

Az agroökológia talajmikrobiológiai kérdései és az intenzív mezőgazdasági termelés

Intenzív mezőgazdasági termelés körülményei között a talajtermékenységet befolyásoló antropogén hatások fokozódnak. Ezért nagy figyelmet kell fordítani a biológiai egyensúly fenntartására. Ennek egyik módja a megfelelő növényi sorrend kialakítása, amely kedvező hatást fejt ki a talajbiológiai folyamatokra. Kutatómunkánk során tanulmányoztuk a mikroorganizmusok mennyiségi meghatározásánál alkalmazott különböző módszerek megbízhatóságát /MÜLLER és STEINWEG, 1958/. Az eredmények értékelésénél modern biometriai módszereket alkalmaztunk. Ezt annál inkább indokoltnak tartottuk, mivel a közvetlen /mikroszkóp alatti/ és az indirekt/ agarlemez/ módszerekkel kapott értékek lényegesen különböznek egymástól. A két módszer összehasonlítását, s a kapott eredmények matematikai értékelését az 1960-as években elsőként végeztük el. Az 1. táblázatból három különböző fizikai és kémiai tulajdonságú talajminta /homok, vályog, feketeföld/ közvetett és közvetlen módszerekkel kapott csíraszám-értékeit hasonlítottuk össze.

1. táblázat

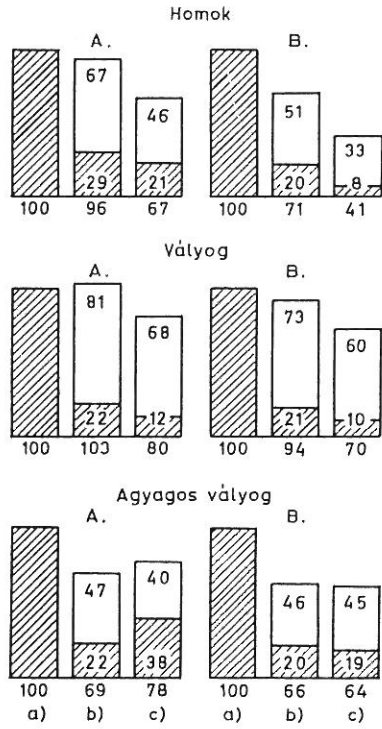
A különböző sejtszámolási módszerekkel három talajon kapott értékek összehasonlítása

Sejtszámolási módszer	Homok- talaj	Vályog- talaj	Fekete- föld	SzD		
				5%	1%	0,1%
<u>Nutrient agarlemez</u>						
\bar{X}	27,89	36,17	54,46			
Rel.	100,00	129,69	195,27	5,78	7,64	9,87
<u>Talajkivonat agarlemez</u>						
\bar{X}	28,87	45,08	67,74			
Rel.	100,00	156,15	234,64	4,62	6,10	7,89
<u>Közvetlen számlálás fázis- kontraszt mikroszkóppal</u>						
\bar{X}	19,50	26,41	30,70			
Rel.	100,00	135,44	157,44	7,60	10,18	13,44
<u>Közvetlen számlálás sötét- látóterű mikroszkóppal</u>						
\bar{X}	49,38	160,15	175,44			
Rel.	100,00	324,32	355,29	10,70	14,30	18,90

Az 1. táblázat adatai azt mutatják, hogy az alkalmazott közvetett és közvetlen sejtszámolási módszerek mindegyikénél hasonló tendencia figyelhető meg. A legnagyobb értékeket a feketeföldnél kaptuk, második helyen a vályog talaj, az utolsón pedig a homoktalaj sejtszám-értékei foglaltak helyet. A különböző módszerek összehasonlítása során megállapítottuk, hogy a két agarlemez-es módszer közül a talajkivonatot tartalmazó táptalaj, a direkt módszemél pedig a sötétlátóteres mikroszkóppal történő számolás értékei az esetek mindegyikében magasabbak voltak, mint a másik variáns mutatói.

A talajbiológiában a mikro- és mezőfauna mennyiségi vizsgálata ugyancsak sok vitára adott alkalmat. Mint ismeretes, a kollembolák vagy más néven ugróvillások és az atkák mennyiségéből a talajok biológiai aktivitására lehet következtetni. A korábbi gyakorlatban leginkább a Berlese-féle eljárás terjedt el az említett talajállatok számának kimutatására. Az 1. ábra adatai azt mutatják, hogy az általunk kidolgozott konyhasóoldattal végzett kimosó eljárással 75 %-kal több kollembolát és 90 %-kal több atkát tudunk kimutatni ugyanazon talajmintából, mint a Berlese-módszerrel /MÜLLER és NAGLITZSCH, 1957/.

A talajorganizmusok mennyiségi kimutatására kidolgozott módszereink széles körben elterjedