya a talajjal még bensőségesebben összekeveredik, és a talajban a levegőztetés, továbbá a nyár vagy őszi melegének hatására igen intenzív biológiai tevékenység indul meg. Az így kialakult, biológiailag gazdag talajréteget mint »kovászt« visszük azután be mélyebben az őszi szántással, amivel azt érzük el, hogy a felső rétegben egyenletesen elkevert és áthasonult trágyával mintegy beoltjuk a mélyebb talajrétegeket. Kötött talajviszonyok között ésszerűbb, ha a legfelsőbb, trágyás talajréteget nem szántjuk le, hanem a kormánylemezeitől megfosztott ekével adjuk meg a talajnak a szükséges mélyművelést 40—50 cm mélységig. Az eredményes mélyítés előfeltétele, hogy az eketest eleje lehetőleg éles, hegyesszögű legyen, mert ha az tompa, akkor túrja a talajt, és kellemetlen szerkezetromlást idéz elő. További követelmény pedig az, hogy az altalajlazítás csak akkor következze, amikor a trágya már annyira lebomlott, hogy azzal torlódások nem állnak elő. Itt tehát érett istállótrágyát kell alkalmazni, és elég korán, a nyár végén. Azt is meg kell jegyezni, hogy tapasztalataim szerint a középkötött mezősi talajokon a cukorrépa alá adott 50 cm-es gőzeke-altalajlazítás valamivel kisebb energiát igényelt, mint a 30 cm-es mélyítő szántás. Kimagasló terméseredményeket értem el ezzel a módszerrel a cukorrépánál, amikor a répa amellet még mélyen ülő, eszményi formát is vett fel. De igen kedvezően alkalmazható ez a trágyázási módszer aprómagvú és a talaj cserepesedése miatt sokszor bizonytalanul kelő növényeknél is (mustár, mák, repce stb.), amikor azok »komplett« kelése, lendületesebb kezdeti fejlődése biztosítva lesz, ami a növények későbbi fejlődésére hat ki előnyösen. Ugyanis az istállótrágya ilyenkor egy sekélyebb rétegben összpontosul, mégpedig a biológiai feltételeknek legkedvezőbb rétegben (levegő, nedvesség), növeli a feltalaj szerkezetességét, megszünteti a szerkezetnélküliség hátrányos tünetét, a cserepesedést, és a zsenge növényt tápanyaggal és megfelelő életfeltételekkel igen bőven ellátja. Az így megizmosodott zsenge növény nagyobb lendülettel hatol le gyökérzetével az altalajlazítóval felporhanyított mélyebb rétegekbe, és így ezzel az útravalóval ellátva, a növény további fejlődése már jobban biztosított. Vonatkozik ez különösen a száraz tavaszi időjáráskor bekövetkező renyhe kezdeti fejlődésre. Az így megrágyázott növény sokkal jobban áll ellen a szárazságnak és az ilyenkor fellépő rovarkártevőknek is.

Ugyanezt a módszert kell követnünk a sekély szerkezet-rétegzettségű, savanyú kémhatású erdei talajokon is, annak hangsúlyozásával, hogy az istállótrágyát csak olyan mélyen szántjuk a talajba, amilyen mély a talaj szerkezetes rétege. Az alatta levő szerkezet nélküli, tömődött réteget pedig altalajlazítóval lazítsuk fel.

Rendkívül szerencsésen oldja meg homoktalajokon EGERSZEGI az istállótrágya mély bevitelével azt, hogy a növények gyökerei az előálló hidrotropizmus következtében a talaj mélyebb rétegeiben összpontosuljanak. Ezzel megoldja egyrészt a homoktalajokon oly gyakran jelentkező szárazság problémáját, másrészt egy kedvező láncreakció megindítását teszi lehetővé azzal, hogy az egymást követő növények a mélyen bevitt istállótrágya-rétegben összpontosítják gyökérzetüket, és így ott számottevő humuszréteg alakul ki, amit még a korlátozottabb levegős körülmények is elősegítenek.

Homlokegyenest ellentétes, igen kötött talajviszonyok okolják meg ritkább esetekben azt, hogy az istállótrágyát csak egészen felületesen dolgozzuk be a talajba tárcsás boronával. Előfeltétele ennek természetesen az, hogy a trágya teljesen érett, sőt kissé túlérlett legyen, és az is, hogy a betrágyázandó terület már fel legyen szántva. Megokolt ez olyan kötött talajviszonyok között, ahol elmulasztották a szinte életkérdést jelentő ún. nyári trágyázást, és a tavaszra hagyott trágyázáskor igen helyesen el akarják kerülni a talaj szerkezetét rontó és vízpazarló tavaszi szántást. A keszthelyi intézetben lefolytatott kísérletek szerint a tavasszal tárcsával bedolgozott parcella 36⁰/₁₀₀-kal adott nagyobb termést, mint a 22 cm-re leszántott.

Savanyú erdőtalajokon KERTSCHER csak felületesen szórja el a lebomlásnak erősen ellenálló földes komposztját, amit csak boronával dolgoz be a talajba. Ennek a felületes bemunkálásnak feltétele, hogy a lebontásnak ellenálló olyan trágyával rendelkezünk, mint a KERTSCHER-féle földes komposzt-trágya, továbbá hogy az éghajlat elég nyirkos is legyen ahhoz, hogy a víz uralkodó tendenciája lefele haladjon. Ilyen viszonyok vannak hazánkban az északkeleti és délnyugati erdei talajú tájakon.

Mindezekből megállapítható, hogy a legkülönbözőbb talajviszonyok között milyen körülmekintő kérdést jelent az istállótrágya beviteli mélysége, hogy az az adottságoknak és a célkitűzéseknek leginkább megfeleljen.

Az évelő takarmányok leszántása

A herefélék, füvesherék, herefüvesek, rétek és legelők kiszántása folytán hasonló, sőt esetenként többet érő szerves trágya-értéket nyer a talaj, mint az istállótrágyázással. Sőt ez még azzal a jelentős üzemgazdasági előnnyel is jár, hogy a szerves trágyázásnak (gyökér-humusz) e neme semmi áldozatba nem kerül, és még ki sem kell hordani, mert helyben terem meg ingyenesen. Éppen ezért nem közömbös, hogy megfelelő talajműveléssel miképpen keverjük azt be a talajba, és hogyan irányítjuk annak lebontását a legkedvezőbben az utónövények javára.

Az évelősök kiszántásának kétféle eljárását ismertetem itt. VILJAMSZ a kiszántás ún. humuszkímélő módszerét követi, amikor is a trágyát egy menettel, előhántós ekével szántja le, hogy így az évelősök tarló- és gyökérmaradványainak nagy részét a barázda fenekére, tehát kevésbé aerob viszonyok közé vigye azzal a céllal, hogy ott a talaj további szerkezetességének megerősítésére az ún. aktív humusz (humín anyagok) alakulhasson ki. Teljesen célravezető a leszántásnak ez a módszere ott, ahol

azt VILJAMSZ alkalmazta, nevezetesen, ahol arid éghajlati viszonyok között a talaj állateltartó képessége, tehát állatsűrűsége gyenge. Ily viszonyok között nagyon is takarékosan kell bánnunk a humusszal. De ugyancsak a száraz viszonyok teszik lehetővé az évelősök egymenetes leszántását anélkül, hogy a kiszántott növények újból kifakadnának, és hogy gyomként jelentkeznének az utónövény kárára. E módszert alkalmazva, a mi kevésbé arid klímánk mellett rendesen kellemetlen újrakihajtások jelentkeznek, különösen lucernánál.

Az évelő takarmányok kiszántása terén hazánkban igen sok hibát tapasztalhatunk, ahol a kiszántás az értékes szerves trágyák pazarlását vonja maga után. A hiba ott kezdődik, hogy a kiszántás késő őszi marad, mert sajnálják egy kaszálás elvesztését, aminek az a következménye, hogy a tarló- és gyökérmaradványok a nyári meleg hiánya és az idő rövidsége miatt nem bontódnak le hasznosan, sőt azok nagy része veszendőbe is megy, és a bekövetkező pentozán-folyamatok miatt ennek az utónövény is kárát vallja. Pedig ha céltudatosan végezzük ezt a munkát, a kiszántandó évelősök trágyaértéke — ismétlem — felér a jó közepes istállótrágyáéval, sőt sokszor felül is múlja azt. A további hiba e téren ott van, hogy az évelősök kiszántását sokszor pusztán egy mélyszántással vélik elintézni, még hozzá minden utómunka nélkül. Ennek az az eredménye, hogy a gyökérmaradványok egy része a levegővel érintkezve (a barázda tetején és a káros légüregekben), lebontásuk és oxidációjuk során a levegőbe illan, és nem válik a talaj hasznos alkotórészévé. Ezzel szemben a következő eljárást tartom célszerűnek, amit magam is igen jó eredménnyel alkalmaztam.

Az évelősök kiszántása legkésőbb augusztus hó folyamán történjék. Az első szántást tarlószántásként adjuk, tehát sekélyre és mennél szélesebbre állított ekével azért, hogy a barázdaszelet teljesen megforduljon, vagyis hogy a zöld rész a barázda fenekére kerüljön. Az így lehántott szántást nyomban gyűrűs hengerrel járattjuk meg (traktoreke utána akasztva), hogy a tarló- és gyökérmaradványok korhadása a légüregek megszüntetésével és a talajszeletnek a barázdafenekkel való erősebb kapcsolata folytán minél gyorsabb és hatásosabb legyen. Ez a korhadás nemcsak a lehántott talajszeletben érvényesül, hanem az altalajban maradt és teljesen elvágott gyökérmaradványokban is, mert hiszen azok elvágásuk miatt elhaltak. Pár hetes korhadás után a talajt a szántás irányával keresztbe megtárcsázzuk, amellyel mintegy elaprózzuk a nemezes korhadványt, s ezt újból nyomban lehengerezzük, hogy a további korhadás még tökéletesebb legyen. Több heti újabb korhadás után következik a tulajdonképeni, gyűrűs hengerrel és boronával utánmunkált mélyebb szántás, illetve szükség szerint a szántással kombinált altalajlazítás. Ha búzát vetünk utána, akkor középmélyen, ha pedig kapás növényt, akkor mélyebben szántunk. Az így kezelt talaj — mondhatni — tökéletes érettségben van, kisarjadzásról pedig nem lehet szó. Kötött talajokon előfordul, hogy a tarlólántást a talaj kiszáradt volta miatt nem végezhetjük el, mert a talaj még az ekét sem veszi be. Ilyenkor tárcsával végzünk előkészítő tarlólántást, szükség szerint esetleg kétszeres járattal, aminek hatására pár hét után, különösen ha közben esőt is kaptunk, már eredményes lesz a tarló első sekély megszántása. Ez a leszántási eljárás ugyan több munkába kerül, de hatása kiugróbb lesz a szokásos egyszerűbb eljárásoknál.

Az 1951-ben lefolytatott ez irányú keszthelyi kísérleteim szerint a füvesherét követő jelzőnövény, a szudáni cirokfű termése viszonzyszámokban így alakult:

előhántós ekével leszántva:	100
előzetes tarlószántással és mélyszántással:	132

Meg kell még azt is jegyezni, hogy az ezzel a talajművelési eljárással kezelt parcellában a szudáni cirokfű mintegy 30 cm-rel volt magasabb, viszont az előhántós ekével leszántottban a sarjhajtásos lucernát tavasszal ki kellett kapálni, oly sűrűn tört elő.

A növények ápolása

A növények ápolása is a talajművelés feladatkörébe tartozik. A szükséges gyomirtáson kívül feladata még az, hogy a talaj felületét az ún. *takaróréteg* folytonos biztosításával állandóan és megszakítás nélkül porhanyón tartsa. Szükség van erre addig, amíg a növény be nem árnyékolja a talajt. A talajérettség megindítását különösen a meleg nyári időnyben alakíthatjuk ki. Erre két lehetőség van. Az egyik a növény beárnyékolására jön létre, a másik pedig a megfelelő takaróréteg folyamatos megteremtésével. Mihelyt tehát a kapás növények beárnyékolják a talajt, feleslegessé válik a takaróréteg további nevelése. De vannak olyan kapás növényeink is, amelyek a talajt a tenyészidő végéig nem árnyékolják be, mint pl. a kukorica. Ennél sorsdöntően fontos, hogy a gyommentes takaróréteget úgyszólván a tenyészidő végéig fenntartsuk, amit nagyobb sortávolsággal érünk el (l. bővebben »Az egyes művelési növények hatása a talajerőre és a hatások elemzése« c. részt). A talajérettség folyamatának e megszakítás nélküli biztosításával élénk nitrifikációt és a tápanyagtőke biológiai feltáró folyamatait indítjuk meg, amelyeknek nemcsak a növény, hanem az utónövény is hasznát látja. Pl. a kukorica esetében nemcsak maga a kukorica, hanem már az utána következő búza is érezni fogja ennek kedvező hatását. *A sortávolság nagyságának meghatározását tehát erősen befolyásolja az, hogy árnyékoló vagy nem árnyékoló kapás növényről állunk-e szemben.* A beárnyékoló növények sortávolságát aránylag szűkebbre vehetjük, mert a kapálást nemsokára felváltja a beárnyékolás. Ez esetben tehát erősen közeledhetünk az eszményi egyenletes tőtávolsághoz. Ilyen jól árnyékoló kapás növény pl. a napraforgó, amelyet a növénytávolság rovására nem érdemes szélesebb sortávolságra vetni. Ezzel szemben a kukoricánál, amely a talajt a tenyészidő végéig nem árnyékolja be, erős engedményeket kell tennünk az eszményi tőtávolság rovására, hogy az aránylag nagyobb sortávolságban a tenyészidő végéig géppel, illetve fogattal kapálhassuk meg.

A felsorolt irányelvek figyelembevételével bátrabb revízió alá kellene venni kapás növényeink sortávolságának megállapítását. Természetesen befolyásolja ezt még a gépesítés fejlettsége és a növényállomány megfelelő sűrűsége is. Ez utóbbit a talajerő, a talajréteg vastagsága, a trágyázottság, a talaj vízgazdálkodási viszonyai, az éghajlat és végül a fajta határozza meg. Végeredményben mennél több tápanyag és víz van a talajban, az az egységnyi területen annál több növényt képes kifejleszteni.

A túl kötött talajok talajművelési problémái

Azokban az üzemekben, amelyekben túl kötött a talaj és az éghajlat is száraz, az egész gazdálkodás jellegére rányomja bélyegét a talajműveléssel járó nehéz problémák sorozata. A kötött talajok általában *igen gazdagok tápanyagokban*, csak e tápanyagok a talaj levegőtlenlése és egyoldalú vízgazdálkodása miatt nem érvényesülnek, ami végeredményben a talajélet pangását vonja maga után. Egyedül az intenzívebb és levegőztető talajműveléssel teremthetjük meg a talajélet hiányzó életfeltételeit, indíthatjuk meg a humuszgyarapítást és annak gazdaságos lebontását, ami egyben maga után vonja a növényi tápanyagok biológiai mozgósítását is. Mindezek azonban csak akkor lesznek eredményesek, ha uralni tudjuk e kötött talajok igen sok körültekintést és szakavatottságot igénylő művelését.

Az agyagban gazdag kötött talajokra jellemző, hogy a *víz hatására felduzzadnak*. Ennek következtében a víz bennük kellőképpen mozogni nem tud, a talaj kíváncsatos vízelnyelő és vízvezető képessége hiányos lesz, és ugyanakkor levegőtlen viszonyok következnek be. Ezzel szemben *száraz körülmények hatására zsugorodás áll elő*, a talajon nagy repedések keletkeznek, ami a gyökerek elszakadását, a mélyebb rétegek további szélsőségesebb kiszáradását vonja maga után. Ha a talajt túl nedves állapotban műveljük, szerkezete erősen romlik (szalonnás szántás, kenődő boronálás és egyéb tiprások), kiszáradt állapotban pedig a fokozottan bekövetkező adhézió hatására a szántás nagy rögöket vet fel, amely a talaj további kiszáradására vezet. Mindez tetemes vonóerőt vesz igénybe, sőt a talajművelő gépek megerőltetése miatt gyakori töréseket is idézhet elő. Ez a körülmény arra is utal, hogy a kötött talajok számára *különösen jó anyagból és megfelelő méretezésben készüljenek a talajművelő eszközök*, és egyben *a traktorok teljesítménye (lóerő) is nagyobb legyen*, hogy legyőzhessék az ilyen talajtípusok nagy fajlagos ellenállását.

A kötött talajoknak biológiai szempontból még az is nagy hátrányuk, hogy szélsőséges fizikai viszonyaiknál fogva *kevésbé hajlamosak a talajszerkezet, a talajélet kialakítására*.

A kötött talajok szélsőséges fizikai bélyegei hatására minden kártétel, nevezetesen szárazság, sok eső, fagykár, nagyított mértékben jelentkezik. A szárazság hatására a talaj kőkeményre szárad, a tartós esőzések következtében pedig pangó vizek borítják a szántást és a vetést, sőt a fagykár is mindig sokkal erősebb mértékben jelentkezik.

A kötött talajok legnagyobb problémája, hogy a *megművelésre alkalmas nedvességi állapotuk igen szűk térre szorul*. Míg pl. a homoktalajok kiszáradt állapotuktól egészen túlzott állapotukig (20—70% vízkapacitás) minden ártalom nélkül szánthatók, mert adhéziójuk és képlékenyséjük igen kicsi, addig a túl kötött talajok kedvező megművelési lehetősége csak egészen szűkre szabott nedvességi állapotban (40—50% vízkapacitás) lesz olyan, hogy azzal nem ártunk a talaj szerkezetének, illetve, hogy az viszonylag porhanyóbbá, engedékenyebbé válik. Még szélsőségeesebb ez a helyzet a Tiszántúl különféle típusú szikes talajain, ahol annak agyagos voltát még a káros nátriumsók peptizáló hatása is súlyosítja. A talajművelés és talajápolás szempontjából tehát a szűkre szabott időpontok betartása rendkívül sok körültekintést, éberséget és szakavatottsá-

ságot igényel a talajművelő mezőgazda részéről. De ezenkívül fontos még az is, hogy a kötött talajú gazdaságok sokkal jobban el legyenek látva traktorokkal, esetleg gőzekékkal, mert ezekben a gazdaságokban sokkal élesebben jelentkeznek a munkatorlódó idények. Igaz, hogy ez a gépi megerősítés jobban meg fogja terhelni a gazdaságok beruházását és vele az amortizációt, mégis, ha ez megfelelő talajművelési készséggel párosul, rendkívül termelékeny lesz. E túl kötött talajokon ez az egyedüli útja a talajerő begerjesztésének és megszilárdításának. Az intenzívebb talajműveléssel, különösen ha minden talajelőkészítési munkát idejében el is végzünk, fellendülnek a termések, ami maga után vonja a gazdaság takarmány-, alomszalma- és ezzel istállótrágya-készleteinek növekedését, de ugyanakkor a gyökérmaradványokét is. Mindez fokozza a gazdaság szervesanyag-körfolyamatát, a talaj élénkebb biológiai tevékenységét, hajlamossá teszi a talajt a szerkezet kialakítására, végeredményben pedig annak megművelése is könnyebbé válik.

A túl kötött talaj szűkre szabott nedvességi állapotának feltételei komoly üzemszervezési problémákat vetnek fel az üzemvezető felé, és azok igen sokszor csak óvatos és meggondolt kompromisszumok útján oldhatók meg. Enyhíthetők a szűkre szabott, idényszerű munkák a talajművelő gépek erős kihasználásával, éjjel-nappali üzemekkel és magas prémium kilátásbahelyezésével, amire ilyen szélsőséges viszonyok között minden adminisztrációs lehetőséget meg kell adni. Mennél kedvezőbb állapotban műveljük meg a kötött talajokat, annál inkább fokozatosan megjavul azok szélsőséges jellege. Ezzel szemben, sajnos, igen sok elrontott talajt láthatunk az országban, ami a túl nedves állapotban történt megművelés következménye.

Bár átmenetileg sokat javít a téli kifagyás, ami lehetővé teszi a tavaszi vetőágy kialakítását még szalonnás szántások után is, mégse feledjük el, hogy a kifagyás okozta szerkezetjavulás csak időleges, és ténylegesen csak arra jó, hogy kisegítse a mezőgazdát a tavaszi talajelőkészítés munkájában. A kötött talajokon ez is sokat jelent. De mivel az ún. *kifagyási szerkezetesség csak fizikai és nem biológiai befolyásra jött létre*, hatása csak addig tart, amíg a legközelebbi kiadós csapó eső azt majdnem újból tönkre nem teszi. Fontosnak tartom ennek kihangsúlyozását azért, mert a legtöbb gyakorló mezőgazda összel minden túl nedves állapotban végzett, elrontott talajmunka kijavítását a tél fagyára bízta, és nem gondol arra, hogy ezzel távlatilag is szinte helyrehozhatatlan szerkezetrombolást végez talajában. *Még rombolóbb a tevékenységünk a kötött talajokban akkor, ha tavasszal azokra a kelleténél előbb megyünk rá*, mert az ilyenkor bekövetkező szerkezetrontást még a tél fagyja sem hozza helyre, úgyhogy ennek káros hatásai közvetlenül a művelési növényt is érintik. A minden munkáját idejében elvégezni akaró talajművelő mezőgazda a tavaszi idényben nagyon is fékezze le idegeit, és tartsa mindig szem előtt azt, hogy tavasszal, amíg túl kötött talaja nem kerül a kíváncsok porhanyós nedvességi állapotba, ahhoz ne nyúljon hozzá. Ilyenkor »inkább egy nappal később, mint egy órával korábban« jelszóval nyúljon talajához.

Azzal kapcsolatban, hogy a kötött talajok ésszerű megművelése gyakorlatilag mit jelent azok megjavításában és általában a talajerő fokozásában, utalok az utolsó fejezetben vázolt gyakorlati tapasztalataimra.

Ami a kötött talajok művelésének *technikai kivitelezését* illeti, azokat már az előzőekben részben ismertettem. Mindezeket a következő irányelvekben foglalhatnám össze:

Fokozottabb fontosságú a talajművelési eljárások *idejében való elvégzése*, amely nyáron a talaj vízmegőrzését, ősszel pedig a pórusterfogat növelését, vagyis a talaj szellőztettségét, víztároló és vízelnyelő képességét lesz hivatva szolgálni. A kötött talajokon a tarlóhántás egymagában nem is elégséges, hanem további boronálással, esetleg újbóli tárcsázással való ápolásra is szükség lesz, hogy a túl kötött talaj a bekövetkező szántásig viszonylag beérhessen, és így tökéletesebben készíthessük elő az őszi szántásra. Szükség lesz erre még azért is, hogy a bekövetkező talajrepedéseket eltüntessük, illetve a talaj felületén levő érettebb rétegekből némi feltöltést nyújthassunk az altalajnak. Ezzel a biológiai előkészítéssel jobb és olcsóbb (omlósabb) szántást végzünk, sőt a szűkre szabott optimális megművelési határokat is némileg kitágíthatjuk.

Minden talajművelési eljárást kövessen nyomban a szükséges kiegészítő utómunka, mert a talaj ilyenkor a »legengedékenyebb«. *Traktorműveléskor tehát minden kiegészítő eszközt kapcsoljunk utána a talajművelő eszköznek*, nyirkos talajállapot mellett a boronát, száraz talajállapot mellett a hengert. A hengernek kimagasló szerepe lesz a kötött talajokon, és nem lehet eléggé hangsúlyozni azt, hogy itt a legkülönbözőbb formájú hengerekre lesz szükségünk (sima, gyűrűs, szeges, Croscill, Cambrige stb.). A kiegészítő eszközök utánkapcsolása még abból a szempontból is fontos, hogy így nem kell a talajt újból szerkezetrontó tiprásoknak kitenni, és amellett a művelés is kevesebb energiába kerül, olcsóbban végezhető el. Amennyiben a kiegészítő munka elmarad, a talaj érettségében helyrehozhatatlan károk következnek be, mint a talaj belsejében előálló nagyobb légüregek, nagyobb rögök, amelyek kőkeményre száradnak. A kellenél nedvesebb állapotban történő műveléskor előfordul, hogy a kiegészítő munka csak bizonyos várakozási idő után végezhető el, de ennek is meg van szabva a nagyon is optimális időpontja. *A kötött talaj szakszerű művelése tehát rendkívül nagy éberséget követel.*

Az őszi szántás befejezésének legmegfelelőbb határideje november eleje, nemcsak azért, hogy megközelítsük a szántások optimális nedvességi állapotát, amivel kiküszöbölhetjük a szalonnás szántásokat, hanem azért is, hogy elkerüljük a késő őszi, agyonázott talajok szántását, ami ilyenkor a talaj igen nagy fajlagos ellenállása miatt rendkívül drága szokott lenni. Az idevonatkozó tiszántúli feljegyzéseim szerint a november végén végzett gőzkeszántáskor k. h.-ként 115 kg-mal több szénét fogyasztottunk, mint az októberi szántásnál azonos réti agyagtalajokon. Üzemeim megszervezésekor emiatt is mindig azt tűztem ki célul, hogy *mennél kötöttebbek a talajok, annál inkább törekedjek arra, hogy viszonylag kevesebb legyen a későn letakaruló őszi növény, sőt a kapás növények, nevezetesen a kukorica is valamivel korábbi fajtájú legyen.* Ez a törekvés nemcsak az őszi szántások korábbi elvégzését biztosította, hanem a korábbi betakarításokat is, amivel elkerülhettük a túl kötött és novemberben már agyonázott talajok szerkezetrontó tiprását.

A kötött talajokon, különösen a tiszántúli réti agyag- és kötöttebb természetű mezőégi talajokon különleges szerepe van még ma is a gőz-

ekéknek. E humuszban gazdag, homogén rétegzettségű talajokon nélkülözhetetlen a gyorsan haladó mélyszántás, esetleg altalajlazítás, ami a tömődött talajok pórustérfogatát, vízelnyelő képességét, levegőztetését teszi lehetővé. De fontos még amiatt is, mert a gőzeke-kultúrával kikerülhetjük a káros keréknyomokat. Egyébként kerek traktorok alkalmazásakor komoly megoldást jelent az is, ha a traktorokat bizonyos munkáknál kerékszélesítőkkel látjuk el. Annak idején 1 m széles, ún. egyszerű szögletvasaknak a kerékre erősítésével még kötött talajokon is nyugodtan vetetem traktorral, és végeztem a tavaszi boronálási munkálatokat, a tiprással járó szerkezetromlás veszélye nélkül. Természetesen a túl kötött, a tiprásra nagyon is érzékeny talajoknál tökéletesebb a lánc talpas megoldás.

Ha valahol, ezeken a talajokon van jelentősége az előhántós ekéknek, hogy a szántás minél kevesebb rögződéssel járjon. De ugyanezt a célt szolgálja az is, ha az ekéket keskenyebbre állítjuk be (tökéletesebb porhanyítás). Amennyiben — igen helytelenül — előfordulna, hogy némi terület a télre szántatlanul marad, ezeken a kötött talajokon csak egészen kivételes esetekben megokolt, hogy azt tavaszi szántással pótoljuk. Ehelyett inkább kultivátorral vagy többszöri tárcsázással készítsük elő a talajt a tavaszi növények alá. Egy elhanyagolt gazdaság átvételekor tapasztaltam a tavaszi szántás lesújtó hatását, illetve ekkor győződtem meg arról, hogy mennyivel jobb eredményt értünk el a tavaszi fordítás nélküli porhanyítással.

A kötött talajokon figyelemmel legyünk még arra is, hogy az altalajlazítást semmi esetre se végezzük túl nedves állapotban, mert a talaj szerkezetét ilyenkor oly rétegben tesszük tönkre, ahol azt sem utóműveléssel, sem pedig a kifagyás igénybevételével nem lehet helyrehozni. Amilyen fontos művelési eljárásnak látszik az altalajlazítás a kötött talajokon (a talajélet mélyebbre vitele), annyira káros lehet ez túl nedves állapotban.

Általában az volt a tapasztalatom, hogy a túl kötött talajokon mindig kisebb probléma előtt álltunk száraz időjárásban, mint hosszabb esős időjárás esetén. Száraz időjárásakor a tárcsás boronákkal, majd a szántás nyomán alkalmazott azonnali hengerezéssel oly helyzetet teremtettünk, hogy egy bekövetkező eső után nyomban alkalmazott tárcsázással, boronálással életre keltettük még ezeket a tevéketlen kötött talajokat is. Elképzelhető, hogy az ilyen várva várt nyári esőzés mily gondot és izgalmat váltott ki a lelkiismeretes talajművelőben, hogy e talajbeérlelési alkalom gyors kihasználására minden kapacitását mozgósítsa.

Kétségtelen, hogy mennél kötöttebb egy üzem talaja, annál sorsdöntőbb a biológiai alapon álló talajművelés problémáinak szerencsés megoldása. Ilyen talajviszonyok között ettől függ a növénytermesztés fennállása, az állatok takarmányozása, a trágyatermelés fokozása, a talajerő begerjesztése és a talajművelésnek mennél kisebb energiával való lefolytatása. Ehhez a legfontosabb központi kérdéshez kell igazodnia az üzemvezető minden figyelmének, irányításának, ellenőrzésének, készenlétének.

Az okszerű talajművelés igazi iskolája a túl kötött talajok sok gondal járó területein járható ki. Az a gyakorló mezőgazda, aki ilyen talajon

szerzett gyakorlatot, méghozzá igen értékes gyakorlatot, a középkötött talajok művelésének mesterévé válhat.

Ha végigtekintjük a Tiszántúl kötött talajainak nyári és őszi művelési módjait, az elrettentő példák láttán sajnálattal kell megállapítanunk, hogy sok helyen milyen talajrontás folyik. Ezek a megrögzött talajrontó beavatkozások semmi esetre sem jelenthetik e tápanyagokban gazdag talajok feltárását, hanem inkább temetőjét. Ilyenkor mindig az jutott eszembe — és ezt nem tudom eléggé hangoztatni —, hogy milyen nagy szükség volna arra, ha *fiatal mezőgazdáink először kijárnák a kötött talajok művelésének gyakorlati iskoláját*. Gondolok itt először rövidebb téli tanfolyamokra, amit a kötött talajok művelésének szakavatott mesterei tartanának meg, azután pedig rövid gyakorlatszerzésre egy-egy kiváló mester mellett. A gyakorlati készség ily módon való megerősítésében remélhetjük tespedésben levő kötött talajaink biológiai ápolását, életrekelését, különösen akkor, ha ez még annak másik életelemeivel, a gépi talajművelés különösebb megerősítésével párosul. Mert ne felejtjük el, hogy különösen a kötött talajokon a talajművelés nem egyéb a *mechanika és a biológia organikus egységénél*, amely egység megteremtője a talajművelést biológiai szemléletben végző mezőgazda.

D) EROZIO ÉS TALAJVÉDELEM

(Irányelvek)

A talajerő fenntartásának egyik fontos láncszeme egyes tájakon a talajerózió elleni védekezés. E kérdéskomplexumnak elég kiterjedt az irodalma, úgyhogy túlnőne e munka keretein, ha ezt a maga egészében tárgyalnám le. Itt csak érintőlegesen foglalkozom e tárgykörrel, és ennek azokkal a vonatkozásaival, amelyek szorosan összefüggnek a talajerő fenntartásával.

Majdnem minden lejtős szántóföldi terület magában rejtje a nagyobb záporosók folytán lefelé zúduló felszíni vizek okozta *vízerózió* veszedelmét. Ennek mértéke a következő tényezőktől függ:

Elsősorban a *talaj típusától és szerkezetességétől*. Azok a talajtípusok hajlanak legjobban a vízerózióra, amelyek különösen sok finom homokszemcsét tartalmaznak. Ilyenek többek között az igen finom szemcséjű homokos és lösztalajok, továbbá a savanyú kémhatású vályogtalajok (erdei talajok), amelyek a mész hiányossága miatt nem koagulálják a humusz- és agyag-kolloidokat. Legdöntőbb tényezője az erózióknak a *talaj szerkezetessége*, illetőleg az a tulajdonsága, hogy a rövid idő alatt nagy mennyiségben lezúduló záporosó vizét milyen gyorsan nyeli el. Ennek kapcsán világos, hogy az erózió veszedelmére befolyással van az *éghajlat* bizonyos jellege is, nevezetesen a nyári és őszi záporok mennyisége, főként azok esetenkénti intenzitása, amin azt értjük, hogy e veszedelmes záporosók perccenként hány mm csapadékból jelentkeznek. Mennél nagyobb esőmennyiség esik le az időegységben, és az mennél tovább tart, annál több, a talaj által el nem nyelt vízmennyiség zúdul le a lejtőn, és fejt ki így eróziós hatást. Befolyásolja az erózió nagyságát még a *lejtő meredeksége*, mert a meredekebb lejtőn a gravitáció folytán nagyobb a lezúduló víz se-

bessége, annak lemosó hatása, de befolyásolja ezt még a *lejtő hossza* is. Kézenfekvő ugyanis, hogy a lejtőn lezúduló víz sebessége lefelé haladva mindjobban progrediál. Súlyosbítja ezt még az is, hogy egy hosszabb lejtőn, lévén annak nagyobb felülete, több el nem nyelt víz gyülemlik fel és így az intenzívebb eróziós hatást fog kifejteni, különösen a lejtő alsóbb részén. Mindez nem jelenti azt, hogy az erózió hatása, ha csak kisebb mértékben is, nem érvényesül kisebb esésű lejtőkön, sőt szabad szemmel síknak látszó és minimális lejtésű területeken is.

Az erózió hatása főképpen két formában jelentkezik. Leggyakoribb az ún. *felületi erózió*, amikor a lezúduló víz a termőrétegből minden alkalommal egyenletesen és fokozatosan koptat le bizonyos vastagságú réteget, mégpedig annak legértékesebb alkatrészeit, a humusz- és agyag-kolloidokat. Ezek egy része a lejtő lábánál rakódik le vastag rétegekben, másik része pedig esetleg a patakokba és folyókba kerülve, örökre elvesz a termelés számára, sőt a patakok, folyók eliszaposítása folytán vízrendezési károkat is okozhat. Az eróziónak ez a szemmel alig látható, mondhatnám alattomos formája a legveszedelmesebb, mert fokozatosan vékonyítja a termőtalajt, mégpedig nemcsak mennyiségileg, hanem minőségileg is, és ez csak akkor válik észrevehetővé, amikor már a termőréteg erősen megvékonyodott. Ez főként a podzol-szerű erdőtalajokon tapasztalható, ahol egyes helyeken már annyira lemosódott a jó szerkezetű termőréteg, hogy már a tömődött, szerkezet nélküli szint kerül a felszínre. Az ilyen talajok víz- és tápanyaggazdálkodása már annyira kedvezőtlen, hogy növénytermesztésre szinte alkalmatlanok. Hasonlóképpen, de nem ilyen élesen jelentkezik az erózió a Dunántúl vastagabb termőrétegű lösztalajain, amit az erodált domboldalak humuszban elszegényedett, világosabb színeződésű, nagyobb foltjai árulnak el.

Az erózió másik, feltűnőbb formáját a *vízmosások* jelzik, amelyek főként a lejtős oldalak alsó felében alakulnak ki, ahol a víz, nagyobb sebessége és nagyobb tömege folytán már erősebb hatásokat fejt ki.

Hazai viszonyaink között a dombos tájak azok, ahol az erózió jelentékenyebb károkat okoz, de ezek közül is elsősorban azok a tájak, ahol a talaj szerkezetességre kevésbé hajlamos, mechanikai összetétele finoman szemcsés, és amellet az éghajlat is csapadékosabb. Elsősorban figyelemre méltók ebből a szempontból a dunántúli lösztalajok, de különösen az ország északkeleti és délnyugati tájainak savanyú kémhatású erdőtaljai. Ez nem jelenti azonban azt, hogy az említetteken kívül egyéb tájakon ne jelentkezne ez a veszedelmes talajpusztulási folyamat.

Ami az *ellene való védekezést* illeti, azt két főcsoportra oszthatnánk. Az első és legfontosabb az, amikor a talaj vízelnyelő képességét, főként szerkezetességét iparkodunk kialakítani, a másik, amikor különböző kultúrtechnikai beavatkozásokkal, nevezetesen szintvonalas műveléssel, sáncolással, fásításokkal, cserjésítéssel stb. törekszünk a víz sebességét és ezzel romboló hatását lefékezni, és az elhordott talajalkotórészeket időnként ismét leraktározni. Általában vitás, hogy a *kétirányú védelem közül melyik a fontosabb, a problémát gyökerében megoldó szerkezetesség kialakítása, vagy pedig a tüneti kezelést jelentő kultúrtechnikai intézkedések?* Nyilván mindkettőre szükségünk van ahhoz, hogy azt az összes rendelkezésre álló lehetőségek latbavetésével a megoldás felé segítsük. A ma-

gam részéről mégis arra hajlok, hogy nagyobb súlyt kell fektetni a probléma gyökerében való megoldására, a talaj szerkezetességének, vízelnyelő képességének kialakítására, mert ha itt kezdjük meg a védelmet, már kevesebb el nem nyelt, romboló vízzel lesz dolgunk, és ennél fogva kevesebbe kerülnek az egyéb, tüneti kezelést jelentő technikai beavatkozások is. De ezeken az áldozatokon kívül a mezőgazdaságtól még termőterületet (fásítás, cserjésítés) is elvonnak, sőt emellett még a gépesítésnek is fékezői lesznek (sáncolás). Ezzel szemben a kérdést gyökerében megoldó szerkezetkialakítási törekvések az erózió elleni védekezésen kívül még közvetlenül a talajerőt is fokozzák, így tehát egyszerre két fontos feladatot is szolgálnak.

A talajerózió tulajdonképpen a mikroerózióval, a talaj tartós morzsáinak morzsaelemekké való szétesésével kezdődik. Az ilyen szétesett, kisebb nagyságrendű talajszemcsék sokkal könnyebben esnek a vízlemosás, a talajerózió áldozatául. A hatás tehát kettős, amely egyrészt a szerkezet nélküli talaj hiányos vízelnyelésében, tehát záporosó esetén a veszedelmes felszíni vizek fokozottabb felgyülemlésében jut kifejezésre, másrészt pedig abban, hogy az így felgyülemlett víz könnyebben elhordja a szétesett talajszemcséket, és ezzel fokozatosan megvékonyítja a termőréteget.

Hogy mik azok a talajhasználati, trágyázási és talajművelési eljárások, amelyek a talaj szerkezetességét kialakítják, azt az előbbieken már elég részletesen letárgyaltam. Itt csak röviden sorolom fel azokat a következőkben. A szerkezetkialakítást hathatós mértékben szolgálja a *füvesherések* erősebb mérvű beiktatása. Fontos továbbá, hogy a *talaj lehetőleg állandóan jól beárnyékoló növényzettel legyen borítva*, főként a nyári és őszi esőzések idejére. E nyirkosabb éghajlatú tájakon valóban nem jelent problémát a talajt jól beárnyékoló, másodvetéses növények minél kiterjedtebb termesztése, amelyeket akár takarmánynak, akár pedig zöldtrágyának használhatunk fel. Ilyen másodvetéses, jól árnyékoló növények pl. a szegletes lednek, a repce, a napraforgó, a pohánka, a keveréktakarmánnyok, a fehér mustár stb., mind a maga helyén és megfelelő keverékben. Ezek a beárnyékoló növények egyrészt a talajérettséget, a szerkezetkialakítást szolgálják, másrészt védelmet nyújtanak a hirtelen záporosók közvetlen, káros eróziós hatásai ellen. Ezek súlykoló ereje ugyanis először a jól beárnyékoló növényeket éri, úgyhogy a záporosók gyors és intenzív hatása ezáltal erősen lefékeződik. Ugyanezt a célt szolgálják a *gabonákba közövetett herefélék*, erdőtalajokon főként a fehérhere, amelyek a talaj szerkezet kialakítása mellett még a talaj folyamatos borítását is biztosítják. Törekvésünk az legyen, hogy ezeken a veszélyeztetett talajokon, lejtős táblarészekben mintegy a természetet utánozzuk, amely az ősmezőségek és erdőségek szerkezetkialakításával és talajborításával az erózió ellen tökéletes védelmet nyújtott a talajnak. Kétségtelen, hogy a talajok művelésbe vétele során ezt a tökéletes megoldást nem alkalmazhatjuk, de az is kézenfekvő, hogy céltudatos befolyásokkal mégis kialakíthatjuk a talaj szerkezetességét anélkül, hogy ezek a termesztés feladatait megzavarnák. A talaj szerkezetességét természetesen előmozdítja még az *intenzívebb szerves trágyázás is*, különösen akkor, ha a trágyákat előszeretettel a gyökérhumuszt gyarapító és jól beárnyékoló növények alá adjuk, legalábbis fél adagban, hogy ezzel is előmozdíthassuk a gyökérmaradványok erősebb

kifejlesztését, és ennek nyomán a szerkezet kialakítását. Igen figyelemre méltó eredményeit láttam KERTSCHERnek Thüringiában, a mi erdőtalajainkhoz hasonló tájakon, ahol földes trágyakomposztjának ún. fátýolszerű elszórása és sekély beboronálása komoly védelmet nyújtott az eróziós befolyásokkal szemben, mert a cserepesedésre hajlamos talajokon a felső réteg felülről lefelé ért be, ami maga után vonta annak nagyobb vízelnyelő képességét.

Kézenfekvő, hogy a savanyú kémhatású erdőtalajok szerkezethajlamoságát alapvetően még azok megfelelő *meszezése* is kifejleszti, úgy-hogy a meszezés a maga helyén és módján is jelentős védelmet nyújt az eróziós veszedelemmel szemben.

A talaj vízelnyelő képességét közvetlenül még a helyesen alkalmazott *altalajlazítás* is elősegíti, különösen ha azt az altalajt a biológiai felporhanyítás céljából jól behálózó növények alá adjuk.

Mindezeket a biotechnikai eljárásokat az előbbieken már elég behatóan letárgyaltam. Az erózió elleni védekezés szempontjából azonban igen fontos ezeknek rendszeresebb és céltudatosabb, sőt fokozottabb alkalmazása, mégpedig mindig abban a formában, a növényeknek, a trágyáknak és a talajművelési rendszernek azokban a legmegfelelőbb arányaiban és kombinációiban, amellyel a célt, a talaj vízelnyelő képességét az adott sajátos viszonyok között a leghatékonyabban és a legolcsóbban el is tudjuk érni. Mindezen biotechnikai eljárások alkalmazása után lesz csak jogosultsága annak, hogy a további áldozatot jelentő kultúrtechnikai eljárásokat alkalmazzuk, mégpedig olyan mértékben, amennyire azok a védelem végleges elérése céljából szükségesek.

A *technikai védelmi eljárások* közül mind a talajművelésben, mind pedig a vetésben és annak ápolásában a legkevesebb áldozattal jár, és egyben a leghatékonyabb a *szintvonalas művelés*, mert ezzel erőteljesen megakadályozhatjuk a felületi víz lefolyását. Ezt a technikai eljárást semmiképpen sem szabad elmulasztanunk már csak azért sem, mert ez még a gépi talajművelést sem akadályozza meg különösképpen. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a vízszintes művelést szószerint értelmezzük, és hogy a vízszintes rétegvonalaktól némileg ne térhessünk el. Ennyi engedményt meg kell tennünk a gépesítés érdekében, viszont némi eltérés a vízszintes műveléstől gyakorlatilag nem jelent olyan nagy bajt, amely céljaink elérését lényegesen megzavarná. A *szántásokat, ha csak lehet, ne részesítsük sima utómunkában*, hogy a nyitva hagyott harántbarázdákkal is fékezzük a felületi vizek szabad mozgását. De e nyirkosabb éghajlat alatt nem is szorulnak rá a talajok a különösebb vízkímélő talajművelésre. Lehetőleg *minél kevesebb kapás növényt termesszünk* a veszedelmesebb lejtős táblákon, nemcsak azért, mert a kapások erősen humuszfogyasztó és a talaj szerkezetét erősen megterhelő növények, hanem amiatt sem, mert a tenyészidő egy részén nem borítják a talajt, sőt vannak olyanok is, amelyek azt a tenyészidő végéig borítatlanul hagyják, mint pl. a kukorica. De ha már elkerülhetetlen a kapások termesztése, ápolásukat ugyancsak a felületi vizek lefékezése érdekében lehetőleg némi töltögetéssel végezzük. A töltögetés vízpazarló hatása e kedvezőbb éghajlatú vidékeken úgy sem döntő a termesztésre.

Jelentős védelmet jelent bizonyos körülmények között a KUND által propagált és hazai viszonyainkra kidolgozott ún. *sáncolási* eljárás. Gyakorlatilag csak szelídebb lejtésű oldalakon alkalmazható és elsősorban a homogénebb rétegzettségű talajtípusokon, mint pl. a lösztalajokon, ahol a felső rétegek elmozdítása még mindig nem rontja el a talajt annyira, hogy az növénytermesztésre alkalmatlanná válna. Sekély termőrétegű erdőtalajokon kevésbé alkalmas ez az eljárás. Ha erősebb lejtőkön sáncolunk, akkor a sáncok sűrűbb elhelyezése már erősen zavarja a gépi talajművelést. Hogy hány százalékos legyen a lejtési határ, azt a talaj típusa, rétegzettsége és az adott táblafekvés határozza meg. Mindenesetre a legdöntőbb tényező az lesz, hogy még szállást tudjunk adni a teljes gépesítésnek. A sáncolás jelentősége azonban az erózió elleni védelem mellett különösen a szárazabb fekvésű lösztalajokon még az is, hogy a sáncolt területeken meg tudjuk javítani a vízgazdálkodást, miután a felületi vizek legnagyobb részét megmenthetjük a talaj számára.

Ott, ahol a talaj fekvése már olyan erős lejtést mutat, hogy annak mezőgazdasági hasznosítása csak radikálisabb technikai eljárások alkalmazásával lehetséges, mint amilyenek a sűrűbb sáncok és az ugyancsak sűrűbben elhelyezett *fa-, cserje- vagy füves védősávok beiktatása*, ilyen szélsőséges körülmények között gazdaságosabb, ha a *meredekebb területeket az adottságok szerint legelővel, gyümölcsösrel, szőlővel vagy erdővel hasznosítjuk*. E radikálisabb kultúrbeavatkozások folytán ugyanis a gépesítés csak korlátozott mértékben alkalmazható, ami kérdésessé teszi a mezőgazdasági művelés gazdaságosságát. Egyébként nagyon megokolt, ha a felsorolt telepítéseket már a sáncolás igénybevételével végezzük el.

Kevésbé értékes erdőtalajokon szóba jöhet még VILJAMSZ szellemében az ún. *vízvázalótók beerdősítése* is, amivel némileg megrövidíthetjük a lejtők hosszát.

A keletkező és már erősebben kialakult *vízmosásokat*, hogy azok tovább ne mélyüljenek el, gyeperősítéssel, cserjésítéssel, továbbá fásítással telepítsük be.

Az erózió másik neme, az ún. *szélerózió (defláció)* különösen homokos tájainkon, láptalajainkon és azokon a humuszos mezőszégi talajainkon szokott fellépni — utóbbin főként a téli kifagyás hatására —, amelyeknek szerkezetessége erősen leromlott (vízálló morzsák szétesése morzsaelemekké). A homoktalajokon a probléma már gyakorlatilag nagyrészt megoldódott szőlők, gyümölcsösök, szélfogó erdősávok telepítésével. De ezenkívül még a ritkán vetett rozsvetéssel (rozsocsúval), szalmatrágyázással és egyéb szélvédelmi talajhasználattal is elejét vehetjük a homokfúvásoknak. WESTSIK azt tapasztalta, hogy a laza homoktalajokat csak tavasszal megokolt felszántani, mert őszi szántás esetében a tél fagya jobban elporlasztja a szemcséket. A tavaszi szántás után ugyanis a homok nagyobb talajszemcsékben áll össze, ami jobban gátat vet a szélhordásnak.

A láptalajok szélhordásának kauzális megoldása, ha e talajok gyors lebontását egyrészt humuszkímélő talajműveléssel lefékezzük, másrészt pedig ha rét-, illetve legelő-váltógazdálkodást folytatunk legalább 50%-os füvesítéssel abból a célból, hogy a füvesekkel ugyancsak lefékezzük a humusz további lebomlását, és hogy egyben azok gyökérmaradványai útján le nem bontott humusztömegekkel tölthessük fel a talajt. Ettől függetle-

nül itt is igen eredményes a mezővédő erdősávok tervszerű létesítése olyan fanemekkel, amelyek ott a legjobban díszlenek. Szélsőségesebb esetekben a vetésforgó olyan céltudatos összeállítása is megokolt, ahol az érzékenyebb növényekkel elvetett táblákat a durvább növényekkel elvetett táblákkal, mint kulisszákkal védjük meg a szél hatásától.

Azok a mezőszégi talajok, amelyeken tavasszal már deflációs jelenségek mutatkoznak, intő figyelmeztetésül szolgáljanak arra, hogy a talaj szerkezete már erősen leromlott. A megfelelő talajhasználattal és erősebb mérvű istállótrágyázással meggyógyíthatók e talajok különösen akkor, ha mélyszántás helyett altalajlazítással kombinált szántást alkalmazunk (humuszkímélés és a feltalaj felső részének megerősítése istállótrágyával). Különösen veszélyesek az ilyen szélhordta talajok a cukorrépára és egyéb gyengén fejlődő növényekre. Tünetileg addig is, amíg az említett kauzális gyógymód hatásai nem jelentkeznek, úgy is védekezhetünk, hogy a vetés után az utolsó munka semmi esetre sem a sima henger, hanem a magtakaró borona legyen, amelynek nyomán keletkező apró rögök tapasztalataim szerint a zsege növényzetnek többé-kevésbé védelmet nyújtanak.

A felsorolt védekezési eljárások elsősorban a mezőgazdasági üzemen belül lesznek alkalmazhatók, és mondhatjuk, hogy *üzemi feladatokat* jelentenek. Vannak azonban a talajerózió elleni védelemnek nagyobb tájakra, országrészekre kiterjedő olyan *átfogó- és szerves jellegű feladatai* is, amelyek csak a nagyobb tájak tanulmányozása, felvételezése során tervezhetők meg. Ezek már *állami feladatot* jelentenek. Ezzel a nagyon is időszerű kérdéskomplexummal SURÁNYI, KUND, FEKETE, MATTYASOVSZKY és KÖRÖSSY foglalkoztak behatóan, úgyhogy e helyütt az Irodalom« felsorolásában megadott dolgozataikra utalok.

E) A TALAJERŐFOKOZÁS ÜZEMSZERVEZÉSI VONATKOZÁSAI

Ügyszólván minden mezőgazdasági üzemenk saját magának kell ki-termelnie szervesanyag-szükségletét, a talajerőfokozás tulajdonképpeni alapanyagát, aminek egyetlen forrása az üzemen megtermelt növény, illetve annak azok a maradványai, amelyek az árutermékeken felül visszamaradnak az üzemen. Ezek az istállótrágya, a tarló- és gyökérmaradványok, a zöldtrágyák és egyéb gazdasági szerves trágyák (erjesztett szalmatrágya, komposzt-trágya, trágyalé stb.). A mezőgazdasági üzem tehát — amint már említettem — *zárt biológiai egységnek* tekinthető, mert ezen belül zajlik le az önellátásból származó szerves anyag körfolyamata. Ennek a körfolyamatnak az irányítása szabja meg a talajerő kialakulásának sorsát, ami nagyrészt az üzemvezető egyéni szervező képességétől, valamint elméleti és gyakorlati készségétől függ. Az üzem zárt biológiai egységéből következik az a tétel is, hogy *a talajerőfokozás megindítása és megteremtése végeredményben üzemszervezési kérdést jelent* olyan értelemben, hogy az üzemszervezés kiindulópontja, motívuma mindig a talajerő fokozása kell hogy legyen. Csak ilyen egészséges és megerősödött üzemen folyhat a termelés gazdaságosan és egyben azzal a lendülettel is, amely nemcsak az árutermelést, hanem az üzem szervesanyag-körfolyamatát is fokozza.

A szerves anyag körfolyamata az üzemben

Az egyes üzemek szervesanyag-körfolyamatában — ami azok intenzitását illeti — igen nagy különbségek tapasztalhatók. *Mennél nagyobbak a termések egy üzemben, annál több lesz a gyökérmaradvány, a takarmány- és alomszalma, tehát ezzel az istállótrágya is, és így végeredményben annál intenzívebb lesz az üzem szervesanyag-körfolyamata.* Természetesen a szervesanyag-körfolyamat intenzitásának fokozása maga után vonja a talajerő növekedését is. Mennél inkább kedvezünk a termesztés technikában azoknak a növényeknek, amelyek a szervesanyag-körfolyamat kialakításában erősebben vesznek részt, annál gyorsabban és annál intenzívebben fog ez a körfolyamat kialakulni. *Igen téves az a nézet, hogy a műtrágyák, de különösen a foszfát-műtrágyák csökkentik a talajerőt, mert élénkítik a mikrobiológiai tevékenységet, és ezzel erősebben bontódik le a talaj humusza.* Nem szabad azonban ugyanakkor megfélemednünk arról sem, hogy ugyanezen műtrágyák hatására még jobban fokozódnak a termések, és azokkal a gyökérmaradványok és a föld feletti termések is. Végeredményben a műtrágyák szervesanyag-fokozó hatása jóval túlszárnyalja az azok lebontásában rejlő szervesanyag-csökkenést. *Mennél humuszgyarapítóbb növény részesül műtrágyázásban (takarmányok, zöldtrágyák, alomszalmát termő kalászosok), annál jobban érvényesül a műtrágyák talajerőfokozó hatása, úgyhogy e növények esetében a műtrágyák hatása kettős, nevezetesen egyrészt maga a terméstöbblet, másrészt pedig közvetve a talajerőfokozás.* Kézenfekvő, hogy ez a felismerés nemcsak a műtrágyákra, hanem az istállótrágyára is vonatkozik, amelynek közvetett humuszgyarapító hatása a takarmánynövényeknél még kimagaslóbb, mint közvetlen hatása. Sehol sem érvényesíthetjük az istállótrágya humuszgyarapító motorját úgy, mint éppen az ezért nagyon is hálás szálastakarmány- és egyes zöldtrágya-növényeknél. *Ahol tehát a talajerőfokozás gyors begerjesztése a cél, ott legalábbis átmenetileg a humuszgyarapító takarmánynövények alá kellene összpontosítani a trágyaenergiákat, vagy azoknak egy részét.* A talajerőgazdálkodásnak ez lesz egyik leghatásosabb kauzális módszere, ez oldja meg a kérdést gyökerében. Ebben a szellemben végzünk már több év óta kutatómunkát, amelynek az a célkitűzése, hogy az egy üzemben termelt istállótrágyát miképpen lehetne úgy megosztani, hogy azzal mind a kapás- vagy egyéb árutermelő növényeket, mind pedig a szálastakarmány-növényeket istállótrágyáznánk anélkül, hogy az árutermelő növények termését csorbítanánk. Az eddigi kísérleti eredmények, ha még nem is értek meg a gyakorlat számára, eléggé biztatóak. Ezek szerint a tarló-zöldtrágyák alá adott fél istállótrágya legalább olyan hatásosnak mutatkozott a kapásnövények esetében, mint a teljes istállótrágyázás. Így az istállótrágya másik felét megfelelő műtrágya-kombinációban már a szálastakarmányok alá adhatjuk, amivel erősen előre vihetjük a talajerő fokozását. A kísérletek arra is rámutattak, ami egyébként kézenfekvő, hogy a műtrágyák relatív hatása, tehát termelékenységé fél istállótrágyázással kombinálva nagyobb, mint anélkül. Tehát a nagyobb területre kiszórt fél istállótrágyázás kedvezőbb alkalmat nyújt a műtrágyák jobb érvényesülésre. Azt is meg kell jegyezni, hogy a trágyázásnak ez a módszere gazdaságosság tekintetében is erősen pozitív.

Ennek ellenére a gyakorló mezőgazdák általában elhanyagolják a takarmánynövények termesztési technikáját, trágyázását, talajelőkészítését, és inkább a közvetlen és gyorsabb hasznat hozó árutermelő növények felé összpontosítják agrotechnikai törekvéseiket. Ennek egyik oka az, hogy a szálatakarmány-növényeket nem tekintik komoly árutermelő növényeknek, holott azok az állati termékekben érvényesülve legalább annyira árutermelők, mint a növényi termékek. A másik ok pedig az, hogy a takarmánynövények vázolt talajerőgazdálkodási hatását, és ennek folytán azok ún. kettős hasznát nem veszik figyelembe. Igaz, hogy míg az árutermelő növények teljes jövedelmezősége gyorsan, még annak a gazdasági évnek a folyamán kifejezésre is jut, addig a takarmánynövények talajerőgazdálkodási értéktöbblete csak hosszabb idő után érvényesül. Ez utóbbi olyan távlati tevékenység, amely szilárd alapot nyújt a talajerő további fokozására, és ennek nyomán az árutermelés jövő kialakulására.

Gazdálkodásunkban azonban nemcsak a *takarmánynövények termesztése*, hanem *üzemi megszervezése* is meglehetősen elhanyagolt.

A szántóföldi takarmányok megválasztásakor kövessük mindig azt az irányelvet, hogy elsősorban azokat a takarmánynövényeket termesszük, amelyek az adottságok figyelembevételével a legnagyobb keményítőértéket és fehérje-tömegeket nyújtják, mégpedig — ami szintén igen fontos — minél nagyobb biztonsággal. Kétségtelen, hogy a szálatakarmányok közül egyedül a *herefélék* jöhetnek szóba, amelyeknek talajerőgazdálkodási és üzemi előnyeit már az előzőekben kifejtettem (»Az egyes művelési növények hatása a talajerőre és a hatások elemzése« c. részben). Mindezek a törekvések nemcsak az állattenyésztés jövedelmezőségét szolgálják, hanem a fokozottabb szén- és nitrogén-körfolyamatot is, illetve a talajerő fokozását, mert hiszen ilyen módon azonos szántóterület igénybevételével hathatósan fokozhatjuk a kívánatos körfolyamatot. Ezen a területen még számottevő szervezési taralékaink vannak.

A takarmányozás másik báziscsoportja, a *vizenyős takarmányok megszervezése* terén szintén ugyanazokat az irányelveket kellene követnünk, mint a szálatakarmányoknál, annyival is inkább, mert éppen ezek a takarmányok nyújtják holdanként a legtöbb kalória-mennyiséget. Ezek tehát a legolcsóbb takarmányaink, és egyben ezek a növények járulnak hozzá legjobban a körfolyamat fokozásához is. Hiba az is, hogy általában kevesebbet etetünk és termesztünk ezekből a legolcsóbb tömegtakarmányokból. Itt két vizenyős takarmány áll egymással szemben, a *takarmányrépa* és a *silókukorica*. Kézenfekvő, hogy a természeti adottságok döntik el, vajon helyenként melyik termesztése a megokoltabb. Takarmányozástechnikai okokból mindkettőnek megvan a maga fontossága, bár az állattenyésztők inkább a takarmányrépa felé hajlanak, valószínűleg azért, mert még ma is a sok sikertelen kukorica-szilázs hatása alatt állanak. Én erősen hajlok a silókukorica felé nemcsak amiatt, mert a takarmányenergiákat legtöbbször olcsóbban tudjuk azokban kitermelni, és azonkívül nem terheljük azokkal a nagyon is veszedelmes őszi betakarítási munkákat, hanem azért is, mert a silókukorica a talajerőgazdálkodás szempontjából dús és még el nem vénült gyökérzete folytán erősen felette áll a humuszfogyasztó takarmányrépának. Általában az eddigieknél jobban kelleen érvényesülnie annak az irányelvnek (gyakorlatomban mindig is ezt követtem), hogy trágya-

termelő állatainkat az abraktakarmányok rovására minél bőségesebben lássuk el szálas- és vizenyős takarmányokkal, mégpedig a takarmányozási technika lehetőségének szélső határáig. Ebből a következő előnyök származhatnak: az önellátás teljes érvényesítése mellett az állati termékeket kisebb önköltséggel termelhetjük meg, állatainkat természetsszerűbben és amellettségessebben tarthatjuk, mert a tömegtakarmányok túlsúlyban biológiaiilag értékesebbek, mint az abraktakarmányok, és végül a tömegtakarmányok természettségével erősen fokozhatjuk a szervesanyag-körfolyamatot, illetve a talajerőt. Nem kétséges, hogy a silókukorica-tarlók nitrogén-műtrágyázásával a minőségi követelményeknek is teljes mértékben eleget tudunk tenni. Ezek érvényesítése esetén a föld feletti termékekkel, a több herefélével és a silókukoricával állatainkat egészségesebben és olcsóbban tarthatjuk, gyökérzetükkel pedig talajainknak a legbővebb és legjobb minőségű humuszt nyújthatjuk.

Kénytelen voltam itt mindig az állattenyésztés érdekeire is tekintettel lenni, és emiatt látszólag eltértem a tárgytól, mégpedig két okból. Először azért, mert a talajerőgazdálkodás nem nélkülözheti a gazdaságosság szempontjait. Ez pedig a vele szorosan összefüggő állattenyésztés jövedelmezőségének egyik oszthatatlan függvénye. Jövedelmező állattenyésztés nélkül a talajerőfokozásban rejlő tevékenység is megdrágul, míg virágzó állattenyésztés mellett szinte ingyenesen vihetjük előre a talajerőfokozást is. Másodszor pedig azért, mert ahol jövedelmezővé válik az állattenyésztés, ott az üzemszervezést serkenteni fogja arra, hogy azt még erősebben terjessze ki, és így az üzemet a kívánatos nagyobb állatsűrűség felé segíti. Egyébként az állattenyésztésnek is azonosak az érdekei a talajerőgazdálkodásával, mert a talajerő általános fokozásából a takarmánynövények is részesednek, és ezért azok terméshozama is növekedni fog.

A körfolyamat üzemen belüli kialakulását számottevően befolyásolják még azok a lebontási és egyéb veszteségek is, amelyek a gyakorló mezőgazda gondosságától függően kisebb-nagyobb mértékben lépnek fel. Ezek a veszteségek az esetek nagy részében sajnos igen komoly méreteket ölthetnek, és lényegesen leronthatják a körfolyamat kívánatos intenzitását. Bár e veszteségek általában jól ismeretesek, mégis idézzünk néhány adatot emlékezetünkbe. Az istállótrágya erjedési vesztesége a kezelés szakszerűségétől függően 25 és 45% között ingadozhat. További komoly veszteségek állhatnak elő annak késedelmes leszántása folytán. Ugyanakkor meg kell jegyezmem, hogy a kifogástalan trágyakezelés nem jelent költség-többletet a hanyag kezeléssel szemben, csak nagyobb gondosságot és szakértelmet. Nagy szóródások vannak a takarmányok tartósításának, megőrzésének területén is. A zöldtakarmány etetésekor gyakorlatilag nincs veszteség, a hidegen erjesztett silózáskor 5—12%, szénakészítés esetén pedig 30—50%, esetleg több; állványos szárításkor ennél kevesebb, mesterséges szárításkor még kevesebb. Természetesen mennél kedvezőbb az erjedési veszteség szempontjából a tartósítás, annál több költségbe és gondba is kerül, de a számítások legtöbbször oda utalnak, hogy nagyon is érdemes, ha meghozzuk ezeket a szállítási és egyéb áldozatokat, annyival is inkább, mert itt nemcsak az állattenyésztés, hanem a szervesanyag-körfolyamat vonalán a talajerőgazdálkodás érdekei is kockán forognak. Ezt az utóbbi tényezőt, sajnos, sok esetben nem veszik figyelembe. Termé-

szetesen a költségszámítások mellett figyelembe kell még vennünk az egyes munkaidényekben rejlő lehetőségeket is, úgyhogy az *idényszerűségekhez alkalmazkodva az lesz a helyes, ha a leggazdaságosabb tartósítási módszerek mindegyikét alkalmazzuk*. Pl. a silózás mellett a mesterséges szárítást és az állványos szárítást is, ahol arra megvannak a lehetőségek. Mindegyik takarékos tartósítási módszert pedig akkor és addig a mértékig terjesszük ki, amikor és ameddig arra az üzem idényszerűsége maximálisan lehetőséget nyújt. Pl. a silózást, mint legkedvezőbb tartósítási eljárást az idényben rendelkezésre álló vonó- és kézi erő teljes kapacitásával kellene szorgalmazni. Szinte agyoncsépelt közhelyként ismerjük a *kukoricaszár gyors és maradéktalan megmentését az enyészet elől*. Ez is arra utal, hogy térjünk át a valamivel korábbi kukoricafajtákra, amelyeknek még ezenkívül sok egyéb előnye is van (elővetemény-érték, korábbi őszi szántás, őszi munkatorlódások kiküszöbölése stb.). Hasonló veszteségek állnak elő akkor is, ha a *cukorrépafej gyors behordását elhanyagoljuk*. Pedig addig, amíg a tábláról az utolsó darab répafejet nem takarítottuk le, nem lehet teljes értékű és befejezett a cukorrépa termesztése. Igaz, hogy igen kedvezőtlen esős őszi időjárás esetén előfordulhat, hogy az utolsó egy-két répatábláról lehetetlen a répafej behordása. De ha már ez a kivételes helyzet be is következik, a répafejet a buja foltok elkerülése végett feltétlenül szórjuk el egyenletesen, de még azért is, mert a répafejnek komoly trágyázó hatása van. Hatása az első évben vetekszik a fél istállótrágyáéval.

A szervesanyag-körfolyamatát még hathatósan befolyásolja az *alkalmazott talajművelési rendszer* is. Már az előző részben tárgyaltam a humuszfogyasztó és humuszgyarapító talajművelési eljárásokat. Tulajdonképpen minden talajművelési rendszer magában foglalja ez irányzatok mindkét elemét, csak más és más arányban és más súllyal.

Mennél jobban feltöltjük a talajt szerves anyaggal, annál jogosultabb lesz a humuszfogyasztó talajművelési rendszer alkalmazása, amely kifejezésre jut a szellőző mélyművelésben. Az erős talajfeltöltés ismérvei a nagy állatsűrűség, az évelő takarmányok, a másodvetéses zöldtrágyák kiterjesztése, és a lebontási veszteségek lehető lecsökkentése. Megokolja természetesen e feltárási talajművelési rendszert még a talaj kötöttsége, tevéketlensége is. Ha az erős feltöltés párosul a feltárási talajműveléssel, akkor azt mondjuk, hogy *a talajban élénk a humuszforgalom*, ami igen kedvező lehet a termések fokozására, feltéve ha a *humuszmérleg* legalábbis egyensúlyban van. A *humuszmérleg egyensúlyának jelentős szabályozója tehát a követett talajművelési rendszer*.

A *nyirkosabb klíma* is lehetőséget nyújt az ilyen kedvező, élénk humuszforgalom kialakulására. Például szolgálnak erre Vas megye egyes csapadékban gazdag tájai, ahol a gyenge, kavicsos talajok ellenére az egyénileg dolgozó parasztoknál k. h.-ként egy számosállatot láthattunk, szemben Csanád megye kitűnő és mély rétegtű mezőiségi talajaival, ahol csak 4—5 kat. holdra esett egy számosállat.

Az intenzívebb irányú talajművelés azonban nemcsak humuszfogyasztásban, hanem bizonyos esetekben humuszgyarapításban is kifejezésre jut, különösen akkor, ha a mélyművelést (szántást vagy altalajlazítást) előszerezetettel a humuszgyarapító növények alá adjuk (herefélék, egyéb szálaskormányok).

A gépesített talajművelés ugyancsak tevőlegesen vesz részt a talajerő fokozásában, nemcsak a termések növelése során beálló intenzívebb körfolyamat miatt, hanem amiatt is, hogy az igásállatok helyét elfoglaló haszonállatok több és jobb trágyát nyújthatnak az üzemnek. Ugyanez vonatkozik a gépesített vonóerőre is.

A felsorolt irányelvekben csak arra akartam rámutatni, hogy milyen gazdag lehetőségek adódnak egy-egy üzem humuszgazdálkodásának, talajerejének fokozására, de egyben lerontására is. Annak idején az egyes gazdaságok revíziója során szinte megdöbbentő adatok kerültek felszínre, amikor számszerűleg becsültem fel az elhanyagolt humuszgazdálkodás következményeit.

Fontosnak tartottam, hogy ezekre az irányelvekre rámutassak még azért is, mert a *humuszmérleg deficitje sohasem jelentkezik pillanatnyilag*, hanem legtöbbször csak távlatokban. Mennél kötöttebb a talaj és szárazabb az éghajlat, annál alattomosabban és vontatottabban jelentkezik ez a káros folyamat, és ha már bekövetkezett, csak nehezen és hosszabb idő után hozható újból helyre. Ezzel szemben a homoktalajoknál ezek a folyamatok éppen ellentétesek, gyorsabban zajlanak le és világosabbak.

Jellegzetesebb átszervezési példák

Kézenfekvő, hogy a talajerőgazdálkodás problémáját minden tájon, sőt minden üzemben sajátosan kell megoldani. Minden adottság között más és más eszközökkel érjük el a racionális szervesanyag-, illetve talajerőgazdálkodás problémájának megoldását. Egyik talajtípuson nagyobb súllyal a megfelelő humuszgyarapító talajhasználat, a másik tájon az intenzívebb talajműveléssel mozdíthatjuk ki a szervesanyag-képzést a holt-pontjáról, a harmadik üzemben pedig a nagyobb mérvű istállótrágyázás fog célhoz vezetni. Természetesen legtöbbször e tényezők mindegyikének részt kell vennie a talajerőfokozásban, de bizonyos, hogy más és más arányban, más összefüggésben, sőt más és más üzemi módszerekkel azért, hogy azt egyben a leggazdaságosabban valósíthassuk meg. E téren követjük el országosan a legtöbb hibát talán azért, mert e témát tudományos eszközökkel még kevésbé derítették fel.

Ezek után rátérek néhány jellegzetes példával azokra az üzemi átszervezési tapasztalatokra, amelyeket a talajerőgazdálkodás területén sajátos viszonyainkra, de különösen tájainkra vonatkozólag szereztem. Ismétlem, a cél minden talajtípus esetében azonos, nevezetesen a mennél több és a mennél jobb minőségű szerves anyag felhalmozása a talajban, és annak gazdaságos feltárása a növényzet javára.

A nagyon kötött talajokon, különösen ha azok még száraz viszonyok között is terülnek el, a *humuszképzés megindításának kulcsa a biológiai alapon álló intenzív gépi talajművelésben rejlik*. Ezek a legtöbbször igen termékeny talajok nem érvényesülnek kedvezőtlen, levegőtlen szerkezetük, rossz vízgazdálkodásuk miatt. A renyhe talajéletet, amely ilyen viszonyok között a tápanyag mozgósításának, biológiai feltárásának fékezője, csakis intenzív beérlelő és szellőztető talajműveléssel tudjuk holt-pontjáról elmozdítani és megindítani, ami maga után vonja a termések

növekedését is. A termések növekedése nyomán fokozódnak a gyökérmaradványok, továbbá az istállótrágya alapanyagát jelentő takarmányok és alomszalmatömegek is, amelyek az állattenyésztés további számszerű fejlesztésének vetik meg az alapját. Annakidején egy tiszántúli, igen kötött talajú és emellett felette elhanyagolt nagyüzemet sikerült a korszerű talajműveléssel mondhatnám biológiai tespedéséből kimozdítani a holtpontjából ugyannyira, hogy három éven belül 27 000 holdon a terméseket mintegy megkétszereztük, és ezzel a nagyüzem állattenyésztését és trágyatermelését is jelentősen fejlesztettük. A nagyobb termések betakarítása és a megnövekedett trágyakészletek kiszállítása természetesen komoly gondot okozott, és komoly munkaésszerűsítési módszerek bevezetését tették szükségessé, hogy minden munkát idejében elvégezhessünk. Mindez szükségessé tette a mezei vasúti hálózat kiépítését, a gépesítés fokozottabb bevezetését, amely beruházások törlesztési alapját bőven fedezte a termések felfelé ívelő alakulása. Ez a fejlődés az intenzívebb beérlelő talajművelésből indult ki, és annak volt köszönhető. Hiába kezdtük volna itt a talajerő fokozását a sokszor hangoztatott állatsűrűség fejlesztésével. Kellő takarmányalap nélkül a nagyobb létszámú állat koplalt volna, mint ahogyan az üres jelszavak és alap nélküli tervek nyomán ez be is következik, aminek következtében azután, mind az állati termékek, mind pedig a trágyatermelés területén az önköltség rohamosan nő. Az állatsűrűség fejlesztését először kellően elő kellett készíteni, aminek egyetlen célravezető útja a szélsőséges termelési viszonyok között az intenzív gépi talajművelés biológiai alapon való bevezetése, illetve megszervezése volt.

Égészen ellentétes módszereket kell követnünk a *homoktalajok* talajerőfokozásának megteremtésekor, ahol a talajművelés mint talajerőfokozó tényező úgyszólván semmit sem jelent. Itt egészen más utak és módok a célravezetőek. Ebben az esetben a szervesanyag-felhalmozás leghatékonyabb útja a *zöldtrágyázás* lesz, amellyel aránylag rövid idő alatt jelentős eredményeket érhetünk el. De nagy szerepe van itt még a megfelelően alkalmazott *műtrágyázásnak* is, különösen ha azt előszeretettel a zöldtrágyák, és általában a takarmánynövények alá alkalmazzuk azzal a céllal, hogy így a műtrágyák humuszgyarapító hatását jobban érvényesíthessük. Az istállótrágya mint humuszgyarapító tényező ezeken a gyenge állattartó képességű talajokon alig játszik szerepet.

Meg kell itt még röviden emlékeznem az *EGERSZEGI-féle telkesítő trágyázásról* is, amelynek kimagasló a szerepe a homoktalajok, de különösen a száraz viszonyok között elterülő homoktalajok talajerőgazdálkodásában különösen akkor, ha a homoki gazdaságokban minimális mennyiségben termelt istállótrágyát megítélésem szerint átmenetileg elsősorban a humuszgyarapító takarmánynövények alá adjuk, hogy ezzel is megerősítsük a szegény gazdaságok állattartó képességét. Ugyanakkor sorsdöntően fontos az is, hogy az alomszalmát szolgáltató rozsvetéseket erős műtrágyázásban, de különösen nitrogén-műtrágyázásban részesítsük. Egyszóval törekvünk az legyen, hogy a trágya alapanyagát jelentő növények termésközpontjának kedvezünk abból a célból, hogy a nagyon is termelékeny aljtrágyázással a gazdaságot mielőbb átkezelhessük. Szeretném azonban azt is hangsúlyozni, hogy ahol az *EGERSZEGI-féle aljtrágyázást bevezettük, ott még az eddiginél is fokozottabban kell szorgalmaznunk a zöldtrágyázást,*

hogy a termelt istállótrágya teljes mértékben a telkesítő trágyázás rendelkezésre állhasson.

Megint más utat kell követnünk pl. a *mezősegi talajok talajerőfokozásának kialakításában*. Ennél a talajtípusnál mondhatnám mindhárom biotechnikai tényezőt, a talajhasználatot, a trágyázást és a talajművelést egyaránt fel kell használnunk a talajerő fokozására. De a három tényező közül mégis a talajhasználat különleges megszervezésén, nevezetesen a *herefélék és hüvelyesek kiterjesztésén* kell törekvéseinket megkezdeni. A herefélék az olcsó takarmány- és fehérje-bázist biztosítják, majd évelő voltuknál fogva a *vonóerő hatásfokát növelik és a szerves trágyázottságot erősítik meg*. A hüvelyesek pedig — mint a legjobb búza-elővetemények — bő szalmatermékeket és ennek folytán ugyancsak bővebb istállótrágya-termelést tesznek lehetővé. Azokban az üzemekben, ahol igen helyesen a szántó 20%-án természetnek lucernát, úgyszólván teljesen ingyenesen a következő közvetett értékek jelentkeznek. Miután a lucerna évelő növény, melyet 4 évig sem szántani, sem vetni nem kell, a meglevő vonóerő 15%-a feleslegessé válik. Ha nem csökkentjük a vonóerőt, ennek következménye az lesz, hogy minden szántási és vetési munkát előbb végzünk el, a tenyészidő meghosszabbodik, és vele az önköltség erős csökkenése mellett a termések fokozódnak. Miután pedig a lucerna 4 évig elfoglalja a talajt, továbbá kiszántása után ugyancsak legalább 4 évig nincs gondunk az istállótrágyázásra, mert annak trágyázó hatása legalább akkora, mint az istállótrágyáé, a lucernatermesztés igen nagy lépéssel viszi előre a gazdaságok amúgy is megoldatlan szerves trágyázási problémáját. Pontos számításaim szerint ez annyit jelent, hogy pl. az 1000 hold szántóval rendelkező gazdaság 400 holdja teljesen mentesül a trágyázás gondjaitól, és meglevő trágyakészleteit az eddigi 1000 hold helyett 600 holdra összpontosíthatja. Ahol tehát eddig 6 évenként trágyáztak, ott ezentúl 4, és ahol eddig 5 évenként, ott ezentúl 3 évenként jut minden táblára szerves trágya. Más szóval ez azt jelenti, hogy a gazdaság szerves trágyázottsága legalább 30—40%-kal fokozódik anélkül, hogy trágyatermelő állataink létszámát fel kellene emelnünk.

Ezek a közvetett értékeken felül ismeretesebbek azok a közvetlen értékek, amelyek a lucernatermesztés után fellendítették az állattenyésztést. Mindez a holdanként többletként és biztosabban megtermő fehérje következménye. De a lucernatermesztés a fehérje-mérlegen felül nagy lépéssel viszi előre a gazdaságok nitrogén-mérlegét is, ami annyit jelent, hogy a természet műhelyéből teljesen ingyenesen 1000 holdanként és évenként mintegy 500 q pétisónak megfelelő nitrogént nyerünk.

Ha mindezeket a komoly értékeket jelentő, de ingyenes lehetőségeket első lépésként országos viszonylatban csak 50%-ban valósítanánk meg, az beláthatatlan távlatokat nyitna termelésünk fellendítésében. Azért merem ezt így határozottan állítani, mert ezeket az irányelveket igen sok, annakidején általam átszervezett gazdaságban megvalósítottam, azok áldásos hatásait tapasztaltam, és a termelés önköltségcsökkentő alakulását és a talajerő lendületes fokozását láttam magam előtt kibontakozni. A talajhasználat illetően átszervezése tehát megerősíti az üzem állattartó képességét, szerves trágyázottságát, a vonóerő viszonylagos kapacitását, ennek nyomán az intenzívebb talajművelést, vagyis mindazokat a tényezőket,

amelyek együttes hatása nagy lépésekkel viszi előre a talajerőgazdálkodás haladó irányzatát, méghozzá minden különösebb áldozat nélkül.

Gyakorlati tapasztalataimra támaszkodva e néhány jellegzetes példával csak arra kívántam rámutatni, hogy a legkülönbözőbb viszonyok között milyen sajátos módszerekkel érjük el leggyorsabban és legkisebb költséggel céljainkat. A talajerőgazdálkodás tudománya abban rejlik, hogy adott viszonyok között éppen milyen eszközöket, illetve módszereket alkalmazunk, hogy célunkat a legkisebb áldozattal és amellett a legeredményesebben el is érhessük. A talajerőgazdálkodás tehát nemcsak biológiai, hanem egyben üzemszervezési, egyszóval — ahogy én azt nevezni szoktam — *üzembiológiai feladatkört* jelent.

Az esetek túlsúlyában a talajerőfokozás megindítása tehát nem jelent különösebb áldozatot és beruházást, pusztán a természeti erők ésszerű megszervezését és irányítását. Ezek ingyenes mozgósítása után, ha már minden szervezési lehetőséget érvényesítettünk, kerülhet csak sor a beruházásokra, amelyek letörlesztésével már könnyen megbirkózik a teljesítményében megizmosodott üzem. Igen ésszerűtlen ennek megfordított menetrendje, amit azonban sajnos sokszor tapasztalhatunk a gyakorlatban.

A talajerőgazdálkodás felmérése index-számokban

Az előzőkben már kifejtettem a talajerőgazdálkodás irányvonalát kialakító azt a két ellentétes folyamatot, amely egyrészt a szerves anyagnak a talajban való mennyiségi és minőségi felhalmozásában, másrészt pedig annak hasznos lebontásában jut kifejezésre. Tudjuk azt is, hogy a felhalmozás egyedüli forrása maga a növényzet, amely egyrésztől tarló- és gyökérmaradványai útján, másrésztől pedig közvetve az istálló- és egyéb gazdasági szerves trágyák útján gazdagítja a talajt szerves anyagban. A hasznos lebontás tényezője pedig a talajművelés, bár ez számottevően közvetett befolyással van a szerves anyag fokozására is.

Ezeknek az ellentétes folyamatoknak egymáshoz való aránya szabja meg azt, hogy gazdálkodásunk talajerőfokozó, -fenntartó vagy -csökkentő irányban halad-e? *Hogy ez a humusz-mérlegre jellemző állapot miképpen is áll egy gazdaságban, azt a gyakorlatban eddig egy igen egyszerű, de amellett tökéletlen módszerrel állapították meg, amikor is úgyszólván csak arra szorítkoztak, hogy milyen nagy a gazdaság állatsűrűsége.* Kétségtelen hogy ez az adat erős jellemzője a talajerőgazdálkodásnak, de egymagában közel sem nyújthat megbízható értékelést annak felmérésére. Nem pedig azért, mert nem szerepel itt pl. a talajhasználatnak az a számottevő befolyása, amely abban jut kifejezésre, hogy vajon a szálastakarmányokat évelősökben vagy egyéves növényekben termesztjük-e, hogy alkalmazunk-e másodvetéses zöldtrágyát, hogy hány százalék hüvelyeset termelünk stb. Továbbá nem veszi tekintetbe ez a módszer azt, hogy mennyi és milyen műtrágyát alkalmazunk és mily növények alá, humuszgyarapítók vagy humuszfogyasztók alá-e? Ugyanez vonatkozik az istállótrágyára is. Figyelmen kívül hagyja azt is, hogy miképpen is kezeltük az istállótrágyát, amelynél 25—30%-os különbségek is előfordulhatnak. Végül nem veszi tekintetbe azt, vajon a követett talajművelési rendszer milyen szín-

vonul? Mindezek a tényezők összességükben sokszor oly befolyással lehetnek a talajerő kialakulására, mint maga az állatsűrűség.

Annak idején, amikor több gazdaság üzemi tanácsadásában és átszervezésén dolgoztam, első feladatomban mindig az volt, hogy megvizsgáltam azok talajerőgazdálkodási színvonalát. Ennek az állapotnak a szanálása után következhetett csak az üzemszervezés egyéb feladatainak rendezése. Szükségesnek láttam tehát egy olyan módszer kidolgozását, amely szélesebb alapokból kiindulva tenné lehetővé, hogy az egyes üzemek talajerőgazdálkodási állapotát a számszerűség tükrében is felmérjük, sőt annak szerkezetéről is áttekintést nyerjünk. *Ennek a felmérési módszernek a kidolgozásakor azonban a kérdés természeténél fogva bizonyos nehézségek merültek fel.* Nevezetesen a talajerőgazdálkodás három, egymástól teljesen eltérő biotechnikai tényezőjét, a *trágyázást, a talajhasználatot és talajművelést* közös nevezőben értékelni nehezen lehet, egyrészt azért, mert mindegyikük más és más irányban fejti ki hatását, másrészt pedig azért, mert ezek egymással összefüggve, számottevő komplex hatásokban is kifejezésre juthatnak. A módszer szabotosságának második hiányossága az, hogy az értékeléseknél nem nélkülözhetjük teljes mértékben a szubjektív becsléseket. Mindezek ellenére és ezek tudatában a módszert mégis kidolgoztam és annak idején elég jó eredménnyel alkalmaztam, s az gyakorlatilag *alkalmasnak is mutatkozott az azonos természeti tájakon elterülő üzemek viszonylagos összehasonlítására.*

A módszer irányelve az, hogy az egyes biotechnikai tényezőket oly értékszámokkal honoráljuk, mint amilyen mértékben azok a szerves anyag felhalmozásának és körfolyamatának mennyiségi és minőségi kialakulására hatással vannak. Hangsúlyoznom kell azt is, hogy minden természeti tájon más és más értékkel mérjük az egyes biotechnikai tényezőket. Pl. a homoktalajokon a zöldtrágyázásnak és műtrágyázásnak súlyosabb a befolyása a talajerő kialakulására, mint pl. túl kötött talajon, ahol inkább az intenzívebb talajművelés megszervezése jelent életkérdést. Így az indexszám kiszámításakor ezt a tényezőt kell különösen nagyobb értékszám-mal honorálnunk.

A talajerő számszerű felmérésekor nem az állatsűrűségből, hanem a növénytermesztés mikénti megszervezéséből, vagyis a talajhasználat szerkezetéből kellett kiindulni. Módszertani okokból e köré, mint központi tényező köré csoportosítjuk a többi tényezőt, mégpedig annál az egyszerű oknál fogva, mert az üzem szervesanyag-felhalmozásának és körfolyamatának sorsa legszorosabban a növényzettel (gyökérmaradványok és szerves-trágya-alapanyag) és azokkal a tényezőkkel függ össze, amelyek azt mennyiségi és minőségi vonatkozásban befolyásolják. Ennélfogva minden tényezőt, amely a növényzetre, vagyis a gyökérmaradványok és a föld feletti termés mennyiségi kialakulására hatással van, magára a talajhasználat rendszerére kell vetíteni, és végeredményben ebben is kell azt felmérni. Pl. amikor műtrágyázunk, nem a felhasznált műtrágya mennyiségével mérjük fel annak talajerőfokozó hatását, hanem elvileg azzal, hogy a szakszerűen adagolt műtrágyák az egyes növényeken át milyen befolyással lesznek a talaj szerves anyagának fokozására. Vagy pl. a talajművelés színvonalának értékelését attól kell függővé tenni, hogy az milyen százalékban fokozza a növények gyökérmaradványait és a földfeletti

terméseknek azt a részét, amely az istállótrágya útján visszakerül a talajba. Sőt a talajhasználat a takarmánytermesztés szerkezete útján többé-kevésbé még az állatsűrűséget is visszatükrözi. Egyébként is, ahol több az állat, ott több humuszyarapító növényt vihetünk bele az üzembe, amelynek humuszyarapító volta nemcsak a nagyobb mennyiségű és jobb minőségű gyökérmaradványokban jut kifejezésre, hanem abban is, hogy föld feletti termékeik tekintélyes része nemesített formában (tartósabb humusz-frakciók) kerül újból vissza a talajba.

Ez alkalommal szeretném még itt azt is újólág hangsúlyozni, hogy *amikor a talajerőgazdálkodás megszervezettségét felmérjük, nem a pillanatnyi termésfokozáson van a hangsúly, hanem a talajerő távlati fejlesztésén.* Ez végeredményben majd kifejezésre jut egyrészt a növények későbbi termésfokozásában, másrészt pedig az ingadozásmentesebb termések kialakulásában. E két irányzatnak, nevezetesen a termésfokozás pillanatnyi, gyors kialakításának és a talajerő távlatibb fejlesztésének az érdekei sokszor ellentétesek. Pl., hogy az istállótrágya zömét átmenetileg a takarmánynövények alá adjuk-e vagy az árutermelő növények alá? Az előbbi gyökerében és gyorsabban oldja meg a talajerő kérdését, az utóbbi pedig pillanatnyi haszonra törekszik. De vannak esetek, amelyek mindkét irányzatot azonos pozitivitással szolgálják, és ezek a legértékesebbek, pl. amikor az egynyári szálastakarmányok termesztéséről áttérünk az évelősök termesztésére. Ebben az esetben több és jobb takarmányt nyerünk, de talajerőfokozó hatásuk is kimagaslóbb.

A dolog természetéből folyik, hogy akkor, amikor egy üzem talajerőgazdálkodási megszervezettségét, annak színvonalát, felfele ívelő vagy hanyatló irányát akarjuk felmérni, ezt nem végezhetjük azonos mértékkel. Minden talajadottság között, illetve tájon más és más értékméréssel, az egyes tényezők elüti értékelésével kell azt elvégeznünk, attól függően, hogy az egyes biotechnikai tényezők sajátosan milyen hatásokat fejtenek ki az üzem szervesanyag-körfolyamatára.

A következőkben *példaképpen egy olyan értékelési módszert ismeretek, amely a nem szélsőséges adottságok között, tehát a mezősegi, a szelíd erdő talajú és egyéb vályogtalajú tájakon alkalmazható.*

I. Talajhasználat

Amint már említettem, az értékelés alapja és kiindulása a talajhasználat. A szerves anyag felhalmozásában a legelőkelőbb helyet gazdag és jó minőségű gyökérszálaknál fogva és amiatt, hogy föld feletti termésüknek csaknem fele visszakerül a talajba, a *szálastakarmányok* foglalják el. Ezek a növények kapják a legnagyobb értékszámokat. Bár szalmatermésükkel (alom- és takarmányszalma) a *kalászosok* is erősen hozzájárulnak a körfolyamat kialakításához, nagyobb értékszámban mégsem részesülhetnek, mert általában talajrontó növények, különösen akkor, ha azokat a kelletténél nagyobb arányban termesztjük. A *jó búza-elővetemények* ezzel szemben nagyobb értékszámokat kapnak, mégpedig két okból. Először azért, mert különösen a hüvelyesek minőségileg javítják a talaj humuszát, másodsor pedig, mert mint a legjobb búza-elővetemények, az alomszalma termésfokozása útján lehetővé teszik a talajrontó kalászosok területének

fokozatos lecsökkentését, ami végeredményben a talajerő generális fokozását vonja maga után.

Az egyes növények értékelését nagy vonásokban mindjárt meg is okolom. A megokolás tüzetesebb magyarázatát »Az egyes műveleti növények hatása a talajerőre és a hatások elemzése«, valamint »A trágyázás és talajerő« c. fejezetekben már megadtam.

1. Takarmányok:

Lucerna	8	értékszám
Füvesherék	7	„
Egyéb herefélék (vöröshere, baltacim, szarvaskerep)	6	„
Őszi és tavaszi keveréktakarmányok	3,5	„
Silókukorica	3	„
Siló-napraforgó	3,5	„
Csalamádé-kukorica	3	„
Szudáni cirokfű	3	„
Takarmányrépa	2	„

Megokolás:

A hereféléket nagyobb értékszámban kellett felvenni, mint az egy-nyári növényeket, mert erősen humuszgyarapítók, amellet a humusz minősége is kiemelkedő. Megoldás felé segítik az üzem fehérje- és nitrogén-mérlegét, és élelő voltuknál fogva vonóerőkímélők is. Mindezek közvetlenül és közvetve segítik elő a talajerőgazdálkodás haladó irányzatát.

A füvesheréket, azok különleges szerkezetkialakító hatásuk miatt, egy értékszámmal növeltem.

A lucernát 2 egységgel nagyobb értékszámmal vettem fel, mint a többi hereféléket, mert 3—4 éves voltánál fogva még termelékenyebbé teszi a vonóerőt, illetve még jobban megerősíti a talajművelést, ami közvetve az összes növények termésfokozására, illetve a körfolyamat fejlesztésére kedvezően hat ki. A herefélék között a lucerna az, amely gyökérzetével a legmélyebben hálózza be a talajt, és ez maga után vonja az utónövények kedvezőbb vízgazdálkodási lehetőségét. Egyébként a herefélék előnyeit a legkimagaslóbban képviseli.

Bár a takarmányrépa mint takarmánynövény szintén részt vesz az üzem szervesanyag-körfolyamatában, az ugyancsak lédús takarmányt szolgáltató silótakarmányokhoz képest értékszámat mégis le kellett csökkenteni, mert erősen humuszfogyasztó növény (gyökérmaradványa igen kevés, és mint kapásnövény közvetlen humuszfogyasztó is).

A csalamádé-kukoricát és szudáni cirokfűvet azért kellett a keveréktakarmányokhoz képest egy értékszámmal kevesebbre becsülni, mert azoknál rosszabb búza-elővetemények. Ez annyit is jelent, hogy a keveréktakarmányok után a búza több alomszalmát juttat a körfolyamat részére, vagyis általuk jobban fokozódik az istállótrágya termelése. De megérdemlik még a jobb értékelést azért is, mert koraiságuk miatt alkalmasat nyújtanak a talajjavító másodnövények termelésére is, ami ugyan-

csak fokozza a körfolyamatot. A csalamádé és szudáni cirokfű értékszáma $\frac{1}{2}$ egységgel megjavul, ha azokat valamelyik hüvelyesel keverve vetjük.

2. Búza-elővetemények:

Szegletes lednek	4	értékszám
Szója	2,5	„
Egyéb hüvelyesek	3,5	„
Repce	3,5	„
Len	}	3 „
Kender		
Mák		
Répamag		
Mustár		
Burgonya (korai)	}	2,5 „
Egyéb korai növények		
Burgonya (késői)	2,5	„
Középkorai kukorica	2,5	„
Késői kukorica	1,5	„
Cukorrépa	2	„
Napraforgó	1,5	„

Megokolás:

A hüvelyesek mint legjobb búza-elővetemények nemcsak a búza szemtermését, hanem a talajerő fokozása szempontjából fontos szalmatermést (a szemtermés kétszerese), és ezzel az istállótrágya termelését (a szalmatermés kétszerese) is növelik. Eszerint minden q búzatermés-többlettel legalább 4 q istállótrágya-többletnek vetjük meg az alapját. Miután a hüvelyesek után mintegy 3—4 q-val kapunk nagyobb búzatermést, mint a késői kukorica után, ez a különbség holdanként mintegy 12—15 q istállótrágya-többletben jelentkezik. A hüvelyesek közül a szegletes lednek elővetemény-értéke a legkimagaslóbb (több gyökérmaradvány és kitűnő beárnyékoló képesség), ezért kellett értékszámát egy fél egységgel emelni. Ezzel szemben a szója, mint kifejezetten talajrontó növény, a rossz búza-elővetemények közé sorolandó. A repcét pedig, mint kitűnő talajjavító növényt, egy sorba kellett helyezni a hüvelyesekkel.

A késői kukoricát a középkoraihoz képest azért kellett leértékelni, mert annak késői letakarítása a búza késői vetését vonja maga után. De ha még nem is következik utána búza, akkor is veszélyezteti a szár esőmentes és idejében való letakarítását, besilózását, a késői lehordással pedig rontjuk a talajszerkezetet. Végül a későbbi szántással rossz és drága munkát vagyunk kénytelenek végezni, sőt veszélyeztetjük az őszi szántás maradéktalan elvégzését is. A középkorai fajták szemtermése ugyan átlag 1,5—2 q szemes kukoricával kisebb, de ez az értékkülönbség elenyészik torlódásban, talajrontásban, takarmányértékben és szerves anyagban előálló veszteségek kiküszöbölésével, és azáltal is, hogy a középkorai fajták után mindig jobb lesz a búzatermés is, mint a későbbiek után. Ez egymá-

gában is kiegyenlíti a középkorai fajták kisebb kukoricatermését. Rá kell itt mutatnom arra is, hogy a későbbi fajtákban mindig több vizet takarítunk be a göréba úgy, hogy a csövestermésben mutatkozó nagyobb különbség nem tükrözi hiven vissza a májusi morzsolt termésben jelentkező kisebb különbséget. De még azt is meg kell jegyeznem, hogy a középkorai fajták termése mindig kisebb ingadozása, mert magkötésük közelebb esik a téli csapadékhoz, és végül korábbi beérésük folytán nem vagyunk kitéve a késői kukoricáknál előforduló penészesedési kártételeknek.

3. Kalászosok:

Őszi búza (kb. a szántó 25 ⁰ / ₀ -ig)	2,5 értékszám
Őszi búza (kb. a szántó 25 ⁰ / ₀ -a felett)	1 „
Őszi árpa	2,5 „
Tavaszi árpa	1 „
Zab	1,5 „

Amennyiben a kalászosok oly arányban vannak keverve valamilyen magtermelés céljából vetett hüvelyessel, hogy ezáltal közepes búza-előveteménynek számítanak, értékszámukat eggyel emeljük. Ilyen lehet pl. a búza pannonbükönnyel, a tavaszi árpa lencsével, a zab bükkönnyel vagy lednekkel.

Megokolás:

A közepesen és túlzott mértékben termesztett búza esetében azért kellett ezt a nagy megkülönböztetést tenni, mert a szántó 25⁰/₀-ig termesztett búza alomszalmája nélkülözhetetlen alapanyaga az istállótrágyának, tehát számottevő tartozéka lesz a körfolyamat fokozásának. Az ezen felül termesztett búza szalmája is fokozza ugyan a körfolyamatot, de már erős regresszióval (a bő almozásban rejlő nagyobb erjedési veszteség), továbbá mint erősen talajrontó növény a megadott határon túl már erősen csökkenti az üzem talajerejét. Egyébként szeretném hangsúlyozni, hogy a megadott 25⁰/₀-os határértéket semmi esetre sem lehet rögzítettnek tekinteni, hanem ettől el lehet, sőt esetenként el is kell térni. Mindez az üzem alomszükségletétől, a szalmatermések nagyságától és attól is függ, hogy mennyi őszi árpát termesztünk, amely szintén alomszalmát szolgáltat az üzemnek. A felesleges viták elkerülése érdekében szeretném itt mindjárt azt is hangsúlyozni, hogy ez a megadott határérték nem jelenti azt, hogy egy gazdaság nem termelhet a határértéken felül búzát, hanem pusztán csak azt jelenti, hogy ez a többlet már a talajerő rovására megy, amit annak számszerű értékelésekor feltétlenül figyelembe kell vennünk.

Ezzel szemben az alomszalma-szolgáltatás veszélyeztetése nélkül csökkenthetjük a talajrontó búza területét azáltal, hogy annak termését megfelelő beérlelő talajelőkészítéssel, erősebb és harmonikusabb műtrágyázással, és a jó elővetemények szaporításával fokozzuk. Mindezzel elérjük azt, hogy kisebb területen nemcsak azonos mennyiségű, hanem pár év múlva már nagyobb szem- és szalmaterméseket takaríthatunk be.

Az őszi árpa értékszámát azért kellett aránylag nagyobbra (2,5) megállapítani, mert korai vetése és korai aratása tompítja a munkatorlódásokat, nagyobb lehetőséget nyújt a körfolyamatot fokozó kettőstermesztésre, szalmája pedig mint korai alomszalma lehetőséget nyújt arra, hogy még az általános cséplés előtt megkezdhessük a bátrabb és nagyobb adagú almozást.

Ezzel szemben a tavaszi gabonáknak kisebb részük van a körfolyamat kialakításában. Szalmatermésük kisebb, és annak a fele elvész a takarmányozás során. A zab valamivel nagyobb értékszámot érdemel meg, mert több szalmával, több gyökérmaradvánnyal járul hozzá a körfolyamathoz, de ezenkívül némi beárnyékolási beérettséget is hagy maga után. Hogy az esetek nagy részében a zab rosszabb elővetemény-hatást mutat, mint a tavaszi árpa, annak oka nem a növényben, hanem abban rejlik, hogy a zabot legtöbbször a vetésforgó legmostohább helyére teszik, a legtávolabb a szerves trágyától.

4. Egyéb növények:

Magfüvesek	5	értékszám
Tarló-zöldtrágya, pillangós* }	2,5	„
Tarló-zöldtrágya repce* }		„
Tarló-zöldtrágya, nem pillangós* ..	2	„
Közévetett heretakaró zöldtrágyának*	2,5	„
Szudáni cirokfű magnak	0	„
Seprőcirok	0	„

* Amennyiben a zöldtrágyákat takarmánynak vágjuk le, az értékszám fél egységgel kisebb lesz.

Megokolás:

A magfüveseket aránylag nagyra kellett értékelni, egyrészt kitűnő talajszerkezetkialakító képességük, másrészt pedig évelő voltukban rejlő vonóerőkímélő hatásuk miatt. A nagyobb értékelést még azért is megérdemlik, mert ellátják a gazdaságot olyan sajáttermelte fűmaggal, ami elősegíti a füvesherések kiterjesztését. Egyetlen hátrányuk, hogy pentozán-hatásuk igen nagy. Mindezt azonban beérlelő talajműveléssel és erős tarló-nitrogénműtrágyázással teljesen kiküszöbölhetjük, és így a kiszántott fűmagtelepek hatását majdnem azonossá tehetjük a füvesherésekével.

Miután a másodvetéses zöldtrágyák biológiailag teljesen áthangolják a kalászosok által lerontott talajt, és ezzel egyben a körfolyamatot is fokozák, ennek a kedvezően megváltozott helyzetnek elismerésül illetik meg a zöldtrágyákat a megadott értékszámok.

A magnak vetett szudáni cirokfű értékszámot nem kapott, mert mint igen erős nitrogén-fogyasztó növény, még 2 év múlva is érezteti kedvezőtlen utóhatását.

A seprőcirok ugyancsak nem kapott értékszámot. Nitrogén-fogyasztása ugyan egy árnyalattal kisebb a magnak hagyott szudáni fűnél, azon-

ban rossz összetételű gyökérzetén kívül semmit sem hagy a körfolyamat számára, sem a szárát, sem a szakállát.

5. Rét és legelő:

A rétek értékelését a füvesherékhez kell arányosítani oly módon, hogy 6-os értékszámot kapnak azok a rétek, amelyeknek hozama azonos a here-félékével. Eszerint megkülönböztethetünk 100%-os (6), 75%-os (4,5), 50%-os (3) és 25%-os (1,5) réteket. Ugyanez vonatkozik a legelőkre is. A réteket és legelőket hozászámitjuk a szántóhoz, de csak 100%-os egy-ségre átszámitva (redukált szántó). Ha pl. 20 hold 50%-os rétünk van, úgy azt 10 hold teljes értékű rétként adjuk hozzá a szántóhoz, amikor is 60 értékszámmal gazdagodik a talajhasználat.

Végül egy-egy gazdaságnak a növénytermesztés megszervezésében, illetve talajhasználatában rejlő index-számát megkapjuk, ha az egyes növények százalékos arányszámát megszorozzuk annak megállapított értékszámával, és mindezeket összeadjuk. Ez annyit is jelent, hogy mind-ezt végeredményben egy 100 holdas szántóföld területére vetítettük.

Hogy pusztán a talajhasználat rendszere mit jelent a talajerő kiala-kulásában, azt egy konkrét példával, a számszerűség tükrében is be tudom mutatni. A keszthelyi intézetben 1951-ben megindultunk négy kisparcel-lás kilences versenyvetésforgóval abból a célból, hogy évről évre megfi-gyelhessük azok befolyását a talajerőre. A vetésforgók szerkezeti össze-tétele a következő volt:

I. forgó:

- 33% kalászos,
- 22% kapás,
- 11% hüvelyes,
- 11% korai elővetemény
- 22% takarmány, (füveslucerna).

II. forgó:

Ugyanaz, mint az I. forgó, csak füveslucerna helyett tiszta lucerna szerepel.

III. forgó:

Ugyanaz, mint az I. és II. forgó, csak az évelő takarmányok he-lyett egyényári szálastakarmányokat állítottunk be.

IV. forgó:

- 44% kalászos,
- 22% kapás,
- 11% késői elővetemény,
- 22% egyényári szálastakarmány.

Ezek szerint az I., II. és III. vetésforgó-szerkezete azonos, a külön-b-ség csak az, hogy míg az I. és II. forgóban levő szálastakarmány évelő formában, addig az a III. forgóban egyényáriban (zabosbükköny) szerepel.

Szerkezetileg lényegesen a IV. forgó út el, ahol már 44% a kalászos, és sem hüvelyest, sem pedig korai búza-előveteményt nem tartalmaz.

A négy forgó talajhasználati index-száma az ismertetett kulcsszámok szerint viszonyszámokban a következő:

IV. forgó	208	100
III. forgó	257	123
II. forgó	334	160
I. forgó	356	170

Négy év után, amikor a talajhasználat szerkezeti különbsége már érezte hatását, a forgók teljesítménye NAGY LÓRÁND számítása szerint gabonaegységben és 2 jelzőnövényben, nevezetesen a búzában és szálastakarmányban — viszonyszámokban — így alakult:

Forgó	Gabonaegység	Búza	Szálastakarmány
IV.	100	100	100
III.	123	109	108
II.	132	133	153
I.	146	141	160

Ezek a konkrét számok beszédesen világítanak rá arra, hogy a legjobb forgóban négy év után

1. az üzem állattartó képessége legalább 50%-ban fokozódott; természetesen hasonló arányban növekedett a trágyatermelés is (több takarmány, több alomszalma), továbbá,

2. hogy a gabonatermések a 33%-os forgóban globálisan meghaladták a 44%-os forgó gabonatermését.

Vagyis 4 év után sikerült elérnünk, hogy kisebb gabonaterületen több gabonát és szalmát termeltünk. A talajerő fokozásában rejlő ezek az eredmények főképp két tényezőnek tulajdoníthatók, úm. az évelő takarmányoknak, amelyek a talaj humusz- és nitrogén-mérlegét számottevően javítják, másrészt a hüvelyeseknek és egyéb korai előveteményeknek, amelyek erős mértékben fokozzák a búza, illetve alomszalma termését. Mindez lehetővé teszi a talajrontó kalászosok fokozatos csökkenését, és ezzel az egyéb talajjavító és árutermelő növények kiterjesztését. Amikor 5 évvel ezelőtt ezekkel a versenyforgókkal megindultam, csak az volt a célom, hogy a számszerűség tükrében is bizonyíthassam a talajhasználat megszervezésében rejlő kimagasló hatásokat, amit sok gazdaság ilyen irányú átszervezése során mindig tapasztaltam. Természetesen ezek a különbségek évről évre tovább fejlődhetnek, míg egész magas szinten el nem érnek egy bizonyos telítettségi, egyensúlyi állapotot. Ezekben a kísérleti vetésforgókban azonban még nem jutnak kifejezésre azok a további hatások, amelyek ezeket a különbségeket tovább kiszélesíthették volna, mint pl. az a körülmény, hogy az évelősök beiktatása folytán minden munkát idejében, korábban elvégezhetünk, a talajművelést tökéletesíthetjük, ami tovább fejlesztheti a humuszgazdálkodást. Ezek a hatások természe-

tesen csakis a nagyüzem, nem pedig e kisparcellás (100 □-öles szakaszok) vetésforgó keretében juthatnak kifejezésre, ahol minden talajmunkát tényleg optimális időben végeztünk el.

Ezek után rátérek a további biotechnikai tényezők értékelésére.

II. Állatsűrűség

Az állatsűrűség index-számát megkapjuk, ha a 100 hold szántóra eső számosállat-létszámot 3-mal megszorozzuk. A számosállaton itt az egész éven át istállózott állatot kell érteni. Az igásállatok mintegy 50—60%-os értékben, a legelő állatok pedig az istállózási időnek megfelelő redukált értékben szerepelnek. Itt is lehetnek 50, 75 és 100%-osan istállózott állatok, és eszerint számítjuk ki a teljes istállózásnak megfelelő állat-létszámot. Egy-egy istállózott számosállat trágyatermelésével mintegy 0,6 k. h. szántót trágyázhatunk be, amelynek hatása mintegy 4 évre terjed. Eszerint az egy számosállatra eső 3 értékszám látszólag kevésnek tűnik. De nem lehetett ezt nagyobb értékszámmal dotálni, mert a trágyatermelésben résztvettek a takarmánynövények és az alomszalmát termő kalászosok is, amelyek ilyen irányú hozzájárulását már a talajhasználatban az igazságnak megfelelően kellő értékeléssel ismertük el. Az állattenyésztés érdeme az, hogy ürülékével tartósabb jellegű humusz anyagokat nyújt a talajnak, továbbá okot szolgáltat arra, hogy takarmánynövények útján több humuszgyarapító növényt vihetünk be az üzembe, végül pedig, hogy az ún. abszolút (hulladék) takarmányokat is hasznosítja az üzem körfolyamata javára. Ez az okfejtés tehát arra mutat, hogy az *istállótrágya-termelés egy olyan társas viszonyból jön létre, amelyben egyaránt részesek az állatok és a növények is*. Az állatok részesedését mégis valamivel többre kell értékelnünk, mint a növényekét, mert — amint már említettem — állatok nélkül nem termeszthetnénk humuszgyarapító növényeket, nem értékesíthetnénk az abszolút takarmányokat és az alomszalmát, végül pedig az ürülékben nyert értékes, tartósabb jellegű humusz-frackiókkal nem gazdagíthatnánk talajunkat. E megfontolások alapján az állatok által termelt istállótrágyát mintegy 70%-ban kell az állatok javára írni. És itt szeretném megokolni azt, hogy miért kellett éppen egy számosállatot a 3 értékszámmal elismerni. Az egy számosállat által évente termelt istállótrágyával mintegy 0,6 k. hold területet részesíthetünk teljes trágyázásban, és ha ebben 70%-ban részesedik az állat, akkor végeredményben $0,60 \times 0,70 = 0,42$ k. hold terület betrágyázásában vesz részt. Ha az istállótrágyázás hatását egy kiszántott füvesherésével tartjuk egyenértékűnek, amelynek értékszáma 7, akkor az egy számosállatra eső értékszám egyenlő $0,42 \times 7 =$ kereken 3-mal.

Az állatsűrűség ilyen értékelése azonban közepes istállótrágya-kezelés esetén érvényes. *Hanyag kezelés mellett az összértékből a megfelelő fokozat szerint 5, 10 vagy 15%-ot le kell vonni, az átlagosnál jobb kezelésnél pedig 5, 10 vagy 15%-ot hozzá kell adni*. Ha pl. 100 k. h. területre 20 istállózott számos állat esik, és a kezelés példásan kimagasló, úgy az összértékelés $20 \times 3 = 60 + 15\% = 69$. A legrosszabb kezelésnél pedig $20 \times 3 = 60 - 15\% = 51$. Az így előálló mintegy 30% különbség meg is

felel a gyakorlatban annak a különbségnek, amely az istállótrágya termelésekor a hanyag és a jó kezelés között fennáll.

Még külön el kell ismernünk az istállótrágyának a körfolyamat fokozásával kapcsolatos azt a különleges hatását, amely akkor áll elő, amikor azt a céltudatosan humuszgyarapító szálatakarmány-növények alá adjuk. Ezzel nemcsak a trágya-alapanyagot nyújtó takarmánytömeget növeljük, hanem e dús gyökérzetű növények gyökérzetét is. Emiatt az istállótrágyázott szálatakarmányok minden holdját még külön egy értékszámmal növeljük. Ha ugyanis egy 3—3,5 értékszámú szálatakarmány-növényt részesítünk teljes istállótrágyázásban, ennek mind a föld feletti termése, mind pedig gyökérmaradványa $15 + 15$, összesen 30%-kal gyarapszik, ami megfelel $3 \times 0,30$ —, kerekén 1 értékszámnak. Abban az esetben tehát, ha pl. 100 holdanként 8 hold szálatakarmányt teljes istállótrágyázásban részesítünk, úgy ezt a trágyázási módot még külön 8 értékszámmal ismerjük el.

III. Műtrágyázás

A tényleg felhasznált, de szeretném hangsúlyozni, hogy szakszerűen felhasznált műtrágyák mennyiségét is értékelni kell, mert tudvalevően ezek is kedvezően befolyásolhatják a humuszképzést és e révén a talajerőt. Ebből a szempontból különbséget kell tennünk a nitrogén- és foszfát-műtrágyák között. Míg a nitrogén-műtrágyák elsősorban a növény föld feletti termésére hatnak kedvezően, addig a foszfát-műtrágyák inkább a gyökérzetet fejlesztik, de huzamosabb használatuk esetén még a talaj alkatát is kedvezően befolyásolják, miután a talajt hajlamosabbá teszik a szerkezetességre. Természetesen ezek a megállapítások nem jelentik azt, mintha a nitrogén-műtrágyák — ha viszonylag kisebb mértékben is — ne hatnának a gyökérmennyiségre és a foszfát-műtrágyák ne befolyásolnák a föld feletti termést. Mégis hangsúlyoznom kell, hogy specifikus hatásuk inkább az előbbieken érvényesül. E felismerések alapján a kétféle műtrágyát hatásuknak megfelelően megkülönböztetett módon kell értékelni. Ha feltételezzük azt, hogy holdanként 100 kg nitrogén-műtrágya mintegy 15%-kal fokozza a föld feletti termést, úgy a növények átlagos 3—3,5 értékelését alapul véve ($3 \times 0,15$), kb. 0,5 egységgel erősítik meg a növény humuszgyarapító hatását. Gyakorlatilag ez annyit jelent, hogy minden 100 kg nitrogén-műtrágyát 0,5 egységben kell elismernünk, feltéve, ha azt a takarmánynövények, a nem pillangós zöldtrágya-növények és alomszalmát termő növények, illetve oly növények alá adjuk, amelyek föld feletti része teljes mértékben belekerül a körfolyamatba. De mivel a felhasznált nitrogén-műtrágyáknak van némi hatása a gyökerek fejlődésére is, az egyéb növények alá adott nitrogén-műtrágyát szintén értékelni kell, de már csak 0,2 egységben.

Más elbírálás alá esnek a foszfát-műtrágyák. Minden 100 kg foszfát-műtrágyát, amelyet pillangós növények alá adunk, 0,5 egységben kell elismernünk, mert általuk jelentékenyen növekedhet a jó minőségű (szűk C/N arányú) gyökerek és föld feletti termések mennyisége is. A többi növény alá jutó minden 100 kg foszfát-műtrágyát pedig 0,2 egységgel ismerjük el, mert a foszfát-műtrágyával általában a gyökerek fejlődését

fokozzuk, de egyben tartaléktrágyázást is végzünk, aminek hatása a későbbi időkben is jelentkezik.

Ha pl. 100 k. h. szántóföldi terület figyelembevételével kiszórunk

16 k. h. pillangósra	24 q szuperfoszfátot	$= (24 \times 0,5) = 12$ egys.
20 k. h. nem pillangósra	30 „ „	$= (30 \times 0,2) = 6$ „
10 k. h. szálatakarmányra	10 „ pétisót	$= (10 \times 0,5) = 5$ „
12 k. h. búzára	12 „ „	$= (12 \times 0,5) = 6$ „
10 k. h. egyéb növényre	10 „ „	$= (10 \times 0,2) = 2$ „
Akkor a példában adott		86 q műtrágya összes értékszáma = 31 egys.

Sietek mindjárt megállapítani azt is, hogy tulajdonképpen nem teljesen helyes, ha a foszfát- és nitrogén-műtrágyák hatását elkülönítve értékeljük, mert hiszen a kétféle műtrágya együttes (komplex) hatása sokszor eredményesebben jelentkezik, amikor a harmonikus tápanyagszolgáltatásra törekszünk. De ha feltételezzük — amire már az előbbieken is rámutattam —, hogy a műtrágyázást a harmonikus táplálás szellemében végezzük, úgy ez az egyszerűbb módszer nagyjából híven tükrözi vissza a műtrágyák humuszgyarapító hatásának értékelését.

IV. Talajművelés

Miután a szakszerű talajművelés befolyása a szerves anyag körfolyamatára számottevő az értékelésnél, ezt a biotechnikai tényezőt is figyelembe kell vennünk, de csak abban az esetben, ha a talajművelés színvonala a közepesnél jobb vagy annál rosszabb. Közepes színvonalú talajművelést tehát nem értékelünk. Kimagasló talajművelés esetén minden növény fejlődése jobb lesz, mert a talaj beérlelése, és minden munkának idejében való elvégzése nyomán a növények termése és gyökérhozama is nagyobb. Ezzel szemben szakszerűtlen talajművelés esetén még a trágyák hatásfoka is kisebb. Az esetleg szükséges helyesbítést ezekben a szélsőséges esetekben a talajhasználat összértékelésében kell érvényesítenünk, mert a talajművelés legközvetlenebbül éppen a növények fejlődésére hat ki. Kimagasló talajművelés esetén tehát fokozat szerint 5—10%-ot hozzáadunk, szakszerűtlen talajművelés esetén pedig 5—10%-ot levonunk a talajhasználat összértékeléséből.

A jelen esetben ugyan nincs szó túl kötött talajokról, de mégis megemlíjtük, hogy erősen kötött talajviszonyok között ez a szóródás —30 és +30 között ingadozik, miután ilyen viszonyok között a talajművelés szerepe és kihatása sokkal kimagaslóbb a talajerőgazdálkodásra.

Kétségtelen, hogy a *vetésforgónak*, illetve a vetési sorrend mikénti elrendezésének szerepe is kimagasló a talajerőgazdálkodás sorsára. Ennek ellenére ezt a tényezőt nem szerepeltetjük az értékelésben, mégpedig azért nem, mert ennek értékelése igen nehéz volna, de egyébként is, ahol a növények sorrendje nem helyes, ott minden átszervezési áldozat nélkül, egyszerű adminisztratív intézkedéssel is helyrehozhatjuk a hibákat.

Annak idején sok gazdaságban mértem fel a talajerőgazdálkodás megszervezettségét. Sajnos, ezek az adatok a háborús pusztulások következtében elvesztek. A módszeren azóta javítottam és meggyőződésem, hogy a talajerőgazdálkodás tudománya és a termesztési technika további fejlődése során a módszer még további módosításra fog szorulni. El kell ismernem, hogy a módszer sem a múltban, sem a jövőben, éppen a dolog természetéből folyóan nem lehet tökéletes, de megítélésem szerint mégis szükség van rá, és a gyakorlatban annak hasznát is vesszük.

Egy jellegzetes példával szeretném bemutatni a vázolt értékelési módszert, nevezetesen egy elhanyagolt gazdaságon, majd ugyanezen a gazdaságon akkor, amikor annak ésszerű átszervezése a talajerőfokozás szellemében már megtörtént (l. 14. és 15. táblázatot). A két átszervezési állapot index-számai is rámutatnak arra, hogy mit jelenthet egy átszervezés a talajerő fokozása terén.

14. táblázat
I. Átszervezés előtt

M e g n e v e z é s		Egység	Összes érték	Összesen
<i>I. Talajhasználat</i>				
Őszi keveréktakarmány	2 0/0	3,5	7,—	
Egynyári takarmány	25 0/0	3,5	87,5	
Őszi búza 33 0/0	25 0/0	2,5	62,5	
	8 0/0	1,—	8,—	
Tavaszi árpa	10 0/0	1,—	10,—	
Kukorica, késői	20 0/0	1,5	30,—	
Takarmányrépa	5 0/0	2,—	10,—	
Napraforgó	5 0/0	1,5	7,5	
Talajhasználat összesen	100 0/0		222,5	
Levonva talajművelés miatt	10 0/0		22,2	200,3
<i>II. Állatállomány</i>				
20 számos állat		3,—	60,—	60,—
<i>III. Műtrágyázás</i>				
Búza alá pétisó	20 q	0,5	10,—	
Többi növény alá pétisó	20 q	0,2	4,—	
Szuperfoszfát	60 q	0,2	12,—	
Műtrágyázás összesen			26,—	26,—
Összesen, mint üzemi index-szám:				286,3

15. táblázat

II. Átszervezés után

Megnevezés	Egység	Összes érték	Összesen
<i>I. Talajhasználat</i>			
Lucerna 20 0/0	8,—	160,—	
Őszi keveréktakarmány 5 0/0	3,5	17,5	
Búza 22 0/0	2,5	55,—	
Őszi árpa 5 0/0	2,5	12,5	
Tavaszi árpa 5 0/0	1,—	5,—	
Kukorica, középkorai 20 0/0	2,5	50,—	
Silókukorica 5 0/0	3,—	15,—	
Borsó 10 0/0	3,5	35,—	
Repce 5 0/0	3,5	17,5	
Olajlen 3 0/0	3,—	9,—	
Talajhasználat összesen: 100 0/0		376,5	
Hozzáadva talajművelés miatt 10 0/0		37,6	414,1
<i>II. Állatállomány</i>			
25 számosállat + 10 0/0 trágyakezelés	3,—	82,5	
Takarmánynövény alá istállótrágya 10 hold	1,—	10,—	92,5
<i>III. Műtrágyázás</i>			
28 q péti só	0,5	14,—	
12 q péti só	0,2	2,4	
35 q szuperfoszfát	0,5	17,5	
25 q szuperfoszfát	0,2	5,—	
Műtrágyázás összesen:		38,9	38,9
Összesen, mint üzemi index-szám:			545,5

Hogy a vázolt átszervezés milyen hatásokat vonhat maga után a talaj-erő állapotában, azt az előbbieken már említettem. A konkrét esetben ez a következőkben jut kifejezésre:

A lucernák, a korábbi kukoricák és a korábbi búza-elővetemények hatására minden munkát idejében, korábban be lehet fejezni. A búzák be-ért talajokba kerülnek, korábban vethetők (szalmatermés fokozás), az őszi szántás az ilyen módon átszervezett gazdaságokban sármentesen, olcsóbban, legtöbbször október végén, november elején befejeződik, szemben az átszervezés előtti állapottal, ahol a szántás egy részét már csak szalonná-

san (talajszerkezet-rombolás), drágán (több üzemanyag és géptörések) tudjuk elvégezni, sőt a szántónak egy része szántatlanul is marad. A kukoricaszár maradéktalanul kerülhet be a silókba. Megszűnnek a számottevő üzemi súrlódást jelentő és az önköltséget károsan befolyásoló munkatorlódások. A lucerna és a hüvelyesek beiktatása során hatalmas lépéssel viszszerül előre teljesen ingyenesen a humusz- és nitrogén-mérleget, mégpedig a humusz-mérleget mintegy 40%-kal, a nitrogén-mérleget pedig 100 holdanként mintegy 50 q pétisónak megfelelő többlet-nitrogénnel. Az ismert okoknál fogva jelentősen fokozódik az üzem állatteltartó képessége annak ellenére, hogy a takarmányt és alomszalmát kisebb területre szorítottuk, aminek további következménye az állatsűrűség megerősödése lesz. Mindez végeredményben mind a növénytermesztés, mind pedig az állattenyésztés teljesítményének különösebb áldozat nélkül való fokozását és önköltségének hathatós csökkentését vonja maga után.

Hogy egy üzem átszervezésében rejlő hatások mennyi idő múlva indulnak meg teljes lendülettel, továbbá hogy milyen méreteket öltenek, az több tényezőtől függ, nevezetesen:

1. hogy a herefélék közül a lucerna díszlik-e vagy nem, mert a lucernával érhetjük el a legkiemelkedőbb eredményeket;

2. hogy milyen a talaj adottsága? Mennél gazdagabb az humuszban és mészből, mennél mélyebb rétegű és tevékenyebb, annál gyorsabb az eredmény; és amit legelőször kellett volna említenem,

3. hogy milyen a gazdaság átszervezőjének rátermettsége, szakképzettsége, érkeke, és mindebből kifolyóan meggyőződése az üggyel szemben. Mégis általában azt mondhatjuk, hogy az átszervezés hatásai a második, de inkább harmadik évben már érezhetők, a negyedik évben pedig már teljes mértékben kibontakoznak.

Hogy az ésszerűen átszervezett üzem milyen hatásokat válthat ki a termelésben, azt a 23. ábra szemléltetően mutatja.

Ha a gazdaságok helyes irányban való átszervezése egyszer már megtörtént, annak kedvező hatása megszakítás nélkül, önműködőleg tovább folytatódik, és gyakorlatilag abban jut kifejezésre, hogy a termelés állandóan felfelé ívelő és mindinkább biztonságosabb, ingadozásmentesebb irányt vesz fel anélkül, hogy a költségek emelkednének. A gazdaságok ilyenén való átszervezettsége — mondhatnám — az üzem »legbecsebb eszmei leltári értéke«.

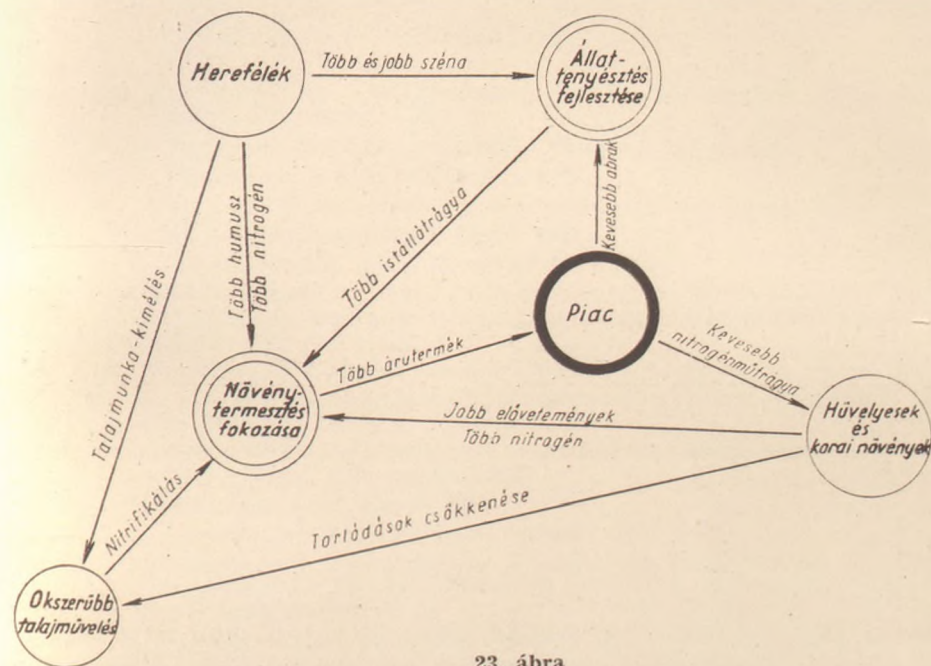
Végül még csak arra kívánok rámutatni, hogy tulajdonképpen miért tartom gyakorlatilag fontosnak a talajerő megszervezettségének számszerű felmérését?

Az *üzemszervező részére* hasznos azért, mert akkor, amikor a számszerűség tükrében látja a talajerőfokozás tényezőinek hatásait, szervezési tevékenysége tudatosabbá válik, ez irányú törekvései pedig mindinkább meggyőződésből fakadnak. Állandóan maga előtt látja a fejlődés során előálló index-számok felfelé ívelését, és ez ébren tartja a hasonló típusú üzemekben a nemes versenyt.

A több üzemet irányító *vezető mezőgazda* ugyancsak hathatósabb áttekintés birtokába jut, amikor több azonos tájon levő üzem ilyen irányú

fejlesztését céltudatosabban irányíthatja, és a relativitás tükrében állandóan nyilvántarthatja, ellenőrizheti.

De fontos a számszerű felmérés szerepe még a *jövedelmezőség reális elbírálása* tekintetében is. Egy olyan üzem jövedelmezőségét, amely annak helyes megszervezése folytán a talajerő állandó fokozásának útján halad, egészen másként kell elbírálni, különösen az átszervezés éveiben, mint egy olyan gazdaság jövedelmezőségét, amelynek talajereje hanyatlóban



23. ábra

van. A talajerőfokozás távlati tevékenységet jelent, tehát eszmei beruházási jellege van, amelynek kedvező következményei mindig utólag bontakoznak ki. Egy ésszerű átszervezés alatt álló üzem jövedelmi mérlegének elbírálásánál sokkal türelmesebbnek kell lennünk, mert itt 1—2 év múlva fellendülésre számíthatunk, szemben egy olyan gazdasággal, amely »rabló-gazdálkodásból«, a talajerő folytonos csökkenéséből merítette jövedelmének egy részét. Az előbbi üzemtípus tölti az akkumulátort, az utóbbi pedig többet fogyaszt abból, mint amennyit abba tölteni képes.

Ez a felismerés arra is utal, mennyire sorsdöntő fontosságú, hogy a gazdaság vezetésében minél kevesebb legyen a változás, hogy az emberek, de különösen a vezető hosszabb ideig fejthesse ki távlati tevékenységét. Régi tapasztalat, hogy semmi sem rombolja úgy a földet, mint az, ha annak kezelője állandóan változik.

A talajerőgazdálkodás ilyen szempontból való felmérése iránymutatásul szolgálhat még a *beruházások jogosultságának elbírálásánál* is. Mennél tökéletesebben szerveztük át az üzemet a talajerőgazdálkodás szem-

pontjából, annál nagyobb lesz annak teljesítő képessége, és ezzel párhuzamosan a beruházások termelékenysége is. Csak a talajerő tekintetében megizmosodott üzem képes arra, hogy a beruházási hiteleket le is törlessze, mert az ilyen gazdaság termései nemcsak nagyobbak, hanem biztonságosabbak is lesznek. A gazdaságok beruházásának tervezésekor tehát mindig meg kell vizsgálnunk, vajon minden megtörtént-e már a talajerő ésszerű átszervezése terén, mert csak e szervezési tevékenység után válik egy gazdaság alkalmassá arra, hogy beruházásai valóban termelékenyek is legyenek.

IRODALOM

- AUFHAMMER, G. — KÄMPF, R., Beeinflussung der Bodenkrümelung. Zeitschr. für Acker u. Pflanzenbau (1952)
- AVDONYIN, SZ. D., Új műtrágyázási módszerek. Mezőgazd. Kiadó, 1950
- BAUMANN, H., Wetter und Ernteertrag, Berlin 1949
- BLANCK, E., Handbuch der Bodenlehre. Erster Ergänzungsband. Berlin 1939
- BRAUN — BLANQUET, Pflanzensociologie. Berlin 1951
- COOKE, G. W., Fertilizers Use. Sci. Food Agric. N° 9 (1954)
- DIGLERIA — ERDEINÉ — SARKADI, Az ammonia- és nitrátnitrogén hatása különböző foszforműtrágyák felvehetőségére *Aspergillus niger* tenyészetekben. Agrokém. és talajtan, Budapest (1955)
- DOMSCH, M., Probleme der Bodenbearbeitung. Deutscher Bauernverlag, Berlin 1955
- DVORACEK M., Adatok a talajszerkezet vízállóságának fizikokémiai alapjaihoz. Agrokém. Kut. Int. Évkönyve, Budapest 1950
- FEHÉR — KOGUTOVICZ — KREYBIG — MANNINGER, A szántó föld okszerű művelése, kapcsolatban a talaj életével. Falu kiadása, 1938
- FEHÉR D., Talajbiológia. Akad. Kiadó, 1954
- FEKETE J., A termőtalaj védelme. Egyetemi nyomda, 1954
- FINCK, A., Ökologische und bodenkundliche Studien über die Leistungen der Regenwürmer für die Bodenfruchtbarkeit. Zeitschr. f. Pflanzenern. Düng. und Bodenkunde 58 (1951)
- FJODOROV, V. M., Mikrobiológia. 4. kiadás, Moszkva 1949 — Fordítás, Budapest 1951
- FRUHSTORFER, J., Wissenschaftliches u. technisches zur Reihendüngung. Mitteilung der deutsch. Landw. Gesellsch. Frankfurt a. M. N° 4 (1955)
- GÖRBBING, J., Die Grundlagen der Gare im praktischen Ackerbau. Hannover 1948
- GYÁRFÁS J., Sikeres gazdálkodás szárazságban. Pátria, Budapest 1925
- GYÁRFÁS J., Zöldtrágyázás. Mezőgazd. Kiadó, Budapest 1951
- HEDRICK — MOSARY, Effekt — of — syntetic polielektrolytes aggregatism. — Mezőg. ford. iroda, Budapest 1952
- JONES, R. J., Recent Developments in Fertilizer Use. Advances in Agronomy 1 (1949)
- KEMENESY (KEMPTNER) E.: Sekélyen vagy mélyen hántsuk a tarlót? Köztelek (1929)
- KEMENESY (KEMPTNER) E.: Gőzeke, traktor és igaerő nagyüzemi vonatkozásai. Köztelek (1930)
- KEMENESY (KEMPTNER) E.: A szikések meszezésének gyakorlati kivitele. Köztelek 11—12 (1931)
- KEMENESY (KEMPTNER) E., Üzemgazdasági és takarmánytermesztési kérdések. Pátria, Budapest 1933
- KEMENESY (KEMPTNER) E., A korszerű gazdálkodás vetésterve. Pátria, Budapest 1937
- KEMENESY E., Racionalizálási kérdések a mezőgazdaságban. Gazdatiszti egyesület kiadványa, 1940
- KEMENESY E., A gazdaságok belső megerősítése. Gazdatiszti egyesület kiadványa, 1941
- KEMENESY E., A korszerű talajművelés irányelvei. Pátria, Budapest 1942

- KEMENESY E., Az üzemi belforgalom. Gazdatiszti egyesület kiadványa, 1942
- KEMENESY E.: Őszi gabonák talajelőkészítése. Akadémiai közlemények II/2 (1953)
- KEMENESY E., A termőerőgazdálkodás egyes biotechnikai és üzemszervezési vonatkozásai. Akad. Kiadó, Budapest 1954
- KEMENESY E., A magyar búzatermesztés kérdései. Akad. Kiadó, 1954
- KEMENESY E., A takarmánytermesztés üzemgazdasági vonatkozásai. Akad. Kiadó, 1955
- KEMENESY—KREYBIG: A különféle műveleti növények és a talaj kölcsönhatásának vizsgálata, mint a vetésforgó kérdés megoldásának alapkomplexuma. Akad. Kiadó, 1951.
- KERTSCHER, F., Praktische Anleitung für die Vererdung von Stallmist. Berlin 1951
- KONOVOVA, A talajhumusz problémája és kutatásának jelen feladatai. Moszkva. — Mezőg. ford. iroda, Budapest
- KÖNNECKE, G., Ertragssteigerung und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit durch Umstellung von Fruchtfolgen. Kühn Archiv 64 (1951)
- KÖRÖSSY J.: Javaslat a víz és a szél okozta károk megszüntetésére. Kézirat. 1956
- KREYBIG L., Mezőgazdasági természeti adottságaink és érvényesülésük a növénytermesztésben. F. M. Budapest 1946
- KREYBIG L. Gyakorlati trágyázástan. Mezőgazd. Kiadó, Budapest 1951
- KREYBIG L. Az agrotechnika tényezői és irányelvei. Akad. Kiadó, Budapest 1953
- KUDRIN, N., A foszfor körforgása és a trágyák foszfátjainak átalakulása a talajban. Agrobiológia, Moszkva. — Mezőg. fordító iroda, Budapest 1952
- KUND E., A termőföld pusztulása és megvédése. Budapest 1941
- KUTHY S.: Az istállótrágya hatásmechanizmusa. Agrokémia (1949)
- LAATSCH, W., Dynamik der Mitteleuropischen Böden. München 1955
- MALCEV, T. Sz., Néhány agrotechnikai kérdés. Moszkva. — Mezőg. ford. iroda, Budapest 1955
- MANNINGER G. A., A korszerű talajművelés alapelvei. Tiszántúli Földművelésügyi Tanács, Debrecen 1946
- MANNINGER—FEHÉR—FRANK: Őszi vetések biológiai vizsgálata. Növényt. Közl. (1947)
- MATTYASOVSKY J.: Talajvédelmi kérdések. Agrártudomány (1954)
- MISUSZTYIN, J. N., Humuszvegyületek képződése autolízis útján. Moszkva. — Mezőg. ford. iroda, Budapest
- MISUSZTYIN, J. N., A mikrobiológiai tényezők szerepe a talapszerkezet kialakulásában. Moszkva. — Mezőg. ford. iroda, Budapest 1954
- NORDENGREN, S., Granulation of Phosphatic Fertilizers. Theory and Practice, Landskrona, Sveden (1939)
- PRJANYISNIKOV, W., Der Stickstoff im Leben der Pflanzen und im Ackerbau der USSR. Übersetzung, Berlin 1952
- PRJANYISNIKOV, W., Válogatott művei. I. Moszkva 1952
- RIPPEL—BALDES, Grundriss der Mikrobiologie, 2. Auflage. Berlin 1952
- ROEMER SHEFFER, Lehrbuch des Ackerbaues. Berlin 1953
- SEKERA, F., Was ist Bodengare. Zentralbl. f. Bakt. II/105 (1942)
- SEKERA, F., Gesunder und kranker Boden. Parey, Berlin 1951
- SPRINGER, U., Zur Charakteristik der Dauerhumus Komponente im Bodentypen. Ztschr. f. Pflanz, Ern. Düng. u. Bodenkunde 60 (1953)
- SURÁNYI J., Talajvédelem — nemzetvédelem. Agrártudományi szemle (1948)
- SURÁNYI J., Szántóföldi kettőstermesztés módszerei és növényei. Mezőgazd. Kiadó, Budapest 1952
- SCHEFFER, F., Agrikulturchemie. Stuttgart 1945
- SCHEFFER WELTE, Pflanzenernährung. Stuttgart 1955
- SCHMALFUSS, K., Pflanzenernährung und Bodenkunde. 2. Auflage. Leipzig 1952

- SZOBOLJEV, A. P., Küzdelem a talajerózió ellen. Moszkva 1949
- VARGA L., A talaj állatvilága. (Fehér D., Talajbiológia.) Akad. Kiadó, 1954
- VÁRALLYAY—KERESZTÉNY—NAGY, Néhány időszerű foszfátkérdés. Agrokémia és talajtan, Budapest (1953)
- VEZEKÉNYI E., A szegletes lednek. Növénytermelés (1952)
- VILJAMSZ, V. R., Talajtan. Akad. Kiadó, 1950
- VILJAMSZ, V. R., A földművelés alapjai. Akad. Kiadó, 1950
- WAKSMAN, S. A., Humus. London 1938
- WAKSMAN, S. A. Soil Mikrobiology. New York 1952
- WECKS—LLOYD—COLTER, Effekt of syntetic soil condicioners and Erosion Controll. — Mezőg. ford. iroda, Budapest 1952
- WESTSIK V., Homoki vetésforgókkal végzett kísérletek eredményei. Mezőgazd. Kiadó, Budapest 1951

NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ

A—Á

Abszolút zöldtrágya-növények 137
 Actinomyceták 25, 26
 aerobok 17
 aggregátum 50
 agresszív növények 132
 agyaghumus-komplexum 22, 37, 42, 56,
 121, 205, 211, 220
 akoltrágya 158, 192, 201
 algák 20
 aljtrágyázás 266, 293
 állattartó képesség 158, 189, 259
 állatsűrűség 156, 157, 189
 álmorza 54
 alomszalma 105, 190
 altalajlazítás 143, 274, 285, 287, 289, 293,
 302, 306
 ammóniák-ionok 235
 anaerobok 17
 ANTAL 113
 antibiotikumok 18, 131
 apatit 230
 árutermelő forgó 184
 Ascomyceták 25
 átlucernásítás 123
 átmeneti vetésforgó 185
 AUFHAMMER 54
 autotróf szervezetek 17
 AVDONYIN 244
 Azotobaktériumok 18, 25, 30, 31, 234, 251, 256

B

Bab 112
Bacillus radicola 29
 bakteroid 29
 baktérium-adszorpció 19
 baktériumok 15, 25
 BALLENEGGER 254
 baltacim 124
 Basidiomyceták 25
 beárnyékolási talajérettség 57, 96, 278
 beárnyékoló képesség (növény) 96
 begerjesztés (talajerő) 62, 178, 179, 266,
 300
 BELÁK 125, 135, 151
 belforgalmi termékek 156

BERGMANN 76, 78
 beteg talaj 57
 bíborhere 125
 biocönózis 15, 18
 biogáz eljárás (trágya) 207
 biológiai abszorpció 231, 248
 — akkumulátor 10, 169, 174, 298
 — áthangolás 149, 173
 — egyensúly 8, 286, 288
 — egység 5, 156
 — felporhanyítás 7, 128, 143, 176,
 275, 276, 285, 287, 289
 — feltáródás 187, 241
 — körfolyamat 7, 14
 — talajművelés 13, 267, 269
 — tevékenység (aktivitás) 19, 59,
 237, 246, 300
 — válaszfal 170
 biológiailag felépített talajszerkezet 54,
 187, 210, 213, 215, 260, 277, 286
 biotechnikai tényezők 13, 69
 bojtos gyökér 125
 BRAUN-BLANQUET 130
 BUCHER 216
 burgonya 117, 228
 bükköny 113

C—Cs

Ca-ionok aktivitása 232
 CAMPBELL 272, 273, 280, 291
 cellulózbontók 18, 25
 ciszta 20
Clostridium Pasteurianum 30
 cukorrépa 116, 183, 228
 CZOWTHER 43
 csalamádé 118, 146
 CSERHÁTI 242
 csillagfürt 111
 CSIZSEVSKIJ 126

D

DARWIN 22
 denitrifikálás 25, 28, 236
 DERERA 273
 DETTRICH 280
 DIÁNOVA 19
 dohány 119

DOJERANKÓ 48
DOKUSAJEV 47
Dry Farming 272
DULAY 274
DVORACSEK 47, 64

E—Ě

EGERSZEGI 265, 296, 314
egészséges talaj 57
EGNÉR 256
éhségperiódus (pillangósok) 29, 110
eketalp-betegség 60, 65, 289
előhántós eke 290
elővetemény-érettség 58
elővetemény-gazdálkodás 100
elővetemény-hatás 72, 98, 99, 127, 137, 183
elővetemény-igény 101, 127, 183
elővetemény-pazarlás 169
elszaporítási koeficiens 108, 126, 137
eltözegeződés 294
erdőtalajok 142
erjedési veszteségek 155, 262
erózió 303
értékcsökkentő hatás (növény) 102
értéktermelő hatás (növény) 102
évelő takarmányok 174
expressz-borsó 109, 110, 150

F

FÁBRY 34
FECHTIG 273, 280
FEHÉR 19, 22, 24, 30, 31, 32
fehérhere 125, 143, 147
fehérje-mérleg 107, 134, 246
FEKETE 308
FINCK 22
FJODOROV 19, 20, 21
forrón erjesztett trágya 203
foszfát-aktivitás 233, 245, 261
foszfátok hatástalansága 61
foszfátok lekötése 231, 232
foszfát tartalék-trágyázás 233, 240, 245, 261
foszfor 227
foszfor-körfolyamat 32
FRANZ 22, 37, 38, 206
friss istállótrágya 198
friss istállótrágyázás 209
füvek 119
füveshere 119, 121, 127, 133

G—Gy

Gafszafoszfát 242
GERICKE 78, 87, 88
GERLACH 252
Giliszták 21, 41, 56, 59, 73, 121, 211, 286
GISINGER 195
GLIMERTH 87, 88

GÖRBING 47, 59, 87, 143, 145, 276, 277, 289, 294
GÖRBING-féle ásópróba 277
gőzeke 302
GRIGORIJ 73
GÜNTHER 103, 129
GYÁRFÁS 110, 242
gyomelnyomó növények 132
gyökerek mennyisége 83
— összetétele 92
gyökérbehálózó képesség 129
gyökérgümő 29
gyökér-humusz 66, 79, 128, 145, 177
gyökérmaradványok 71
gyökérmennyiség megállapítása 90
gyökérméreg 76
gyökérmosás 83
gyökér-szárazanyag 83
gyökérszázalék 85
gyökértrágya növények 137, 144, 188

H

HAJDÚ GÉZA 162
harmonikus műtrágyázás 238
— táplálás 226
hatóanyagok (gyökerek) 129
HAUSER 236
HEDRICK 58
herefélék 119, 121, 166
heretakaró 126
heretakarós zöldtrágyázás 147
hereuntság 122
heterotróf szervezetek 17
hídegen erjesztett trágya 204
homoktalajok 143
hozamképesség 10
HUMBOLDT 26
HUMFELD 19
humifikáció 39, 215
humín anyagok 36, 40
huminsavak 36
humusz 33
humuszfeltöltés 12
humuszfogyasztás 12, 33
humuszfogyasztó növények 113, 116
humuszgazdálkodás 138
humuszgyarapító növények 71, 79, 118
— rendszer 33
humusz mérleg 46, 69, 137, 155, 164, 312, 313
hüvelyesek 107, 166

I

Időgazdálkodás (vetésforgó) 177
inaktív talajok 231
indexszám 316
Indor-eljárás 208
istállótrágya 189
— komposztozása 205
— tőzeföldes kezelése 208

istállótrágya-nyeredék 196
istállótrágyázás 150
istállótrágyázási érettség 58
ISZAKOVA 20

J

JEAN 273
jelenlegi talajerő 9
JENKINS 43
JENNY 45

K

Kalászosok 102
kalcium 228
kapásnövények 113
kapilláris vízemelés 62
karógyökér 107
KASERER 129
KÄMPF 54
káliitrágyázás 249
kálium 228
kálium-fixáció 236, 250
kender 119
keret-vetésforgó 184
KERTSCHER 205, 206, 218, 220, 231, 296, 306
kettőstermesztés 136
keverékvetések 104, 128, 132
keverőszántás 281, 284
kémiai vizsgálat (talaj) 256
kénsavas ammóniák 242
kén-körfolyamat 32
kifagyási érettség 58, 300
KLAPP 89
KLIMES-SZMIK 47
kockázatos termelés 108
kolloidok 50, 214, 229
kolloidrendszer 229
KOLTAY ÁRPÁD 73, 83, 85, 90, 92
komlós lucerna 124, 147
komposztózás (ROHDE-féle) 221
komposzttrágya 219
KONONOVA 35
KÖHNLEIN 31, 73, 89, 94, 126
KÖNEKAMP 73, 75, 126
KRANTZ 203, 204
KRAUSE 48
KREYBIG 36, 46, 73, 199, 203, 208, 243, 244,
245, 263
Kriium 58
KUBIENA 22, 37, 206
KUHNKE 43
kukorica 114
kultivátor («Arus» fogú) 280
kultúrtalaj 8, 64
KUND 307, 308
KURSCH 89

L

LAATSCH 22, 36, 37, 206, 230, 235
LAIBACH-FISCHNICK 41, 196
laktát-módszer 256
landsbergi keverék 125
LARIN 89
LÁNG GÉZA 223
láptalajok 307
legelőrepe 142
len 119
lencse 112
légüregek (nagyobb) 272, 281
lignoproteinek 36
lóbab 112
LÖHNIS 46
lucerna 123, 161
lucernamag-termesztés 165
luxus-forgó 185

M

Magasan rakott trágyatelep 202
magtüvesek 127
maghagyma 119
magrépa 119
magsárgarépa 119
makrofauna 21, 188, 211
makroflóra 25
MALCEV 273, 274, 275, 287, 294
MALTON 233
MANN 43
MANNHGER G. A. id. 146, 280
MARBACH 195
MARTIN 140
MATYASOVSKY 308
mák 119
meszezés 242, 251, 306
mezei borsó 110
mezősegi talaj 45, 56, 64, 144
MEYER R. 77
mélyítőszántás 292
mészhumátok 35
MIKLESOVSKIJ 196
mikroba-számlálás 19
mikroerozió 56, 66, 305
mikroflóra 23, 215
mikroszkópikus gombák 20
MILTER 45
mineralizáció 17, 25, 73, 113, 188, 215, 259
MINYINA 20
MISUSZTYIN 32, 47, 49
MITSCHERLICH 43, 250, 256, 257
montmorillonit 42, 236
morzsaelem 50
MOSARY 58
műtrágyák 187, 240

N

NAGY L. 324
napraforgó 117
napraforgó-zöldtrágya 141

NASIR 21
 NEUBAUER 229, 243, 256
 NÉMETH GYÖRGY 112, 143
 NIKLAS 256
 NIKLEWSZKI 42
 nitrát-asszimiláció 27, 28
 nitrát-ionok 235
 nitrát-kimosás 107
 nitrát-redukció 28
 nitrifikáció 27, 251, 277, 298
 nitrifikáló baktériumok 17, 25
 Nitrobakter 27
 nitrogén 226
 nitrogén-asszimilálás 30
 nitrogén-fogyasztó növény 116
 nitrogén-gazdálkodás 234
 nitrogén-körfolyamat 27, 236
 nitrogén-mérleg 31, 107, 134, 155, 164, 246
 nitrogén-műtrágyázás 245
 nitrogén-szolgáltató képesség 246, 247
Nitrosomonas baktérium 27
 NITZSCH 36, 50
 NOACK 228
 NORDENGREN 242, 244
 növényápolás 298
 növényi tápanyagok (biológiai feltáródó) 73
 — trágya 139, 186
 növényoltás 31
 növénytársítás 127
 növénytermesztés megszervezése 154, 163, 165
 nyári trágyázás 105, 116, 117, 210, 262
 nyersfoszfátos trágyaerjesztés 208
 nyomelemek 195, 210, 251

O—Ö

OBERDORF 129
 OLIVER 22
 organikus üzemágak 155
 ortofoszforsav 230
 őszállapotban lévő talaj 8, 64
 őserő 9, 127
 őszi borsó 135
 — keveréktakarmány 113
 — szántás 292

P

Packer 272
 pannonbüköny 135
 parazitizmus 130
 pentozán-folyamat 28, 40, 114, 119, 121, 122, 149, 171
 pentozán-hatás 27, 28
 peptizáció 50
 perctalajok 66, 139
 poliéderes morzsák 54
 PONCET 288

pórustérfogat 63, 103, 110, 213, 275, 285, 287
 POSGAY 282
 PRETTENHOFFER 290
 PRJANYISNYIKOV 170, 231
 protozoónok 20
 pufferképesség 214, 251, 252

R

RATH 229
 repce 119, 145, 149
 réti agyagtalaj 288
Rhizobium 25, 29, 30, 251
 rigolozás 292
 RIPPEL-BALDES 30, 32
 rizoszféra 19, 129, 120
 ROEMER 87
 ROHDE 21, 221
 ROTMISSTROFF 76, 78
 »R«-törvény 24
 RUSSEL 274
 RÜMKER 170

S

Salakanyagok 129
 salakeltakarító növények 130
 SAUERLANDT 43, 157, 193, 195, 196, 223
 sáncolás 307
 SCHARRE 230
 SCHEFFER 34, 36, 37, 186, 191, 199, 200, 229, 230
 SCHILLING 129, 130
 SCHMALFUSS 210
 SCHULZ-LUPITZ 141, 151
 SEKERA 36, 37, 38, 41, 47, 49, 50, 126, 129, 143, 145, 256, 276
 seprőcirok 117
 serkentő anyagok 41, 195, 215
 SIK 34
 siló-édescirok 118
 silókukorica 118, 146, 162, 310
 siló-napraforgó 118
 silótöltők 115
 somkóró 124, 141, 142, 147, 148
 SOMORJAI 110, 113
 sortávolság 114
 sortrágyázás 242, 245
 SPRINGER 35, 36, 37, 43
 STOKLASA 45
 STÖCKLI 256
 SURANYI 118, 125, 162, 308

Sz

Szabadföldi kísérletek 257
 SZABÓ LAJOS 219
 szakaszok (táblák) nagysága 185
 szalma mint szerves trágya 218
 szalmatrágya (erjesztett) 215
 szalonnás szántás 115
 szarvaskerep 125, 148

szeges henger 290
 szegény forgó 185
 szegletes lednek 109, 110, 111, 145, 151,
 162
 szelvénytípus 59, 62
 szemcsézett szuperfoszfát 243, 244
 szerkezetkialakító hatás 121
 szerkezetrombolás 66, 123, 263
 szervesanyag-gazdálkodás 68
 szervesanyag-körfolyamat 96, 115, 118,
 142, 157
 szerves kötésbe került nitrogén 247
 szerves trágyák 187
 szén-körfolyamat 25, 218, 246
 szikes talaj 288
 szimbiózis 18, 29
 szintvonalas művelés 306
 SZOBOLJEV 130
 szója 112
 szorbció-kapacitás 41, 229
 szorbcióképesség 214
 szőszösbükkönyös rozs 141
 szudáni cirokfű 118, 145, 162
 szulfifikáció 32
 szuperfoszfát 240

T—Ty

Takaróréteg 115, 116, 279, 281, 298
 takarmányos forgó 184
 takarmányrépa 162, 310
 takarmánytermesztés megszervezése 159,
 160, 161, 162
 talajerózió 9, 120
 talajerő 10
 — begerjedése 157
 — feltöltése 157
 talajerőfokozás 12, 68
 talajerőgazdálkodás 11, 12, 68
 talajerőmozgósítás 12
 talajélet 14
 talajéletesség 57, 277, 281
 talajharmat 63, 104
 talajhumusz 33
 talajjavító növények 136
 talaj kémiai vizsgálata 234
 — leromlása 9
 talajművelési érettség 58
 talajoltás 31
 talajrontó növények 136, 137
 talajszelvény 59
 talajszerkezet 46
 — dinamikája 54
 talajtiprások 66, 67
 talajtrágya 139, 186, 237
 talajuntság 101, 108, 127, 129
 talajvédelem 303
 tápanyagfeltáró képesség 107
 tápanyagszolgáltatás 40, 119, 122, 188,
 238
 tápanyagtöke feltárása 107

táphumusz 36, 37, 39, 41, 42, 235
 tárcsás borona 273, 278
 tarlóhántás 104, 278
 tarló-műtrágyázás 248
 tarlóvetés 105, 106
 társított vetés 122, 133
 társnövény 132
 tartós humusz 36, 37, 39, 42, 56, 235
 — talajszerkezet 56
 TELEGDY-KOVÁCS 21
 telített humusz 40
 termékenység 11
 termésingadozás 108
 természetes talajerő 9
 THOM 19
 THÜNEN 184
 tiobaktériumok 32
 torsgomba 103
 TOTTH JENŐ 282
 trágyalé 223
 trágyalé-fokmérő 223
 trágyaoltás 149
 TYULIN 35, 37

U—Ü

Ugar 113
 üzembiológia 6
 üzem biológiai egysége 5
 üzemszervezés (talajerő) 155

V

VAGELER 50
 VÁRADI SZABÓ 273, 280
 VÁRALLYAY 43, 208
 versenyvetésforgó 178—180
 vetésforgó 101, 152
 VETTER 31, 75, 89, 94
 Viktoria-borsó 109, 110
 VILJAMSZ 25, 35, 47, 290, 296, 307
 VILLAX 31
 VINOGRADOVA 21
 VINOGRADSKY 256
 VISINSKY K. K. 91
 vizenyős takarmányok 166
 vízkapacitás 62
 VOGELER 229
 VON ITTALIE 230
 VOROSILOVA 19
 Vöröshere 124, 147

W

WÄEWER 73, 75
 WAGNER 233, 244
 WAKSMANN 35, 40
 WERK 228
 WESTSIK 43, 141, 149, 151, 307
 WILCKE 21

WINTER 206
WOLF 196, 197
WOLLNY 47

Z—Zs

Zárt biológiai egység 7
zöld futószalag 161, 165

zöldtrágya 112, 116, 117, 119, 126, 139,
140, 144, 259
zöldtrágyázás 150, 267
ZUTAVERN 193, 197
zsizsik 111

X

Xerofita növény 111

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	5
<i>Возделывание и гумусное хозяйство</i>	
<i>Особенности и биологический характер сельскохозяйственного производства</i>	7
<i>С почвы первоначального состояния до культурных почв</i>	8
<i>Плодородие почвы и гумусное хозяйство</i>	10
<i>Тематика гумусного хозяйства</i>	12
I. ЭЛЕМЕНТЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ ОТНОСЯЩИЕСЯ К ГУМУС-НОМУ ХОЗЯЙСТВУ	14
1. <i>Жизнь почвы</i>	14
Морфология и биология бактерий	15
Количественное распределение и качественный состав почвенных микробов	18
Роль макрофауны в жизни почвы	21
Условия существования микрофлоры почвы	23
Кругооборот углерода	25
Кругооборот азота	27
Вопрос об инокуляции почвы	31
Биологический кругооборот фосфора и серы	32
2. <i>Гумус</i>	33
Возникновение и строение гумуса	34
Взаимоотношения плодородия почвы и гумуса	40
Динамика гумуса	42
3. <i>Структура почвы</i>	46
Образование структуры почвы	48
Значение структурности почвы по отношению плодородия	59
Структура профиля и водохозяйство	62
Ухудшение структуры почвы	64
<i>Заключение</i>	66
II. БИОТЕХНИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ГУМУСНОГО ХОЗЯЙСТВА	68
A) <i>Использование почвы</i>	69
1. <i>Влияние растения на почву</i>	71
Роль корневой системы	71
Влияние корневой системы на плодородие почвы	72
Вплетающая способность корневой системы	74
Факторы, влияющие на развитие корневой системы	76
Факторы, влияющие на количественное образование корней	83
Факторы, влияющие на состав остатков корней	92
Влияние надземной части растения на плодородие почвы	96
Влияние полевых культур в качестве предшественника	98
2. <i>Основы севооборота</i>	101
Влияние разных полевых культур на плодородие почвы, и анализ влияний	101

Вопросы растительных сообществ и утомления почвы	127
Пожнивный посев и сидерация	136
Сидеральные культуры и техника их возделывания	140
3. Севооборот и гумусное хозяйство	152
Организационно-производственные вопросы, предшествующие составлению севооборота	154
Директивы составления севооборота	168
а) Биологические основы	168
б) Директивы для практического проведения	171
с) Некоторые вопросы распределения	183
В) Удобрение и плодородие почвы	186
4. Навоз	189
Факторы, влияющие на состав навоза	190
Количественный выход навоза и его вычисление	196
Брожение навоза,	198
Директивы важнейших приёмов обработки навоза	201
Влияние навоза на почву и на растение	213
5. Другие местные органические удобрения	215
Сброженный солоmistый навоз	215
Солома как органическое удобрение	218
Землистый компост	219
Способ компостирования РОДЕ	221
Навозная жижа	223
6. Минеральные удобрения и плодородие почвы	225
Минеральные удобрения и питание растений	226
Минеральные удобрения и динамика почвы	229
Проблемы эффективности минеральных удобрений	236
Директивы применения минеральных удобрений	240
Известкование	251
Установление требований в удобрениях почвы	255
7. Производство-организационные отношения удобрения	258
С) Отношения по обработке почвы гумусного хозяйства	268
8. Различные системы обработки почвы	271
9. Директивы для обработки почвы в Венгрии, с особым вниманием на гумусное хозяйство	277
Лущение стерни	278
Подготовка почвы под озимые культуры	280
Пахота и рыхление подпочвы	285
Запашка навоза	294
Распашка многолетних кормовых культур	296
Уход за растениями	298
Проблемы обработки слишком тяжёлых почв	299
Д) Эрозия и защита почвы	303
Е) Производство-организационные отношения повышения плодородия почвы	308
Кругооборот органических веществ в хозяйстве	309
Характерные примеры реорганизации	313
Оценка гумусного хозяйства в показателях	316
Библиография	333
Именной и предметный указатель	337
Резюме на русском языке	345
Содержание на немецком языке	353
Резюме на немецком языке	355
Содержание на венгерском языке	369

РЕЗЮМЕ

Книга занимается с комплексом вопросов гумусного хозяйства, с особым вниманием на своеобразные природные и хозяйственные условия Венгрии. Континентальный характер климата, преобладание невыщелоченных и более тяжёлых почв, несколько ненадёжная и невысокая урожайность корма и связанное с ней пониженное поголовье скота, а также имеющиеся в меньшей мере запасы минеральных удобрений налагают отпечаток на образовавшиеся организационно-производственные условия, и отмечают путь, по которому нужно следовать для достижения повышения плодородия почвы.

Следовательно, автор излагает предмет не только с точки зрения биологии, но и экономии производства, т. е. с производственно-биологической точки зрения. Он считает хозяйство замкнутым биологическим единством, ибо кругооборот органического вещества, начиная с происхождения до самого разложения, происходит, за редкими исключениями, в пределах хозяйства. В то же самое время он всегда учитывает практические возможности и экономические соображения.

Книга обсуждает тему в трёх главных частях, а именно: использование почвы, удобрение и обработка почвы на биологическом основании. Хотя эти три биотехнических фактора тесно связаны друг с другом, они всё-таки обсуждаются отдельно, никогда не теряя из виду их взаимного комплексного действия.

В течение обсуждаемых тем отмечаются для научного изложения отдельных явлений, исследовательские установления — с классических до самых современных —, которые представляют интерес в своеобразных условиях Венгрии. В эти исследовательские установления автор вставил результаты своих собственных исследований.

Из числа биотехнических факторов прежде всего и наиболее подробно рассматривается:

1. Использование почвы

Практически почти единственным источником плодородия является растительность, путём корневых и стержневых остатков с одной, а посредственно путём органических удобрений с другой стороны, которые, в конце концов, происходят также из растительных продуктов. До обсуждения структуры растений в пределах хозяйства, и их размещения в севообороте, однако, автор подвергает анализу растительность, рассматривая впервые корневую систему, затем надземные части. Он излагает роль корней в процессе минерализации и в области образования почвенной структуры. Рассматриваются морфология корней, их способность образования корневой сети, влияющие на корни факторы, их количественное и качественное образование, в зеркале проявляющейся в отдельных фенологических фазах динамики (KÖHNLEIN-VETTER, GERISKE, KÖNEKAMP). Автор сообщает о результатах произведенных с 32 растениями анализов корней по отношению количества, морфологии и химического состава. Надземная часть растений оказывает двойное влияние на плодородие почвы: путём способности затенения (спелость почвы), и косвенно количеством и качеством органических веществ, введенных отдельными растениями в кругооборот хозяйства.

Влияние, оказанное растениями как предшественниками автор приписывает четырём факторам, т. е. их комплексному действию, а именно: 1. оформляющему структуру действию растений (спелость почвы), 2. глубокому проникновению корневой системы (водный режим), 3. благоприятному составу корневой системы (минерализованные питательные вещества), и 4. степени пользования запасом влаги в почве. В дальнейшем он устанавливает, что относительных действий растений в качестве предшественника нельзя выразить в абсолютных значениях.

Отдельная глава посвящена теоретическими и практическими вопросами *сочетания растений*. Урожай и выход корней удачно сочетанных растений (бобовых и не бобовых) всегда более высок. Это подтверждается и опытными данными автора.

И при рассмотрении *пожнивного посева* автор имеет в виду условия Венгрии. С учётом недостаточного количества органического удобрения следует поставить пожнинный посев, за редкими исключениями, полностью на службу повышения плодородия почвы, а именно путём возделывания мелиоративных кормовых и сидеральных культур. В засушливых условиях Венгрии пожнинный посев может иметь, большей частью, лишь факультативный характер.

Отдельная глава занимается составлением *севооборота*, а предварительно она выясняет организационные отношения, касающиеся севооборота. Ибо севооборот не может являться самоцелью, а лишь средством или систематизацией организованного растениеводства. Только на это можно построить севооборот в качестве мероприятия, при котором растения размещаются — с учётом биологических требований — в самые подходящие порядки и устройство.

Основа правильной организации хозяйства — в разумной постановке производства корм. Это укореняется глубже всего в организм хозяйства, следовательно нужно исходить из этого. *Пропорции и структура густоты поголовья скота, производства корма и гумусного хозяйства представляют собой тесно связанные и находящиеся в живом взаимодействии факторы организации хозяйства*. Чем более суровая способность производства корма данного хозяйства, тем больше и более целеустремлённо следует опираться на мелиоративные и сидеральные культуры. Если путём систематического применения мелиоративных и сидеральных культур способность производства корма почвы стала уже улучшенной, то открывается возможность для постепенного перехода к более интенсивному животноводству.

Дальнейший вопрос: *взаимная зависимость густоты поголовья и плодородия почвы*. Если имеется больше животных, чем следовало бы по возможностям хозяйства, то производство станет весьма дорогостоящим, особенно на местах, где условия погоды склонны к крайностям, и где — из-за плохого водохозяйства почвы — в возделывании кормовых культур проявляются большие колебания. Исключение составляют почвы, на которых хорошо родится люцерна с глубокой корневой системой. При крайне засушливых условиях следует приспособить размер производства корма скорее к урожайам более суровой погоды. Полученные в благоприятную погоду излишки корма можно использовать полезно при экономии концентратов, при создании запасов корма и в семеноводстве.

Крупные запасы скрываются ещё в выборе кормовых культур — по своеобразным экологическим условиям — таким образом, чтобы получилось на единице площади как можно больше калорий и белков, и как можно дешевле. В условиях Венгрии в этом отношении на первом месте стоят клеверные, в частности люцерны, а среди кормов массового употребления — силосная кукуруза. Для этого служит сохранение кормовых отходов, без потери (кукурузные стебли, головки сахарной свеклы и т. д.).

Руководящий принцип организации гумусного хозяйства — *по возможности усиленное развитие гумусного и азотного баланса*. Предпосылкой этого является расширение посевов клеверных и бобовых культур до самого предела производственной возможности, и применение мелиоративных или сидеральных растений пожнивного посева. Соблюдение этих принципов даёт возможность для постоянного повышения производительности хозяйства, без увеличения производственных расходов.

Книга намечает *директивы составления севооборота в следующем*: задача в очередной систематизации уже спроектированных пропорций культур и имеющихся запасов удобрения, с учётом биологических закономерностей для того, чтобы глобальная производительная способность растений стала максимальной и самой надёжной, и чтобы плодородие почвы повысилось всё более и более.

Основы биологии находят своё отражение в *рациональном применении предшественников*, а именно в том, каким образом удастся использовать влияние в качестве предшественника отдельных культур при относительном удовлетворении требований к предшественнику других культур. Однако безразличным является и то, для каких культур севооборота и в каком распределении применяются отдельные виды удобрений, для самого эффективного и непрерывного образования органических веществ с целью сохранения структуры почвы. Если применение этих биологических энергий не происходит рациональным образом, то иногда возникают недостатки, или же ошибки по расточению предшественников.

Культурные растения тем более чувствительны к предшественникам, чем более сурова почва и засушлива погода. В таких условиях *два важнейших фактора: азот и вода* оказывают своё дифференцирующее влияние (процессы пентозана). Из-за этого озимые культуры наиболее чувствительны к предшественникам. Именно поэтому следует урегулировать при составлении севооборота вопрос о предшественниках озимых культур, прежде всего озимых хлебных.

После урегулирования вопроса о колосовых культурах решающее значение имеет надлежащее размещение многолетних кормовых в севообороте. Вокруг этой важной культуры следует правильно группировать как подходящие предшественники, так и последующие культуры. Всё это оказывает сильное влияние на производительность севооборота и на повышение плодородия почвы. Ибо безразлично, за какими предшественниками следуют многолетние кормовые культуры (самые главные источники плодородия почвы), чтобы их травостой стал наилучшим, и безразлично и то, на развитие каких последующих культур затрачиваются накопленный гумус и отличная структура почвы.

В той же главе говорится ещё о таком размещении в севообороте люцерны — как многолетнего растения —, чтобы по возможности каждое поле хозяйства в свою очередь пользовалось благоприятным влиянием люцерны.

Когда стремление направлено прежде всего на радикальное повышение плодородия почвы, то следует придать особенное значение не изолированному удобрению данных культур, а такому удобрению самого севооборота, как органического целого, при котором плодородие почвы или производительность севооборота повышаются. Это происходит тогда, когда энергии удобрений сосредоточены в первую очередь на увеличивающие содержание гумуса культуры. По этому отношению автор разработал несколько соревнующихся севооборотов. Способность произведений навоза этих севооборотов, повышающих содержание гумуса, значительно более высока.

II. Удобрение и плодородие почвы

Эта глава занимается прежде всего условиями внесения удобрений, связанными с гумусным хозяйством. Намечаются в общих чертах понятие о почве и о растительном удобрении, значение органических и минеральных удобрений, и их комплексное воздействие. В условиях Венгрии растения получают из корневого гумуса и из навоза — в процессе минерализации — больше доступных питательных веществ, чем из запасов минеральных удобрений, имеющих лишь в ограниченном количестве. Именно поэтому и следует придать особенное значение дальнейшему усилению развитию гумусного хозяйства, и также как можно большему расширению посева бобовых трав, тем более, потому что всё это создает ещё более благоприятное водохозяйство (структура почвы) и лучший эффект минеральных удобрений.

При рассмотрении вопроса о навозе автор занимается его основными материалами, биохимией брожения, составом навоза, стимулирующими веществами, потерями брожения (собственные опыты автора при правильном и неправильном хранении навоза), и вычислением количественного выхода (расчётные методы WOLF и ZUTAVERN). Он описывает важнейшие приёмы брожения навоза, т. е. сетод загонного удобрения, широкого расстилания, высокого наложения, горячей ферментации (KRANTZ), холодной ферментации, а также землистого компостирования KERTSCHER, биогаза, приём KREUVIG с сырым фосфатом, торфяно-землистый приём KEMENESY и наконец, применение свежего навоза, с которым автор проводил опыты в течение четырёх лет. Этот последний приём в комбинации с надлежащими минеральными удобрениями дал весьма положительные результаты по сравнению с перепревшим навозом, именно по отношению экономичного пользования навозом. Однако, из-за организационно-производственных и технических причин только часть полученного навоза является применимой в хозяйстве в качестве свежего или полусвежего удобрения. Невыяснено ещё перспективное влияние последнего по сравнению с перепревшим навозом. Заложенные уже продолжительные опыты будут выяснять этот вопрос.

Глава, посвящённая внесением минеральных удобрений, выдвигает на первый план повышающее на плодородие почвы влияние минеральных удобрений именно тогда, когда они применяются под знаком согласованного питания под увеличивающие содержание гумуса культуры. Приводятся в этой главе связи между *аутотельными элементами и питанием растений в минеральных удобрениях*, их специфические

действия на развитие, качество и устойчивость растений. Касается вопросов механизма питания растений, в зеркале коллоидной системы, существующей между почвой и корнем, или его клеточными плазмами (SCHEFFER), а также динамики способности усвоения питательных веществ корнями в разных фенофазах. Более подробно обсуждается исключительно сложный вопрос о фосфате, т. е. происходящее различными образом связывание почвенного раствора фосфатных удобрений, в частности весьма выгодное, даже желательное биологическое связывание в противоположности чрезвычайно невыгодному химическому связыванию, и, наконец, происходящее путём почвенных коллоидов сорбционное связывание. Из всего этого автор устанавливает, что решение вопроса о фосфате кроется главным образом в реакции почвы и в динамике гумусного хозяйства, а одновременно и в водохозяйстве. Все эти факторы поддаются в положительном смысле влиянию подходящего пользования почвы, внесения органического удобрения, образования почвенной структуры, служащего водохозяйству обработки почвы и, по мере надобности, известкования.

В дальнейшем излагается более простой и ясный характер азотного удобрения, не подверженного вредным химическим связываниям. Задача азотного удобрения заключается в создании гармонии питательных веществ, в укомплектовании фосфатных удобрений, в противодействии процессам пентозана, появляющимся вследствие массовых, бедных азотом корневых остатков (минеральное удобрение стерни), в связанном с этим непосредственным образовании доброкачественных гумусных веществ, и наконец, в количественном и качественном усилении кругооборота органических веществ. Автор упоминает и значение того, что азотные удобрения следует применять — из-за опасности выщелачивания — только в том случае, когда имеются все возможности для биологического связывания этих удобрений (присутствие живых корней и разлагающихся органических веществ).

Калийные удобрения в условия Венгрии, за исключением песчаных, болотистых и некоторых особых типов почвы, общего значения не имеют. Причина более общего недействительности калия заключается в его фиксации, которую путём усиленного обеспечения органическими веществами можно несколько ослабить.

При обсуждении вопроса об известковании автор приводит связанные с этим известные технические директивы, и обращает внимание на важность того желательного взгляда аграрной политики, по которому запасы извести следует применить прежде всего на почвенные типы, где эффект единицы количества извести является наиболее производительным.

III. Обработка почвы

Обработка почвы и её отношения к гумусному хозяйству рассматриваются в отдельной главе. Задача заключается в следующем:

1. Увеличение количества органических веществ в почве.
2. Расчётливое и экономичное разложение этих веществ.
3. Создание спелости почвы.

Чем более тяжёла почва, тем более решительна роль интенсивной обработки почвы в возбуждении повышения плодородия почвы. Ввиду того, что при этом конечная цель всегда создание спелости почвы, особенное значение следует придать не обычным механическим приёмам, а обеспечению условий жизни почвенных организмов во всех фазах спелости почвы (биологическая обработка почвы). В условиях засушливого климата Венгрии это доступно, главным образом с помощью такой системы обработки, которая сберегает воду и создаёт благоприятные условия водного режима. Решение вопроса, следует ли применять при обработке почвы способ, расходующий или сберегающий гумус, зависит от связности почвы. Связность почвы, густое поголовье скота, широкое возделывание многолетних кормовых культур и сидеральных оправдывают применение расходующего гумус метода обработки.

Биологически обоснованная обработка почвы достигает своей конечной цели — состояния спелости почвы — всегда с меньшим расходом энергии. Пробный камень знания дела в том, каким путём добиться полной спелости почвы, именно в случае летней засухи, как можно скорее и применением, насколько возможно, меньшей энергии. Летняя жара означает с этой точки зрения, так сказать «конъюнктуру», особенно если удаётся, путём обработки почвы, лучше использовать имеющееся в такое время небольшое количество почвенной влаги.

Затем подробно описываются системы обработки почвы, возникшие всегда под влиянием крайних условий. На формирование систем обработки почвы сильнее всего влияет климат, а также связность и вообще строение почвы, главным образом её условия содержания гумуса и извести. При влажных условиях климата господствующая тенденция почвенной влаги направлена сверху вниз. А в засушливых климатических условиях существует обратное направление. Также влияния определяют главным образом системы обработки почвы при различных условиях, и доставляют важнейшие аргументы для решения часто тщетных диспутов в этой области.

На систему обработки почвы в Венгрии самое сильное влияние в своё время оказала т. н. «dryfarming» системы CAMPBELL. В засушливых условиях страны внедрение дисковой бороны революционизировало — по отношению техники — успех созревания почвы, особенно с тех пор, как она применяется в пределах механизированной обработки почвы. Беспашотная обработка почвы системы JEAN — также продукт засушливых условий. Система MALCEV в своеобразных крайних условиях возможно уместна. Сущность её в сберегающей воду и гумус системе, вследствие полного опускания пахоты. Это является обоснованным при почвенных условиях, где почва — благодаря первоначальной её структурности — пока не нуждается в формирующей объём пор пахоте, и где выщелачивание почвы или необходимость проворачивания выщелоченных веществ путём вспашки не входит в расчет. Успешную систему обработки выщелоченных лесных почв с плохой структурой создал GÖRNING. Его система выходит почти за пределы системы собственной обработки почвы, так как он старается достичь улучшения профильной структуры почвы не только путём своей своеобразной обработки, но и путём связанного с ней удобрения, пользования почвы и известкование. Следовательно, это представляет собой уже определенную систему земледелия.

Крайние климатические условия страны обуславливают следование *своеобразной венгерской обработки почвы*, означающей, однако, определённую систему только для среднего бассейна страны, имеющего континентальный характер. Однако, ввиду того, что благодаря географическому положению страны климат довольно капризен, принятые системы следует осуществить очень эластично. Обработка находящихся в более крайних условиях почв и её развитие облегчались — среди технических средств — наилучшим образом дисковой бороной, почвоуглубителем, и прежде всего, механизированной обработкой почвы, дающей большую скорость и большие энергии, и позволяющей не только осуществление качества, но и смягчение напряжённости труда.

После этого автор излагает венгерский способ обработки почвы, более современные направления которого были систематизированы венгерскими исследователями MANNINGER G. A. и KEMENESY E. Исходный пункт пробуждения почвенной жизни и обоснования дальнейших приемов обработки почвы заключается в правильном lushении стрени. Задача этого состоит, главным образом, в возможно быстром и совершенном пробуждении и приведения в движение почвенной жизни, именно с пользованием летней жары. Работа выполняется с помощью дисковой бороны с дисками большого диаметра, и дополнительной обработки. Особенное значение придается при этом не более глубокой обработке, а обеспечению совершенно рыхлого покрывающего слоя, хотя и толщиной лишь в 1—2 пальца. Тогда, под влиянием почвенной росы и мелких осадков, почва влажнеет и начинает созреть. Входящие сорняки — если их уничтожают во-время, в молодом возрасте — тоже способствуют созреванию почвы (бактериальное питательное вещество).

В остальном, *сущность своеобразной, современной обработки почвы выражается особенно в подготовке почвы под озимые культуры*. Несмотря на то, что переходные хозяйства пользуются этой системой уже за 30 лет, она по всей стране ещё не распространялась достаточно. Сущность системы заключается, в том, что под озимые культуры обрабатывают почву без плуга, исключительно только дискованием и культивацией.

В дальнейшем автор перечисляет связи с гумусным хозяйством *взблвевой вспашки и рыхления подпочвы*, причём он считает вспашку — особенно в засушливых условиях — грубым вмешательством в жизнь почвы. Высыхание и переслоение почвы, нарушающая биологическое равновесие почвы, влечет за собой сильное перемещение мезофауны, следовательно, некоторое потрясение.

Надлежащее обеспечение почвы органическими веществами должно соразмеряться с глубиной вспашки, а то происходит расходование гумуса. Это преодолимо и

путём применения меньше глубокой вспашки, комбинированной с рыхлением подпочвы. Это позволяет, как известно, даже в условиях неблагоприятной слоистости почвы более глубокую обработку без нарушения качества пахотного слоя, и понуждает растение к усиленному образованию корневого гумуса, улучшает водный и воздушный режим, и в конце концов, предоставляет остальные преимущества глубокой вспашки в почти одинаковой мере.

Более раннее исполнение зяблевой вспашки является особенно важным в условиях тяжёлых почв, для избежания нарушения структуры почвы вспашкой поздней, переувлажнённой почвы. Созревающая обработка зябей так же желательна, словно ту же сеялись озимые культуры.

В этой главе автор занимается отдельно своим приёмом, применимым при запашивании полей люцерны и травосмесей. Задача запашивания — обеспечение производственного разложения накопленных в пахотном слое многочисленных остатков корней с хорошим составом. В этой области встречается ещё множество грубых ошибок, вследствие которых возможности применения этих культур в качестве отличных предшественников не могут осуществляться.

Обработка слишком тяжёлых почв требует вообще усиленной бдительности, заботливости и деловитости. В таких случаях это является центральной проблемой всего управления хозяйством. Из-за сильного сокращения оптимального периода обработки следует лучше снабжать такие хозяйства почвообрабатывающими машинами, которые надо использовать сильнее в имеющиеся краткие сроки (премия, круглосуточная работа). Во избежание позднейшей разрушающей почву обработки и вредных затопываний следует возделывать несколько меньше позднеспелых культур и немного более ранние пропашные культуры (кукурузу). Важнейшие орудия обработки очень тяжёлых почв под засушливым климатом — дисковая борона и тяжёлые катки. Первым исполняют летнее созревание, последним немедленную обработку сухих пашен. Особенную роль будет играть в этом деле ещё паровой плуг, который ходит быстрее, обеспечивает лучшую аэрацию почвы, и преодолевает более высокое удельное сопротивление.

IV. Эрозия

Борьба с эрозией распределяется на две главных группы. *Первое и важнейшее защитное стремление* направлено на оформление водопоглощаемости, и главным образом, структурности почвы. *Другое стремление* заключается в том, что гидротехническим вмешательством стараются затормозить скорость и тем самым разрушительное действие воды.

V. Организационно-производственные условия повышения плодородия почвы

В этой главе говорится о степени интенсивности *кругооборота органических веществ* в разных хозяйствах, зависящей от величины урожаев, от густоты поголовья скота, от более целеустремленного удобрения повышающих гумус культур, от удачного выбора кормовых культур (производство как можно больше калорий и остатков корней на единице площади), от сокращения по возможности потерей в процессе разложения, от примененной системы обработки почвы, и, наконец, от благоприятного характера климата. Чем более интенсивен кругооборот органических веществ данного хозяйства, тем сильнее повышается плодородие почвы, и тем самым и урожай. При проверке отдельных хозяйств в этом отношении, обнаруживались поразительные сведения, когда автор численно расценивал тяжёлые потери, происходящие из оставления в сторону гумусного хозяйства.

В дальнейшем автор приводит *некоторые характеристические примеры реорганизации для повышения плодородия почвы*. Задача во всех случаях одинакова, в частности, накопление в почве как можно больше органических веществ лучшего качества; эту общую задачу следует разрешить, однако, на каждом типе почвы другим способом, другим удельным весом и пропорцией биотехнических факторов, чтобы получилось самый целесообразный и экономичный результат. На песчаных почвах сидерация и более интенсивное внесение минеральных удобрений ведёт к цели, на очень тяжёлых почвах более интенсивная обработка почв позволяет сдвигать производительность более богатых питательными веществами с мёртвой точки, на средние тяжёлые же почвы, как первый шаг, процесс желательного повышения плодородия почвы раскатывается

усиленным вовлечением многолетних кормовых и бобовых культур. Однако, это не означает, конечно, того, как будто при самых благоприятных почвенных условиях и при правильной организации использования почвы удобрение и обработка не имели бы решающую роль; означает это только то, что среди трёх биотехнических факторов гумусного хозяйства здесь следует расширить деятельность прежде всего в области рациональной организации использования почвы.

В заключение автор в этой главе описывает применённый им на практике метод, по которому *гумусное хозяйство* лежащих в том же производственном районе предприятий *выражается показателями* (гумусный коэффициент). При численном определении гумусного баланса он исходит не из густоты поголовья скота, а из структуры использования почвы, причём каждая культура отмечается известным баллом ценности. Из-за методических рассуждений следовало группировать остальные факторы вокруг структуры использования почвы (как центрального фактора) по той простой причине, что судьба накопления и кругооборота гумуса в хозяйстве теснейшим образом связана с растительностью (остатки корней и исходной материал органического удобрения) и всеми факторами, влияющими количественно и качественно на неё.

Все это автор уясняет двумя конкретными, крайними примерами, показывающими, что гумусный коэффициент отдельных хозяйств варьирует между показателями 280 и 540. Он в своё время, при практических производственных проверках хозяйств, часто применял этот метод довольно успешно; это предоставляло организатору хозяйства отличное относительное обозрение для осуществления его таковых стремлений, у управляющих разными хозяйствами же это поддерживало и осознавало, в зеркале численности, решающую важность организации гумусного хозяйства.

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	5
Produktion und Humuswirtschaft	
Eigenschaften und biologischer Charakter der landwirtschaftlichen Produktion	7
Vom Urboden bis zum Kulturboden	8
Bodenfruchtbarkeit und Humuswirtschaft	10
Thema der Humuswirtschaft	12
I. NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDRISSE DER HUMUS- WIRTSCHAFT	14
1. Biologie des Bodens	14
Morphologie und Biologie der Bakterien	15
Quantitative Verteilung und qualitative Zusammensetzung der Bodenmikroben	18
Rolle der Makrofauna im Bodenleben	21
Lebensbedingungen der Mikroflora des Bodens	23
Kreislauf des Kohlenstoffes	25
Kreislauf des Stickstoffes	27
Fragen der Bodenimpfung	31
Biologischer Kreislauf des Schwefels und des Phosphors	32
2. Bodenhumus	33
Entstehung und Gestaltung des Bodenhumus	34
Zusammenhänge der Bodenfruchtbarkeit mit dem Humus	40
Dynamik des Bodenhumus	42
3. Bodenstruktur (Gare)	46
Aufbau der Bodenstruktur	48
Bedeutung der Bodenstruktur für die Bodenfruchtbarkeit	59
Bodenprofilstruktur und Wasserhaushalt	62
Gareschwund	64
Zusammenfassung	66
II. BIOTECHNISCHE FAKTOREN DER HUMUSWIRTSCHAFT	68
A) Bodennutzung	69
1. Wirkung der Pflanze auf den Boden	71
Rolle der Wurzeln	71
Wurzelwirkung auf die Bodenfruchtbarkeit	72
Durchwurzelungsfähigkeit	74
Faktoren der Wurzelentwicklung	76
Faktoren der Wurzelmengebildung	83
Einflüsse auf die Zusammensetzung der Wurzelrückstände	92
Wirkungen des über dem Boden befindlichen Teiles der Pflanzen auf die Bodenfruchtbarkeit	96
Vorfruchtwirkungen der Kulturpflanzen	98

2. Grundlelemente der Fruchtfolge	101
Wirkungen der einzelnen Kulturpflanzen auf die Bodenfruchtbarkeit und Wirkungsanalyse	101
Pflanzengemeinschaft und Bodenmüdigkeit	127
Fragen des Zwischenfruchtbaues und der Gründüngung	136
Gründüngungspflanzen und deren Anbautechnik	140
3. Fruchtfolge und Humuswirtschaft	152
Vorausgehende Betriebsorganisationsfragen der Fruchtfolgeplanung	154
Richtlinien der Fruchtfolgeplanung	168
a) Biologische Grundprinzipien	168
b) Richtlinien der praktischen Ausführung	171
c) Einige Einteilungsfragen	183
B) Düngung und Humuswirtschaft	186
4. Stalldünger	189
Beeinflussungsfaktoren auf die Zusammensetzung des Stalldüngers	190
Stalldüngeranteil und dessen Ausrechnung	196
Gärung des Stalldüngers	198
Prinzipien der wichtigeren Stalldüngerbehandlungen	201
Stalldüngerwirkungen auf Boden und Pflanzen	213
5. Sonstige organische Wirtschaftsdünger	215
Gegorener Strohdünger	215
Stroh als organischer Dünger	218
Erdkompost	219
Kompostierung (Rohde-Methode)	221
Jauche	223
6. Mineraldüngung und Bodenfruchtbarkeit	225
Pflanzenernährungsbeziehungen der Mineraldüngung	226
Mineraldüngung und Bodendynamik	229
Probleme der Bewährung der Mineraldünger	236
Richtlinien der Anwendung der Mineraldünger	240
Kalkung	251
Feststellung des Düngerbedarfes des Bodens	255
7. Betriebswirtschaftliche Beziehungen der Düngung	258
C) Humuswirtschaft und Bodenbearbeitung	268
8. Verschiedene Bodenbearbeitungssysteme	271
9. Richtlinien der heimischen Bodenbearbeitung mit besonderer Rücksicht auf die Bodenfruchtbarkeit	277
Stoppelsturz	278
Bodenvorbereitung für die Winterfrüchte	280
Pflügen und Untergrundlockerung	285
Einpflügen des Stalldüngers	294
Umbruch der perennierenden Futterpflanzen	296
Pflanzenpflege	298
Bearbeitungsprobleme der schweren Böden	299
D) Erosion und Bodenschutz	303
E) Betriebswirtschaftliche Beziehungen der Bodenfruchtbarkeit	308
Kreislauf der organischen Substanz im Betrieb	309
Charakteristische Umorganisierungs-Beispiele	313
Humusschlüssel in Indexzahlen	316
Literatur	333
Namen- und Sachverzeichnis	337
Inhaltsverzeichnis in russischer Sprache	343
Zusammenfassung in russischer Sprache	345
Zusammenfassung in deutscher Sprache	355
Inhaltsverzeichnis in ungarischer Sprache	369

ZUSAMMENFASSUNG

Dieses Buch beschäftigt sich mit dem *Fragenkomplex der Humuswirtschaft* und nimmt besondere Rücksicht auf die speziellen ungarischen Natur- und Volkswirtschaftsverhältnisse. Der kontinentale Charakter des Klimas, der meist nicht ausgelagte und schwere Boden, die weniger sichere und weniger gute Futterwüchsigkeit und der infolgedessen begrenzte Viehbesatz, schliesslich der in geringerem Masse zur Verfügung stehende Mineraldüngervorrat drücken den betriebswirtschaftlichen Verhältnissen ihren Stempel auf und zeigen den Weg zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit.

Der Verfasser behandelt das Thema nicht nur vom biologischen, sondern auch vom betriebswirtschaftlichen, mit einem Worte, vom betriebsbiologischen Gesichtspunkt aus. *Er betrachtet den Betrieb als eine geschlossene biologische Einheit*, denn der Kreislauf der organischen Substanzen vom Aufbau bis zum Abbau wickelt sich abgesehen von einigen seltenen Ausnahmen, innerhalb des Betriebes ab. Gleichzeitig berücksichtigt er die praktischen Möglichkeiten und die wirtschaftlichen Gesichtspunkte.

Der Aufsatz behandelt das Thema in drei Hauptabschnitten, und zwar: Bodennutzung, Düngung, und Bodenbearbeitung auf biologischer Grundlage. Obgleich diese drei biotechnischen Faktoren eng miteinander verknüpft sind, werden sie gesondert behandelt, doch wird ihre Komplexwirkung aufeinander nie ausser acht gelassen.

Im Laufe der Behandlung des Themas werden zwecks wissenschaftlicher Erörterung der einzelnen Vorgänge diejenigen Forschungsthesen — von der Klassik bis heute — hervorgehoben, die für unsere besonderen Landesverhältnisse von Interesse sind. Dabei bringt der Verfasser auch seine eigenen Forschungserfolge zum Ausdruck.

Vor Behandlung des Themas gibt der Aufsatz *eine kurze und zeitgemässe Rekapitulation über die naturwissenschaftlichen Grundrisse, und zwar über die Biologie des Bodens, den Bodenhumus und die Bodenstruktur*, damit auch den praktisierenden Landwirten zwecks wissenschaftlicher Klärung der einzelnen Fragen eine entsprechende Basis zur Verfügung steht.

Das Kapitel über Bodenbiologie beschäftigt sich hauptsächlich mit den vom praktischen Standpunkt aus wichtigen Mikroorganismen und mit der Makrofauna und behandelt detailliert deren Morphologie, Biologie, Lebensbedingungen und Wirkungen aufeinander (Biocönosis), auf die Pflanzen und auf den Boden. Ausserdem wird der Kreislauf des Kohlenstoffs, Stickstoffs, Schwefels und Phosphors und schliesslich die Bodenimpfung beschrieben.

Das Kapitel über Bodenhumus behandelt die Auswirkung des Humus auf die Bodenfruchtbarkeit, die Haupttheorien über die Entstehung des Humus, ferner die Fraktionen und Erscheinungsformen des Humus bei den verschiedenen Bodentypen. Im Kapitel werden die vom Verfasser gebrauchten Fachausdrücke angegeben und erklärt. Schliesslich wird hier die Dynamik des Bodenhumus mengen- und gütemässig sowohl in bezug auf Dauer- als auch auf Nährhumus beschrieben. In diesem Zusammenhang werden die für die ganze Welt interessanten Dauerversuche und deren Dynamik erwähnt.

Im Verlaufe der *Behandlung der Bodenstruktur* wird von Lebendverbauung der Bodenstruktur gesprochen (SEKERA). Der Verfasser gibt seine eigenen Versuchserfolge bezüglich der spezifischen Wirkung der verschiedenen organischen Substanzen auf die Bodenstruktur und hinsichtlich Neigung zur Strukturgestaltung der verschiedenen Bodentypen bekannt. Er deckt die aus den verschiedenen Wirkungen

entstandenen Bodengare-Zustände und die lebenswichtige Bedeutung der Pflanzenwurzeln auf. Weiterhin werden die Nährstoff- und Wasserhaushalts-Beziehungen der Boden- und Bodenprofilstruktur und die Gründe des Gareschwund behandelt.

Auf das eigentliche Thema eingehend, wird von den biotechnischen Faktoren zunächst eingehend

I. die Bodennützung

behandelt.

Die praktisch sozusagen einzige Quelle für die Fruchtbarkeit des Bodens ist die Pflanzenwelt, einesteils direkt durch die Wurzel- und Stoppelrückstände, andernteils indirekt durch den organischen Dünger; im Grunde genommen stammt auch dieser von Pflanzen. Bevor sich jedoch der Verfasser mit der Struktur der Pflanzen in der Fruchtfolge beschäftigt, analysiert er die Pflanzen und behandelt zuerst die Wurzeln und dann ihren über dem Boden befindlichen Teil. Er beschreibt die Aufgabe der Wurzeln bei der Mineralisation und der Bodenstrukturgestaltung, sowie die Morphologie und Ausbreitungsfähigkeit der Wurzeln, die auf die Wurzeln einen Einfluss ausübenden Faktoren, ihre quantitative und qualitative Gestaltung im Spiegel der in den einzelnen Phenophasen erscheinenden Dynamik (KÖHNLEIN—VETTER, GERICKE, KÖNEKAMP). Es werden die mit 32 Pflanzen erzielten eigenen Wurzelversuchserfolge in bezug auf ihre quantitative, morphologische und chemische Zusammensetzung mitgeteilt. Der über der Erde befindliche Teil der Pflanzen wirkt sich in zwei Richtungen auf die Fruchtbarkeit aus: mit seiner Beschattungsfähigkeit (Bodengare) und indirekt dadurch, wieviel und welche organische Substanzen die einzelnen Pflanzen in den Betriebskreislauf bringen.

Die Vorfruchtwirkung der Pflanzen wird 4 Faktoren bzw. ihrer Komplexwirkung zugesprochen. — Diese 4 Faktoren sind: die strukturgestaltende Wirkung der Pflanzen (Bodengare), die Tiefenwirkung der Wurzeln (Wasserhaushalt), die günstige Zusammensetzung der Wurzeln (mineralisierte Nährstoffe) und der Umstand, in welchem Masse die Pflanze den Wasservorrat des Bodens aufnimmt. Es wird weiter festgestellt, dass die relativen Vorfruchtwirkungen der Pflanzen in absoluten Werten nicht ausgedrückt werden können. Je weniger fruchtbar der Boden ist, mit um so grösserer Streuung melden sich die Vorfruchtwirkungen der verschiedenen Pflanzen. Die Winterfrüchte sind den Vorfruchtwirkungen gegenüber viel empfindlicher als die Sommersaat (Wirkung der Nitratassimilation und des Wasserfaktors). Den Resultaten der mit 30 Vorfrüchten durchgeführten Versuche gemäss reagierte die Winterweizen-Nachfrucht auf die Vorfrüchte mit einer Streuung von 52%, während die Sommergerste gleichzeitig nur mit 16%.

Vor Behandlung der Fruchtfolgenzusammenstellung werden die Grundelemente der Fruchtfolge beschrieben, nämlich die wissenschaftliche Analyse der Fruchtfolgewirkungen der einzelnen Kulturpflanzen bzw. Pflanzengruppen, ihre Selbstverträglichkeit, ihre Fähigkeit zur Bildung organischer Substanz, ihr Wasserverbrauch und ihre Wirkung auf die Bodengare. Weiterhin werden die entsprechenden Gliederungen der Kulturpflanzen bzw. der Pflanzengruppen im Betrieb, die schädlichen Auswirkungen der Disproportionen auf den Bodenertrag, schliesslich jedwede produktionstechnische Einwirkung behandelt, durch die die schädlichen Einflüsse der einzelnen als schlecht erachteten Vorfrüchte vermindert werden können. In der Fruchtfolge hat jede Pflanzengruppe — wie in einer Pflanzengemeinschaft — ihre berufsmässige Aufgabe, und wenn wir diese Bausteine der Fruchtfolge mit Berücksichtigung ihrer Vorfruchtansprüche und -wirkungen auf einen Nenner bringen und mit den Bioenergien rationell wirtschaften, so können wir die grössten Leistungen der Fruchtfolge erreichen.

Die Pflanzengruppen werden nach ihrer Anordnung in der Fruchtfolge und nach ihrer Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeit wie folgt eingeteilt:

1. Halmfrüchte
2. Hülsenfrüchte
3. Hackfrüchte
4. Spätvorfrüchte
5. Frühvorfrüchte
6. Perennierende Futterpflanzen.

Von den erwähnten Gesichtspunkten ausgehend, behandelt der Verfasser innerhalb dieser Gruppen ziemlich eingehend die einzelnen Kulturpflanzen auf Grund seiner eigenen praktischen und Versuchserfahrungen, die auf mehrere Jahrzehnte zurückreichen.

Ein besonderer Absatz beschäftigt sich mit den theoretischen und praktischen Fragen der *Pflanzengemeinschaften*. Der Frucht- und Wurzelertrag der entsprechend gesellschafteten Pflanzen (Schmetterlings- und Nicht-Schmetterlingsblüter) ist immer grösser. Dies wird auch durch die Versuchsergebnisse des Verfassers bestätigt. Die Pflanzengemeinschaft schützt sogar auch gegen Bodenmüdigkeit. (Theorien von SEKERA, GÜNTHER, KASERER, OBERDORF, SZOBOLJEV, BRAUN-BLANQUET).

Der Anbau ist in diesem Falle weniger riskant, die Anpassungsfähigkeit der Pflanzen grösser, die in Mischsaat angebauten Hülsenfrüchte sind platzfester und können mit der Maschine geerntet werden, sogar ihr Hacken kann erspart werden.

Auch bei Behandlung des *Zwischenfruchtbaues* werden die heimischen Gegebenheiten in Betracht gezogen. Wegen des ungenügenden organischen Düngers muss der Zwischenfruchtbau — von wenigen Ausnahmen abgesehen — in vollem Masse in den Dienst der Bodenfruchtbarkeitsteigerung gestellt werden, und zwar durch Anbau von humusmehrenden Futter- und Gründüngungspflanzen.

Bei den hiesigen trockenen Verhältnissen kann der Zwischenfruchtbau grösstenteils nur fakultativ sein. Ebensodesshalb können die mit Zwischenfruchtbau angebauten Futterpflanzen — mit Ausnahme der Winterzwischenfrüchte — nicht sicher in die Futterbasis eingeplant werden. Dieser Absatz beschäftigt sich ebenfalls ausführlich mit den Zwischenfutter- und Gründüngungspflanzen und deren Nachwirkungen auf Grund der Versuchsergebnisse des Verfassers. Der Absatz behandelt auch die Frage, ob es vorteilhafter ist, die Düngerarten unter die Gründüngungs- und Futterpflanzen oder denselben Dünger direkt unter die Nachfrucht zu geben. Während Zweck des ersteren die Humusvermehrung ist, wird der Dünger in letztem Falle im strukturellen und düngeraktiver gewordenen Boden besser verwertet.

Der bodenaufbauende Zwischenfruchtbau ermöglicht es, dass nach Anbau von Halmfrüchten erneut Halmfrüchte angebaut werden können, weil durch den Anbau von Zwischenpflanzen die schädliche Vorfruchtwirkung der Halmfrüchte biologisch umgestimmt wird. Ausserdem wird die kontinuierlichere und lückenlosere Ernährung der Bodenkleinlebewesen ermöglicht und dadurch die dauerhaftere Ausbildung der Bodenstruktur (Lebendverbauung) gesichert.

Ein gesondertes Kapitel beschäftigt sich mit der *Zusammensetzung der Fruchtfolge*, doch werden vorher die *Organisationsbeziehungen*, die die Fruchtfolge berühren, geklärt. Die Fruchtfolge kann nämlich kein Selbstzweck sein, sondern bloss Mittel bzw. Systematisierung zur organisierten Pflanzenkultur. Nur darauf kann die Fruchtfolge aufgebaut werden, und zwar als eine solche, in der die Pflanzen unter Berücksichtigung der biologischen Gesichtspunkte in eine am meisten entsprechende Reihenfolge bzw. System eingegliedert werden.

Die Zusammenstellung sowohl der Betriebsorganisation als auch der Fruchtfolge bedeutet eine wichtige Basis für die Bodenfruchtbarkeit; und zwar die Betriebsorganisation, in welchem Masse sie bodenaufbauende und garezerstörende Pflanzen enthält, und die Fruchtfolge, wie sie die schon bestimmten Pflanzen in der optimalen Reihenfolge der Vorfruchtwirkungen und Vorfruchtansprüche folgen lässt.

Bei der Organisation ist es von Wichtigkeit, zu welchen Selbstkosten wir die tierischen Produkte erzeugen, denn die billigere Produktion spornt den betriebsorganisierenden Landwirt zur Erweiterung der Viehzucht und demzufolge auch zu gesteigerter Produktion der humusvermehrenden Düngerpflanzen und zur Steigerung der Düngergewinnung an. Bei der Zusammenstellung der Verhältnisse der Pflanzen zueinander ist es nicht weniger wichtig, die Hand-, Gespann- und Maschinenarbeiten ohne Stockung durchzuführen.

Die Grundlage der richtigen Betriebsorganisation ist die rationelle Organisation des Futterpflanzenanbaus. Diese verwurzelt sich am tiefsten in den Betriebsorganismus und ebendeshalb muss man davon ausgehen.

Die Gliederung und die Struktur des Viehbesatzes, des Futterpflanzenanbaus und der Humuswirtschaft sind Betriebsorganisationsfaktoren, die eng miteinander zusammenhängen und eine starke Wechselwirkung erzeugen. Je ärmer die Futterwüchsigkeit einer Wirtschaft ist, desto mehr und zielbewusster muss man

sich auf die humusvermehrenden und Gründungspflanzen stützen. Wenn durch systematische Verwendung von bodenaufbauenden Zwischenfruchtpflanzen und Gründungspflanzen die Futterwüchsigkeit des Bodens verbessert worden ist, ist die Möglichkeit gegeben, allmählich auf einen stärkeren Viehbesatz überzugehen. Je schneller wir einen Betrieb hinsichtlich der Bodenfruchtbarkeit auffüllen wollen, desto mehr Opfer müssen wir dahingehend bringen, dass wir die Fläche der Futterproduktion zu Lasten des Marktpflanzenanbaus vorübergehend ausdehnen. Eine weitere wirksame Art des Aufbaues der Bodenfruchtbarkeit ist, vorübergehend die humusvermehrenden Futterpflanzen und die Gründungspflanzen mit besonderer Zielbewusstheit durch Düngen zu bevorzugen, damit auch dadurch mehr organische Substanzen in den Betriebskreislauf gebracht werden. Dieses Opfer, das durch Auffüllen der organischen Substanzen gebracht wird, muss vor allen zur schnelleren Erholung der in bezug auf Bodenfruchtbarkeit stark heruntergekommenen Betriebe gebracht werden, wenigstens solange sich die Bodenfruchtbarkeit nicht auswirkt und aus sich selbst weiterentwickelt. Erst nach dieser kausalen Behandlung kann die sicherere und dauerhaftere Steigerung des Marktpflanzenanbaus erfolgen.

Solange das Verhältnis der Pflanzen zueinander in der Dynamik der Bodenfruchtbarkeitssteigerung steht, kann selbstverständlich keine stabilisierte Fruchtfolge, sondern nur eine rationelle Anbaufolge verwendet werden.

Eine weitere Frage ist der *Zusammenhang zwischen Viehbesatz und Bodenfruchtbarkeit*. Wenn der Viehbesatz grösser ist, als es der Betrieb ertragen kann, wird die Produktion sehr teuer, besonders dort, wo die Witterung extrem ist und sich grosse Schwankungen wegen schlechten Wasserhaushalts des Bodens in der Produktion der Futterpflanzen zeigen. Eine Ausnahme bilden diejenigen Böden, in denen tiefwurzelige Luzerne gedeiht. Bei extrem trockenen Witterungsverhältnissen muss die Futterproduktion eher mit den der schlechten Witterung entsprechenden Produktionen in Einklang gebracht werden. Sich bei günstigerer Witterung zeigender Futterüberschuss kann nutzbringend durch Einsparung von Kraftfutter, durch Reservieren von Futter und durch Saatgutproduktion verwertet werden.

Grosse Reserven werden auch dadurch erzielt, dass die Futterpflanzen nach ihren speziellen ökologischen Gegebenheiten so ausgewählt werden, dass je Flächeneinheit auf billigste Art das meiste Eiweiss und die meisten Kalorien erzielt werden. Bei unseren Verhältnissen stehen in dieser Hinsicht die Kleearten, namentlich die Luzerne, und unter den Massenfutterpflanzen der Silomais an der Spitze. Diesem Ziel dient auch die verlustlose Aufbewahrung von Futterabfällen (Maisstroh, Zuckerrübenköpfe usw.)

Ein Prinzip der Humuswirtschaft ist die relative Verminderung der Halmfruchtflächen. Durch verstärkten Anbau von Winterhalmfrüchten fällt der Ertragsdurchschnitt des als Überschuss angebauten Weizens mit starker Regressivität zurück, einerseits wegen zwangsmässiger Zwischenschaltung der schlechteren Vorfrüchte, andererseits wegen der eingetretenen Anbau-Verspätungen, aber auch deshalb, weil bei grösserer Ausdehnung die allgemeine Verminderung der Bodenfruchtbarkeit das Wachsen der Halmfrüchte beeinflusst. Der Körner- und Strohgewinn der Halmfrüchte kann nicht durch Inanspruchnahme einer grösseren Fläche, sondern durch intensivere Produktion gelöst werden (biologische Bodenbearbeitung, harmonische Kunstdüngung, frühes Säen, bessere Vorfrüchte). Wir sind also imstande, bei Inanspruchnahme einer kleineren Fläche dieselben Mengen an Getreide und Streustroh, ja oft sogar noch mehr zu erzielen.

Leitfaden für die Organisation der Humuswirtschaft ist die *Entwicklung der Humus- und Nitrogenbilanz in grösstmöglichem Masse*. Vorbedingung dafür ist die Ausdehnung der Kleearten und Hülsenfrüchte bis zu den Grenzen der Betriebsmöglichkeiten, ferner die Verwendung von bodenaufbauenden Zwischenfruchtpflanzen bzw. von Gründungspflanzen. Die Einhaltung all dieser Prinzipien ermöglicht eine ständige Steigerung des Betriebsertrages ohne Erhöhung der Produktionskosten.

Je schwerer der Boden, desto mehr müssen wir darauf achten, möglichst weniger spätreifende Hackfrüchte anzubauen, andernfalls beeinflussen die Spätherbstregen ungünstig die Güte der Bodenkultur, es folgen gareschädigende Druckwirkungen, die Herbstfurche wird verteuert und sogar die restlose Durchführung dieser Arbeit wird gefährdet.

Die Prinzipien der Fruchtfolge-Zusammenstellung werden im Buche wie folgt beschrieben: Zweck dieser Zusammenstellung ist die systematische Einreihung der schon eingeplanten Pflanzengliederung und der zur Verfügung stehenden Düngervorräte unter Berücksichtigung der biologischen Gesetzmässigkeiten, damit die gesamte Leistungsfähigkeit der Pflanzen die grösste und sicherste sei und die Bodenfruchtbarkeit sich immer mehr steigere.

Die biologischen Grundprinzipien kommen in der rationellen Vorfruchtwirtschaft zum Ausdruck, wie die Vorfruchtwirkung der einzelnen Pflanzen durch relative Befriedigung der Vorfruchtansprüche anderer Pflanzen nutzbar gemacht werden kann. Es ist aber nicht gleichgültig, wie die einzelnen Düngerarten verwertet werden, für welche Pflanze der Fruchtfolge und in welcher Verteilung, damit die Bildung der organischen Substanz im Interesse der Erhaltung der Bodenstruktur die wirksamste und zugleich auch kontinuierlich sei. Wenn mit diesen biologischen Energien nicht rationell verfahren wird, treten manchmal Mängel zutage, ein anderes Mal wieder sind die Vorfrüchte vergeudet.

Jede Pflanzengruppe hat ihre berufsmässige Aufgabe in der Fruchtfolge. Die *Raufutterpflanzen* sind die Humusvermehrer, häufig auch Stickstoffsammler des Bodens und gleichzeitig die beste Gestalter der Bodenstruktur. Die *Hackfrüchte* sind die besten Verwerter des Humus, doch verbrauchen sie den meisten Humus und Stickstoff. Gleichzeitig sind sie auch Unkrautbekämpfer, wenn die Pflanzenpflege tadellos ist. Die *Halmfrüchte* sind charakteristische garezerstörende und unkrautfördernde Pflanzen; mit ihrer Strohproduktion steigern sie jedoch sehr den Stalldüngervorrat. Mit ihrer Frühabräumung ermöglichen sie einigermassen die Wiederherstellung der Bodengare, die Stalldüngung am Ende des Sommers und eventuell die Gründüngung. Die *Hülsenfrüchte* befriedigen meistens in vollem Masse durch ihre Stickstoffsammlung den Stickstoffbedarf der Winterhalmfrüchte. Sie lassen den Boden gare nach sich, verbrauchen verhältnismässig wenig Wasser und sind anspruchlos bezüglich der Vorfrüchte; demgegenüber sind sie ausgezeichnete Vorfrüchte.

Laut obiger Ausführungen gibt es bodenabbauende und bodenaufbauende Pflanzen. Der Boden kann als ein biologischer Akkumulator betrachtet werden, in dem sich dauernd ein Auf- und Abbauprozess abspielt; und all dies erfolgt im Rahmen der Fruchtfolge. Die Fruchtfolge ist also als eine Pflanzengemeinschaft zu betrachten, deren Mitglieder, d. h. die einzelnen Pflanzen, miteinander in organischer Gegenwirkung stehen und aufeinander angewiesen sind. Je mehr Arten von Pflanzen in einer Fruchtfolge sind, um so vielseitigere und ausgleichendere Wirkung üben sie aufeinander aus, allerdings unter dem Vorbehalt, dass den biologischen Bedingungen Genüge geleistet wurde. Je geringer die Selbstverträglichkeit der Pflanzen ist, um so wichtiger ist es, dass sie aufeinander in grösseren Zeitabständen folgen. Diese ungünstigen Umstände können durch Zwischenschalten von Zwischenfrüchtpflanzen gemildert werden, denn diese bilden eine biologische Trennwand und können in ihren Nachwirkungen sozusagen als »Pflanzen mit vollem Recht« betrachtet werden. Die wichtigsten Gesichtspunkte sind folgende:

Auf Stickstoffsammler müssen Stickstoffzehrer folgen, und zwar nach den Hülsenfrüchten Winterfrüchte, nach den Kleearten jedoch Frühjahrs-Stickstoff- und Humuszehrer.

Nach spät abgeräumten Pflanzen mit starkem Wasserverbrauch sollen — besonders unter trockenen Bodenverhältnissen — keine Winterfrüchte folgen.

Nach Humusvermehrern sollen Humuszehrer angebaut werden. Es wird hierzu bemerkt, dass der fehlende Humus auch durch Stalldünger ersetzt werden kann.

Nach garezerstörenden Pflanzen kommen Garepflanzen, die aber auch Zwischenfrüchte sein können.

Die Vorfrucht zu Pflanzen mit spärlicher Wurzelbildung und mit wenig aggressiven Wurzeln sollen möglichst Pionierpflanzen mit tiefreichenden Wurzeln sein. Dies ist besonders bei schwerem Boden und trockenem Klima wichtig.

Nach früh abgeräumten Pflanzen muss die grössere Zeitspanne unbedingt der Steigerung der Bodenfruchtbarkeit dienen, d. h. zum Anbau von Zwischenfrüchten, zum In-Gare-Bringen des Bodens oder zur Durchführung der Sommerdüngungsarbeiten.

Auf unkrautfördernde Pflanzen sollen möglichst unkrautbekämpfende Pflanzen folgen.

Die Kulturpflanzen reagieren um so empfindlicher auf die Vorfrüchte, je schlechter der Boden und je trockener das Klima ist. In diesem Falle üben *die beiden wichtigsten Faktoren, der Stickstoff und das Wasser*, ihre Differenzierungswirkung aus (Pentosan-Vorgänge). Deswegen reagieren die Winterfrüchte am empfindlichsten auf die Vorfrüchte. Ebendeshalb muss bei der Fruchtfolgeplanung vor allen Dingen die Vorfruchtfrage der Winterfrüchte, besonders aber der Winterhalmfrüchte, gelöst werden. Dies ist auch deshalb wichtig, weil jeder Doppelzentner mehr Stroh $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ q mehr Stalldünger ergibt. Dies bedeutet einen ersten Faktor, der zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit dient. Bei dem heimischen Kontinentalklima und den schwereren Bodenverhältnissen, wo die garezerstörende Wirkung der Halmfrüchte besonders stark ins Gewicht fällt — abweichend von den Erfahrungen der westeuropäischen Länder (KÖNNECKE) —, ist der Anbau von Halmfrüchten nach Halmfrüchten ungünstig. Dies ist jedoch dort unvermeidbar, wo in der Fruchtfolge perennierende Futterpflanzen sind. In einem solchen Falle sollen auf Halmfrüchte womöglich Sommerhalmfrüchte folgen. Dies kann auch noch durch Zwischenschaltung von bodenaufbauenden Zwischenfrüchten gemildert werden, und auch dadurch, dass die Vorfruchthalmfrüchte mit Hülsenfrüchten gemischt angebaut werden.

Nach Einreihung der Halmfrüchte ist es entscheidend, dass in der Fruchtfolge perennierende Futterpflanzen angemessen eingegliedert werden. Um diese wichtigen Pflanzen müssen sowohl die entsprechenden Vorfrüchte als auch die Nachfrüchte richtig gruppiert werden. All dies wirkt sich auf die Leistung der Fruchtfolge und auf die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit stark aus. Es ist nämlich nicht gleichgültig, nach welchen Vorfrüchten die perennierenden Futterpflanzen, die die Hauptquelle der Bodenfruchtbarkeit sind, folgen, damit eine möglichst günstige Bestanddicke erreicht wird. Es ist auch nicht gleichgültig, zur Entwicklung welcher Nachfrüchte der angesammelte Humus und die erstklassige Bodenstruktur dienen. — Dieses Kapitel beschäftigt sich ebenfalls mit der Eingliederung der Luzerne als perennierende Pflanze in die Fruchtfolge, und zwar, dass womöglich jeder einzelne Schlag der Wirtschaft günstigen Wirkung der Luzernisierung teilhaftig wird.

Die Eingliederung der anderen Pflanzen bedeutet kein schweres Problem. Die Vorfrucht der Nicht-Halmfrüchte soll nach Möglichkeit ebenso wie die Nachfrucht wieder eine Halmfrucht sein. Dies ist auch vom Standpunkt der Zeitwirtschaft aus gesehen wichtig. Im Zusammenhang mit der Fruchtfolge bedeutet die möglichst kontinuierliche und pausenlose Zuführung von organischen Substanzen (Lebendverbauung der Bodenstruktur) für die Humuswirtschaft ein bedeutendes biologisches Problem. Diese organischen Substanzen werden nicht nur aus Stalldünger, sondern auch aus den Wurzelrückständen und Gründünger gewonnen.

Wenn die Hauptaufgabe in erster Linie die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit von Grund auf ist, dann soll das Hauptgewicht nicht auf dem isolierten Düngen der bestimmten Pflanzen liegen, sondern auf dem Düngen der Fruchtfolge als einer organischen Einheit, in dem Masse, dass die Leistungsfähigkeit des Bodens bzw. der Fruchtfolge erhöht wird. Dies geschieht, wenn wir die Dünger-Energien hauptsächlich auf die humusvermehrenden Pflanzen richten. Diesbezüglich hat der Verfasser des Buches mehrere Konkurrenz-Fruchtfolgen angestellt. Die Stalldünger-Produktionsfähigkeit dieser humusvermehrenden Fruchtfolgen ist bedeutend grösser.

Die Fruchtfolgeplanung kann nur in Kenntnis und Abwägung der Natur- und Betriebs-Gegebenheiten an Ort und Stelle rationell erfolgen. Fruchtfolgen kann nur derjenige zusammenstellen, der mit den biologischen Ansprüchen der Pflanzen und des Bodens, ferner mit dem Wesen des organischen Stoffkreislaufes des Betriebes und mit der Gesetzmässigkeit der Betriebsorganisierung selbst vollkommen im reinen ist. Das Hauptgewicht liegt immer auf der Sicherung der Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. Je schlechter der Boden ist, um so wichtiger ist diese Tätigkeit.

II. Düngung und Bodenfruchtbarkeit

Dieses Kapitel beschäftigt sich hauptsächlich mit den Humuswirtschaftsbeziehungen der Düngung. Hier werden der Begriff des Boden- und des Pflanzendüngers, die Bedeutung des organischen und Mineraldüngers, sowie deren Komplexwirkung umrissen. Unter unseren Verhältnissen werden den Pflanzen im Wurzelhumus und im Stalldünger im Laufe der Mineralisation mehr aufnehmbare Nährstoffe zugeführt.

als in den Mineraldüngervorräten, die nur in geringen Mengen zur Verfügung stehen. Ebendeshalb muss auf die weitere stärkere Entwicklung der Humuswirtschaft und auch auf die möglichst grosse Verbreitung der Schmetterlingsblüter besonderes Gewicht gelegt werden, weil diese einen noch günstigeren Wasserhaushalt (Bodenstruktur) schaffen und die Wirkung des Kunstdüngers erhöhen.

Bei Beschreibung des *Stalldüngers* behandelt der Verfasser dessen Grundstoffe, die Biochemie des Gärungsvorganges, die Zusammensetzung des Düngers, die Wuchsstoffe, Rotteverluste (laut eigener Versuche bei richtiger und bei nachlässiger Behandlung), die Ausrechnung des Stalldüngeranfalls (Rechnungs-Methoden von WOLF und ZUTAVERN). Es werden ferner die wichtigeren Düngerbehandlungsmethoden aufgezählt, und zwar Methoden mit Tiefstalldünger, Flachstalldünger, Stapeldünger, mit warmvergorenen Edelmist (KRANTZ), mit kalt vergorenem Dünger, weiter die Biogas-Methode, mit Erdkompost-Dünger (KERTSCHER), die Rohphosphat-Methode (KREYBIG), mit Niederungs-Moorerde kompostierter Dünger (KEMENESY) und schliesslich die Anwendung von frischem Stalldünger. Mit letzterem experimentiert der Verfasser seit 4 Jahren. Dieser Versuch zeigte gegenüber den reifen Stalldünger in entsprechender Kunstdünger-Kombination stark positive Resultate, besonders bei der wirtschaftlichen Verwendung des Stalldüngers. Trotzdem kann aus technischen und betriebswirtschaftlichen Gründen nur ein Teil des produzierten Stalldüngers in der Wirtschaft als frischer oder halbfrischer Dünger verwendet werden. Seine perspektivische Wirkung jedoch ist im Verhältnis zum reifen Stalldünger noch nicht geklärt. Diesbezüglich werden die schon im Gange befindlichen Dauerversuche Klärung schaffen.

In dem Kapitel über *Mineraldüngung* wird als Leitfaden besonders die die Bodenfruchtbarkeit steigernde Wirkung des Mineraldüngers hervorgehoben, und dies besonders dann, wenn dieser Mineraldünger als harmonische Nahrung unter den humusvermehrenden Pflanzen verwendet wird.

Hier werden die *pflanzennährenden Beziehungen* der in den Mineraldüngern befindlichen Nährelemente aufgezählt und ihre spezifische Wirkung auf die Entwicklung und Güte sowie Widerstandsfähigkeit der Pflanzen. Es berührt auch den Mechanismus der Pflanzennahrung im Spiegel des Kolloid-Systems, das zwischen Boden und Wurzeln bzw. deren Zellenplasmen besteht (SCHEFFER), schliesslich die Dynamik der Nährstoffaufnahmefähigkeit der Wurzeln in den verschiedenen Phasen. Das Kapitel beschäftigt sich eingehender mit der ausserordentlich verwickelten *Phosphatfrage*, mit dem auf verschiedene Art möglichen Festhaltevermögen der Phosphat-Mineraldünger-Bodenlösungen, nämlich mit dem sehr günstigen, ja sogar wünschenswerten biologischen Festhaltevermögen, und demgegenüber auch mit dem sehr schädlichen chemischen Festhaltevermögen und schliesslich mit den Sorptionswirkungen durch die Bodenkolloide. Aus all dem kann festgestellt werden, dass die Lösung der Phosphatfrage hauptsächlich in der Bodenreaktion und in der Dynamik der Humuswirtschaft doch gleichzeitig auch im Wasserhaushalt zu finden ist. Durch eine entsprechende Bodennutzung, durch organische Düngung, Ausbildung der Bodenstruktur, durch zum Wasserhaushalt beitragende Bodenkultur und schliesslich durch die nötige Kalkung sind sie günstig zu beeinflussen.

Unsere heimischen, an Tonkolloiden und oft an Kalk zu reichen Böden reagieren nicht entsprechend auf die Phosphate, was noch durch den kontinentalen Charakter des Klimas erschwert wird. Das weist darauf hin, dass unter unseren Verhältnissen in erster Reihe das sich am leichtesten lösende Superphosphat in Frage kommen kann. Dieselben Umstände berechtigten auch zur Reihendüngung. Trotz alledem wird auch unter unseren Bedingungen die Reservedüngung durch Phosphatauffüllung von Bedeutung sein, so dass deren Dauerwirkung im Interesse der grösseren und sichereren perspektivischen Produktion nicht ausser acht gelassen werden darf (Bodenstruktur, erhöhte Wurzelentwicklung, allmähliche Aufschliessung der lose festgehaltenen Phosphate). Der Grund des Versagens der Phosphatdüngung liegt bei unseren Verhältnissen sehr oft im Stickstoffmangel (Nitratassimilation).

Weiter wird die einfachere und klarere Methode des *Kunstdüngens mit Stickstoff* erörtert, die den schädlichen chemischen Festhaltevermögen nicht ausgesetzt ist. Ihr Ziel ist das Schaffen der Nährstoff-Harmonie, die Ergänzung der Phosphat-Mineraldünger, der Ausgleich der nach den stickstoffarmen, vielen Wurzelrückständen auftretenden Pentosanvorgänge (Stoppelmineraldüngung), und gleichzeitig die Ausbildung der Humusstoffe besserer Qualität, schliesslich die quantitative und qualitative Steigerung des Kreislaufes der organischen Substanzen. Dieser Teil

berührt auch den Wichtigen Umstand, dass Stickstoff-Kunstdünger wegen Auslaugungsgefahr nur in dem Fall gegeben werden soll, wenn die Möglichkeit zu seinem biologischen Festhaltervermögen (durch lebende Wurzeln, sich abbauende organische Substanz) besteht.

Bei unseren Verhältnissen ist die Bedeutung der *Kali-Mineraldünger* weniger allgemein, abgesehen von Sand-, Moor- und einzelnen speziellen Bodentypen. Der Grund der allgemeinen Unwirksamkeit des Kalis liegt in der Kalium-Fixation, die durch stärkere Zufuhr von organischen Substanzen etwas gelockert werden kann.

Im Zusammenhang mit der Frage der *Kalkung* werden die damit verbundenen bekannten technischen Richtlinien angeführt, und es wird auch auf die Geltendmachung desjenigen wünschenswerten agrarpolitischen Gesichtspunktes hingewiesen, dem gemäss die Kalkvorräte in erster Reihe auf solche Bodenarten gebracht werden müssen, wo die Wirkung einer Kalkmengeneinheit den meisten Ertrag bringt.

Hinsichtlich der *Feststellung des Nährstoffanspruches des Bodens* wird erklärt, dass bei unseren heimischen, nicht ausgelaugten und stark sorptionsfähigen Böden aus den chemischen Untersuchungen sozusagen gar keine praktische Lehre gezogen werden kann. Ausnahmen sind die Sand- und Moorböden. Übrigens kann eine chemische Untersuchung nur eine Momentaufnahme von der Bodendynamik geben; sie registriert nicht einmal annähernd die Kurve der aufnehmbaren Nährstoffe, die sich während der ganzen Vegetationszeit der Pflanze auf die Wirkung der vielen übrigen Faktoren hin zu bilden pflegt. Dennoch werden die verschiedenen Methoden, von NEUBAUER und MITSCHERLICH und die Versuche auf freiem Felde beschrieben.

III. Bodenbearbeitung

Die Bodenbearbeitung bzw. deren Humuswirtschaftsbeziehungen bilden das Thema eines besonderen Kapitels. Ihre Zielsetzungen sind:

1. Die Steigerung der organischen Substanz des Bodens,
2. sein sparsamerer und wirtschaftlicherer Abbau,
3. Schaffung der Bodengare.

Je schwerer der Boden ist, eine um so grössere Rolle spielt die intensivere Bodenbearbeitung zur Erreichung der Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. Da das Endziel stets das In-Gare-Bringen des Bodens ist, darf das Gewicht nicht auf den üblichen mechanischen Verfahren, sondern in jeder Phase auf dem Sichern der Lebensbedingungen der Bodenorgane liegen (biologische Bodenkultur). Bei unseren trockenen klimatischen Verhältnissen kann dies hauptsächlich durch ein Wasserhaushaltsverhältnisse schaffendes Bodenbearbeitungssystem erreicht werden. Die Gebundenheit des Bodens entscheidet, ob bei der Bodenbearbeitung ein humusverzehrendes oder humussparendes System zur Anwendung gebracht werden soll. Die Gebundenheit des Bodens, sein grösserer Viehbesatz, die ausgedehntere Produktion der perennierenden Futterpflanzen und Gründüngerpflanzen sind Grund für die Anwendung des humusverzehrenden Bodenbearbeitungssystems.

Die biologische Bodenbearbeitung erreicht ihr Endziel — die Bodengare — mit immer geringerem Energiebedarf. Ein Prüfstein für die Sachkenntnis ist, wie der Boden besonders in trockenen Sommern bei schweren Bodenverhältnissen in möglichst kurzer Zeit und mit wenig Energie in Gare gebracht werden kann. Die Sommerwärme bedeutet von diesem Gesichtspunkt aus besonders dann eine Konjunktur, wenn die zur Verfügung stehende geringe Bodenfeuchtigkeit bei der Bodenkultur besser verwertet werden kann.

Danach werden die *Bodenbearbeitungssysteme*, die stets unter Wirkung von extremen Gegebenheiten entstehen, detailliert. Auf die Entfaltung der Bodenbearbeitungssysteme hat das Klima die grösste Wirkung, doch wird dies noch durch die Gebundenheit und Gestaltung des Bodens, besonders durch seine Humus- und Kalkbedingungen, beeinflusst. Bei humidem Klima richtet sich die herrschende Tendenz der Bodenfeuchtigkeit von oben nach unten, bei aridem Klima in umgekehrter Richtung. Diese Wirkungen begrenzen hauptsächlich die Bodenbearbeitungssysteme für die verschiedenen Gegebenheiten und liefern bewiesene Argumente in den vielen fruchtlosen Debatten, die auf diesem Gebiete geführt werden.

Auf unser heimisches Bodenbearbeitungssystem hat seinerzeit die grösste Wirkung das sogenannte »dryfarming«-Bodenbearbeitungssystem von CAMPBELL ausgeübt. Technisch gesehen, hat das Heimischmachen der Scheibenegge bei unseren trockenen Bodenverhältnissen durch erfolgreiches In-Gare-Bringen des Bodens eine wahre Revolution hervorgerufen, besonders seitdem dieses Gerät in der mechanischen Bodenbearbeitung verwendet wird. Die Bodenbearbeitung ohne Pflügen (JEAN-Methode) ist auch eine Folge der trockenen Bodenverhältnisse. Das Bodenbearbeitungssystem von MALZEW kann bei seinen speziellen extremen Gegebenheiten auch richtig sein. Hierbei ist — unter totalem Weglassen des Pflügens — die wassersparende und humus-schonende Bearbeitung wesentlich. Die Anwendung dieses Systems ist bei solchen Bodenverhältnissen berechtigt, wo der Boden wegen seines Urgarezustandes zunächst kein Porenvolumen bildendes Pflügen benötigt, und wo von einer Bodenauslaugung keine Rede sein kann bzw. von der Notwendigkeit des durch Pflügen erfolgenden Wendens der ausgelaugten Substanzen. Das erfolgreiche Bodenbearbeitungssystem der ausgelaugten Waldböden von schlechter Struktur wurde von GÖRNING aufgestellt. Sein System übertrifft fast das reine Bodenbearbeitungssystem, denn es erstrebt die Verbesserung der Bodenprofilstruktur nicht nur durch eine eigenartige Bodenbearbeitung, sondern auch durch eine damit gepaarte Düngung, Bodennutzung und Kalkung. Dies bedeutet also schon ein ausgesprochenes Ackerbausystem.

Unsere extremen Verhältnisse schreiben ein *speziell ungarisches Bodenbearbeitungssystem* vor, welches jedoch nur bezüglich des in der Landesmitte liegenden Bodenbeckens mit kontinentalem Charakter ein bestimmtes System bedeuten kann. Da jedoch unsere Witterung bei unserer geographischen Lage ziemlich rhapsodisch ist, müssen die zu befolgenden Systeme sehr elastisch angewendet werden. Zur Bearbeitung der zwischen den extremeren Gegebenheiten liegenden Böden und zur Entwicklung der Bodenkultur haben von den technischen Geräten am meisten die Scheibenegge, der Untergrundkrümmer und hauptsächlich die grössere Geschwindigkeit und mehr Energie bietende motorisierte Bodenarbeit, die nicht nur die Verbesserung der Qualität, sondern auch die Verminderung der Arbeitsspitzen ermöglicht hat, beigetragen.

Im weiteren wird die Methode der ungarischen Bodenbearbeitung beschrieben, deren modernere Richtlinien von G. A. MANNINGER und E. KEMENESY in System gebracht wurden. Der Ausgangspunkt für das Ingangbringen des Bodenlebens und die Basis für das Bodenbearbeitungsverfahren liegen im fachgemässen Stoppelsturz. Hauptzweck des Stoppelsturzes ist die schnelle und vollkommene Erschliessung und Ingangsetzung der Bodenbiologie unter Ausnutzung der Sommerwärme. Die Ausführung dieses Prozesses erfolgt mit der mit Tellern von grossem Durchmesser versehenen Scheibenegge, und durch die darauf folgende Nacharbeit. Hier wird nicht die tiefere Bearbeitung betont, sondern das Sichern der vollkommen porösen Isolierschicht, die höchstens 1—2 Finger stark sein soll. Hierbei wird der Boden durch den Einfluss von Bodentau und geringeren Niederschlägen genässt und in Gare gebracht. Die heraüsspriessenden Unkräuter dienen, wenn sie rechtzeitig, d. h. kurz nach dem Auskeimen ausgejätet werden, ebenfalls der In-Gare-Bringung des Bodens (Bakterien-Nährstoff).

Übrigens kommt das *Charakteristische der speziellen modernen Bodenbearbeitung besonders in der Bodenvorbereitung der Winterfrüchte zur Geltung*. Dieses System wird zwar schon seit ca. 3 Jahrzehnten von den Spitzenwirtschaften befolgt, hat sich aber noch nicht im ganzen Lande eingebürgert. Ein charakteristischer Zug dieses Systems ist, dass der Boden unter den Winterfrüchten ohne Pflug, ausschliesslich nur mit Scheiben und Kultivatoren bearbeitet wird. Durch drei- bis viermalige Bearbeitung, die immer kreuzweise erfolgt, und durch entsprechende Nacharbeit, kann für die Saat ein vollkommenes In-Gare-Bringen erreicht werden. Das Wiederholen dieser Arbeiten wird durch die Verunkrautung des Bodens bzw. durch die durch das Hämmern der Regenfälle auf den Boden ausgeübte Wirkung bestimmt. Durch jede einzelne Bearbeitung wird der bearbeitete Boden — ohne auszutrocknen — um je eine dünne Bodenschicht stärker. Dem gegenüber lockern wir beim Sommerpflügen einen mächtigen Bodenabschnitt und setzen ihn der trockenen Sommerhitze aus, damit beim Eintreten von Trockenheit die weitere Gare des Bodens verwüstet wird. Die beim Pflügen entstehenden grösseren Hohlräume üben auf den Boden eine trocknende Wirkung aus. Durch diese Hohlräume wird die freie Zirkulation

des Wassers im Boden und auch der Bodenschluss verhindert. Selbst wenn die Schollen sofort gewalzt und die grösseren Hohlräume teilweise beseitigt werden, kann in einem solchen Boden die Bodenbiologie erst nach einem ausgiebigen Regen beginnen, was einen grösseren Ausfall für den Gareprozess bedeutet. Die zweierlei Bodenbearbeitungsvorgänge schaffen zweierlei Umstände. Bei der Bearbeitung mit Pflug wird der Boden zwar tiefer bearbeitet als bei der Bearbeitung ohne Pflug, doch ist in diesem Falle nicht die tiefere Bearbeitung, sondern die tiefere Gare entscheidend. Laut positiven Erfahrungen keimen Pflanzen in einem ohne Pflug bearbeiteten Boden viel kräftiger; sie beginnen, sich schneller zu entwickeln, und ihre Wurzeln reichen tiefer in den Boden als die Wurzeln von Pflanzen, die in einen tiefer gefurchten Boden kommen; letztere entwickeln sich wegen der mangelhafteren Gare langsamer. Dieser Umstand bietet grössere Sicherheit im Kampf gegen die Dürre. Das Herbstgetreide wird bis Anfang Juli abgeräumt. Sobald die Trockenheit einsetzt, beendet die Pflanze ihre Vegetation. In diesem Ausnahmefalle ist die Bedeutung der ausgiebigeren Wasserreservierung, die durch die Tiefenbearbeitung erreicht wird, weniger wichtig, da die Vegetationszeit dieser Pflanzen den Winterniederschlägen nahe steht. Je trockener der Sommer und je schwerer der Boden, um so grössere Differenzen bestehen im Ertrag zugunsten der Bearbeitung ohne Pflügen, wie im ganzen Land durchgeführte Versuche bestätigten. Bei feuchter Witterung verschwinden diese Differenzen. Bei Anwendung der Saatvorbereitungsmethode zeigt sich der Frostschaden zu einem geringeren Prozentsatz, weil wahrscheinlich derart keine grösseren Hohlräume entstehen können. Weitere Vorteile dieser Methode sind die billigere Saatvorbereitung und die Möglichkeit einer früheren Aussaat, wodurch die verlängerte Vegetationsperiode der Steigerung des Bodenertrages einen weiteren Antrieb gibt. Innerhalb des Betriebes wird also Ertragssteigerung noch grösser, als dies die Bearbeitungsversuche zeigen. Es gibt jedoch Ausnahmen, bei denen die Anwendung dieser Methode nicht begründet ist, und zwar bei stark verdichteten Böden, bei Sand- und Moorböden, ferner dort, wo der Boden auf Fusskrankheiten inkliniert und wo er durch perennierende Unkräuter infiziert ist, schliesslich wo die Vorfrucht des Winterweizens eine Kleeart oder Klee gras ist.

Im weiteren werden im Buche die Humuswirtschaftsbeziehungen des Winterpflügens und der Untergrundlockerung beschrieben; hier wird das Pflügen — besonders bei trockenen Verhältnissen — als ein brutaler Eingriff in die Biologie des Bodens betrachtet. Das Austrocknen und die Umschichtung des Bodens, die sein biologisches Gleichgewicht und die starke Platzänderung der Makrofauna stören, ziehen eine gewisse Erschütterung nach sich.

Das entsprechende Versorgen des Bodens mit organischen Substanzen soll mit der Pflugtiefe in Einklang stehen, da sonst mit Humusverzehrung zu rechnen ist. Dies kann durch mit Untergrundlockerung kombiniertem seichterem Pflügen überbrückt werden. Letzte Methode ermöglicht — wie bekannt — auch dort, wo die Bodenschichten ungünstig gelagert sind, eine tiefere Bearbeitung des Bodens ohne qualitative Einbusse der Krume. Gleichzeitig wird bei dieser Art des Pflügens die Pflanze zu erhöhter Wurzelhumusbildung angespornt und der Wasser- und Lufthaushalt des Bodens verbessert, was im Endergebnis den weiteren Vorteilen der Tieffurche fast in gleichem Masse dient.

Die zeitigere Durchführung der Herbstfurche ist besonders bei schweren Bodenverhältnissen wichtig, damit die Bodenstruktur beim Pflügen von zu nassem Boden im Spätherbst nicht verdorben wird. Die biologische Bodenbearbeitung der Herbstfurche ist ebenso wünschenswert wie bei den Winterfrüchten. Die Herbstfurche muss durch biologische Nacharbeit zerkleinert und in Gare gebracht werden, und die Herbstwärme ist zur pausenlosen Intensivierung der Gare auszunützen, jedoch nur dann, wenn ihn die Gestaltung des Bodens und sein Gehalt an organischem Dünger zur Ausbildung der Gare geeignet macht. Wo diese Vorbedingungen fehlen, ist der Boden offenzulassen, denn wegen Fehlens biologischer Aufmürbung sind wir auf die mechanische zermürbende Wirkung des Winterfrostes angewiesen.

Im Interesse der Wirkung der organischen Dünger müssen diese in die Gare-schicht des Bodens gebracht werden, damit der gesunde Abbau gesichert ist. Je schwerer der Boden, um so flacher ist der Dünger einzuzackern. Dem Einpflügen des Düngers bei trockenem Boden soll sofort die Stachelwalze folgen (Beseitigung der

schädlichen Hohlräume und Zustandebringen des Bodenschlusses). Der in der Sommersaison eingepflügte und abgewalzte Boden wird nach einer gewissen Rottezeit garefördernder Scheibeneggen-Bearbeitung unterworfen, worauf im Boden durch Einwirkung der Herbstwärme eine intensive biologische Aktivität einsetzt. Die so entstehende, biologisch reiche Oberschicht gelangt durch die darauffolgende Herbstfurche als »Sauerteig« in die tieferen Schichten, und mit dieser assimilierten gedüngten Schicht werden die tieferen Schichten sozusagen geimpft. Bei sehr schweren Bodenverhältnissen unterbleibt das Einpflügen der obersten gedüngten Schicht; in diesem Falle wird die Tiefkultur mit Untergrundlockerung durchgeführt, damit die mit organischem Dünger bereicherte obere Bodenschicht atmen kann. Dieselbe Methode ist bei Böden, die Neigung zur Verkrustung zeigen, anzuwenden. Das konzentrierte Vorhandensein von organischem Dünger dient zur Beseitigung der Bodenverkrustung und verhindert das eventuelle Ersticken kleinsamiger Pflanzen (Mohn, Rüben usw.) Demgegenüber ist es angebracht, bei sandigen Böden den Dünger so tief wie möglich in den Boden hineinzubringen, um seinen zu schnellen Abbau zu verhindern, wobei auch Wasserhaushaltsgründe hier eine Rolle spielen. Neuerdings wurde dieses Problem sehr glücklich von S. EGERSEGI gelöst, der den organischen Dünger mit seinem Spezialpflug auf den Grund der Furche von 60 cm Tiefe bringt. Damit erreicht er, dass der Grossteil der Wurzeln sich in dieser tieferen Schicht konzentriert (Hydrotropismus). Durch die Konzentration wird der Boden von Jahr zu Jahr gerade in dieser Schicht, wo der Pflanze mehr Feuchtigkeit zur Verfügung steht, mit Wurzelhumus bereichert. Laut bisherigen Erfahrungen ist es auf unseren trockenen Sandgebieten gelungen, mit diesem meliorationsartigen System die Erträge um etwa 80—200% zu steigern.

In diesem Kapitel beschäftigt sich der Verfasser gesondert mit dem Verfahren, das beim Umbruch von Luzerne und Klee gras-Schlägen zu befolgen ist. Zweck des Umbruchs ist die Sicherung des nützlichen Abbaus der Wurzelrückstände, die sich in grossen Mengen und in guter Zusammensetzung in der Krume angesammelt haben. Auf diesem Gebiete zeigen sich noch grobe Fehler, derentwegen die ausgezeichneten Vorfruchtwirkungen, die diese Pflanzen zeigen, nicht zur Geltung kommen können.

Die Technik des richtigen Umbruchs. Zweck des Stoppelpflügens ist die vollständige Wendung des Pflugbalkens mit dem seicht und so breit wie möglich eingestellten Pflug; danach wird sofort gewalzt, wodurch die Vorbedingung für das intensive Einsetzen des Rottens der Wurzelrückstände gegeben ist. Nach mehrwöchigem Rotten wird das gepflügte Land überquer geschleibt und im Interesse des weiteren vollkommeneren Rottens wieder abgewalzt. Nach erneutem mehrwöchigem Rotten wird die eigentliche tiefere Bodenkultur vorgenommen, dem die Bodengare der tieferen Schicht folgt.

Die Bearbeitung der zu schweren Böden erfordert im allgemeinen erhöhte Wachsamkeit, Sorgfalt und im allgemeinen Geschicklichkeit. Das ist ein Zentralproblem für die ganze Betriebsleitung. Wegen der Beschränktheit der optimalen Bearbeitungsperiode sind diese Betriebe besser mit Bodenbearbeitungs-Maschinen auszurüsten, und letztere müssen wegen der verhältnismässig kurzen Betriebsaison besser ausgenützt werden (Prämien, Tag- und Nachtschichten). Zur Vermeidung der garezerstörenden Bearbeitung im Spätherbst und der schädlichen Druckwirkungen sind etwas weniger Späthackfrüchte und etwas mehr Frühhackfrüchte (Mais) zu pflanzen. Die beiden wichtigsten Geräte zur Bearbeitung der sehr schweren Böden bei trockenen Klimaverhältnissen sind die Scheibenegge und die schweren Walzen. Mit der Scheibenegge wird die Sommergare und mit den schweren Walzen die sofortige Verarbeitung des Trockenpflügens durchgeführt. In dieser Hinsicht werden die Dampfpflüge eine spezielle Rolle spielen, die grössere Geschwindigkeit entwickeln, den Boden besser durchlüften und einen grösseren spezifischen Widerstand überwinden können.

IV. Die Erosion

Das Kapitel über die Erosien gliedert ihre Bekämpfung in zwei Hauptteile. *Die erste und wichtigste Abwehrmassnahme* ist der Versuch, die Wassersaugfähigkeit und besonders die Strukturständigkeit des Bodens herzustellen. *Die zweite* ist der Versuch, durch verschiedene kulturtechnische Eingriffe die Laufgeschwindigkeit und Zerstörungswirkungen des Wassers zu bremsen. Die Kultureingriffe bedeuten mehr

oder weniger Opfer und Gebietsinanspruchnahme. Vor allem muss also der Aufbau der Bodenstruktur versucht werden; denn dies ist eine gründliche Lösung. Wenn mit der Bekämpfung der Erosion so begonnen wird, haben wir schon weniger mit nicht aufgesaugtem Schadwasser zu rechnen, und demzufolge erfordern die kulturtechnischen Eingriffe, die eine Behandlung der Begleiterscheinungen bedeuten, weniger Opfer. Zum agrotechnischen Schutz gehören noch die Bodennutzung (ständige Bodendecke), die nötige Kalkung, intensiveres organisches Düngen, die Untergrundlockerung und schliesslich die Bearbeitung in Richtung der Höhenschichtlinien.

V. Die Betriebsorganisationsbeziehungen der Bodenfruchtbarkeitssteigerung

Dieses Kapitel erörtert das Ausmass der Intensität des *Stoffkreislaufes* der organischen Substanzen in den einzelnen Betrieben. Die Intensität hängt von der Grösse der Erträge vom Viehbesatz, von der zweckmässigeren Düngung der humusvermehrenden Pflanzen, von der geeigneten Auswahl der Futterpflanzen (Produktion von möglichst viel Kalorien und Wurzelrückständen auf der Flächeneinheit), von der möglichst starken Verminderung der Abbauverluste, dem angewandten Bodenbearbeitungssystem und schliesslich von der Günstigkeit des Klimas ab. Je intensiver der Stoffkreislauf in einem Betrieb ist, um so mehr erhöhen sich die Bodenfruchtbarkeit und naturgemäss auch die Erträge. Bei der diesbezüglichen Revision in den einzelnen Betrieben sind, als der Verfasser die durch die vernachlässigte Humuswirtschaft entstandenen ersten Verluste zahlenmässig schätzte, bestürzende Daten herausgekommen.

Im weiteren führt der Verfasser *im Zusammenhang mit der Bodenfruchtbarkeitssteigerung einige charakteristische Umgestaltungsbeispiele aus seiner Praxis an*. Bei jedem Beispiel ist das Ziel das gleiche, nämlich das Anhäufen von organischer Substanz von je besserer Qualität, doch muss dieses gemeinsame Ziel bei jedem Bodentypus immer wieder durch Anwendung anderer Methoden, mit immer wieder anderem Quantum und anderer Proportionierung der biotechnischen Faktoren gelöst werden, damit es möglichst zweckmässig und wirtschaftlich sei. Bei Sandböden führt die Gründüngung und die intensive Mineraldüngung zum Ziel, bei den sehr schweren Böden wird durch intensive Bodenbearbeitung die Leistungsfähigkeit der an Nährstoffen reicheren Böden vom toten Punkt aus weiter vorangebracht, bei den mittelschweren Böden jedoch sind der erste Schritt zum In-Schwung-Bringen der gewünschten Bodenfruchtbarkeitssteigerung die humusvermehrende Bodennutzung und die stärkere Verwendung der perennierenden Futterpflanzen und Hülsenfrüchte. Das heisst natürlich nicht, dass bei den günstigsten Bodenverhältnissen, bei entsprechender Organisation der Bodennutzung das Düngen und die Bodenbearbeitung keine entscheidende Rolle spielen. Es bedeutet nur so viel, dass von den drei biotechnischen Faktoren der Humuswirtschaft in erster Reihe unsere Tätigkeit bezüglich rationeller Organisation der Bodennutzung erweitert werden muss.

Schliesslich wird in diesem Kapitel auch eine durch den Verfasser in der Praxis angewandte Methode beschrieben, wobei er *die Humuswirtschaft* von auf gleichen Betriebsgebieten liegenden Wirtschaften durch *Indexzahlen einschätzt* (Humusschlüssel). Bei der zahlenmässigen Schätzung der Humusbilanz geht er nicht vom Viehbesatz, sondern von der Struktur der Bodennutzung aus, indem er jede Pflanze mit einer gewissen Wertzahl bezeichnet. Aus methodischen Gründen müssten die weiteren Faktoren um die Struktur der Bodennutzung als um einen Hauptfaktor gruppiert werden, weil die Entwicklung des Kreislaufes und die Anhäufung von Humus im Betrieb mit der Pflanzenwelt (Wurzelrückstände und organischer Dünger-Grundstoff) und mit all diesem Faktoren sehr eng zusammenhängen, die die Pflanzenwelt qualitativ und quantitativ beeinflussen. So z. B. schliessen wir nicht von der Menge des verbrauchten Mineraldüngers auf seine Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeitssteigerung, sondern betrachten im Prinzip durch die einzelnen Pflanzen den Einfluss der fachgemäss verwendeten Mineraldünger auf die Steigerung der organischen Substanzen des Bodens.

Dasselbe bezieht sich auf den Stalldünger, wo wir auch vom Viehbesatz auf den Dauerhumus schliessen. Die Behandlung des Stalldüngers müsste auch eingeschätzt werden, und die positive bzw. negative Zahl (von + 15 bis -15%) muss schon mit dem Viehbesatz in Einklang gebracht und demgemäss positiv oder negativ rek-

tifiziert werden. Auch das Niveau der Bodenbearbeitung muss mit der Bodennutzung in Übereinstimmung gebracht werden, in dem bei einer mehr als mittelmässigen Bodenkultur die Wertsumme der Bodennutzung — von der Gebundenheit des Bodens abhängig — um 10—30% erhöht und bei einer schlechten Bodenkultur dementsprechend vermindert werden muss.

All dies wird durch zwei konkrete extreme Beispiele beleuchtet. Demzufolge bewegt sich der Humusschlüssel der einzelnen Betriebe zwischen den Indexzahlen 280 und 540. Seinerzeit wandte der Verfasser bei seinen Betriebsrevisionen diese Methode mit ziemlich gutem Erfolg in vielen Betrieben an, die dem Betriebsorganisator bei Verwirklichung seiner diesbezüglichen Bestrebungen einen ausgezeichneten relativen Überblick gab, und bei den einzelnen Wirtschaftsleitern die entscheidende Wichtigkeit der Humuswirtschaft-Organisierung im Spiegel der Zahlen zum Bewusstsein brachte.



TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	5
Termesztés és talajerőgazdálkodás	
<i>A mezőgazdasági termelés sajátosságai, biológiai jellege</i>	7
<i>Az őállapotban lévő talajtól a kultúrtalajig</i>	8
<i>A talajerő (termékenység) és talajerőgazdálkodás</i>	10
<i>A talajerőgazdálkodás tárgyköre</i>	12
I. A TALAJERŐGAZDÁLKODÁS TERMÉSZETTUDOMÁNYI ALAPISMERETEI	14
1. <i>A talaj élete</i>	14
A baktériumok morfológiája és élettana	15
A talajmikrobák mennyiségi eloszlása és minőségi összetétele	18
A makrofauna szerepe a talaj életében	21
A talaj mikroflórájának életfeltételei	23
A szén mikrobiológiai körfolyamata	25
A nitrogén körfolyamata	27
A talajoltás kérdése	31
A kén és foszfor biológiai körfolyamata	32
2. <i>A talajhumusz</i>	33
A talajhumusz keletkezése és alkata	34
A talajerő és a humusz összefüggései	40
A talajhumusz dinamikája	42
3. <i>A talaj szerkezete</i>	46
A talajszerkezet kialakulása	48
A talaj szerkezetességének jelentősége a talajerőre	59
Szelvénytérkép és vízgazdálkodás	62
A talaj szerkezetének leromlása	64
Összefoglalás	66
II. A TALAJERŐGAZDÁLKODÁS BIOTECHNIKAI TÉNYEZŐI ..	68
A) A talaj használata	69
1. <i>A növény hatása a talajra</i>	71
A gyökérzet szerepe	71
A gyökérzet hatása a talajerőre	72
A gyökér behálózó képessége	74
A gyökérzet fejlődését befolyásoló tényezők	76
A gyökerek mennyiségi kialakulását befolyásoló tényezők	83
A gyökérmaradványok összetételét befolyásoló tényezők	92
A növény föld feletti részének hatása a talajerőre	96
A művelési növények elővetemény-hatása	98
2. <i>A vetésforgó alapelemei</i>	101
Az egyes művelési növények hatása a talajerőre és a hatások elemzése	101

A növénytársítások és a talajúntság kérdései	127
Kettőstermesztes és zöldtrágyázás	136
A zöldtrágyázás növényei és termesztésük technikája	140
3. A vetésforgó és a talajerőgazdálkodás	152
A vetésforgó összeállítását megelőző üzemszervezési kérdések	154
A vetésforgó összeállításának irányelvei	163
a) Biológiai alapelvek	168
b) A gyakorlati kivitelezés irányelvei	171
c) Egyes beosztási kérdések	183
B) Trágyázás és talajerő	186
4. Az istállótrágya	189
Az istállótrágya összetételét befolyásoló tényezők	190
Az istállótrágya mennyiségi nyeredéke és kiszámítása	196
Az istállótrágya erjesztése	198
A fontosabb istállótrágya-kezelési eljárások irányelvei	201
Az istállótrágya hatása a talajra és a növényre	213
5. Egyéb gazdasági szerves trágyák	215
Az erjesztett szalmatrágya	215
A szalma mint szerves trágya	218
A földkomposzt	219
A RODHE-téle komposztzási eljárás	221
A trágyalé	223
6. Műtrágyázás és talajerő	225
A műtrágyázás növény táplálkozási vonatkozásai	226
Műtrágyázás és talajdinamika	229
A műtrágyák érvényesülésének problémái	236
A műtrágyák alkalmazásának irányelvei	240
A meszezés	251
A talaj trágyaigényének megállapítása	255
7. A trágyázás üzemszervezési vonatkozásai	258
C) A talajerőgazdálkodás talajművelési vonatkozásai	268
8. Különböző talajművelési rendszerek	271
9. Hazai talajművelésünk irányelvei, különös tekintettel a talajerő- gazdálkodásra	277
A tarlóhántás	278
Az őszi növények talajelőkészítése	280
A szántás és altalajlazítás	285
Az istállótrágya alászántása	294
Az évelő takarmányok leszántása	296
A növények ápolása	298
A túl kötött talajok talajművelési problémái	299
D) Erózió és talajvédelem	303
E) A talajerőfokozás üzemszervezési vonatkozásai	303
A szerves anyag körfolyamata az üzemben	309
Jellegetesebb átszervezési példák	313
A talajerőgazdálkodás felmérése index-számokban	316
Irodalom	333
Név- és tárgymutató	337
Orosz nyelvű tartalomjegyzék	343
Orosz nyelvű összefoglaló	345
Német nyelvű tartalomjegyzék	353
Német nyelvű összefoglaló	355

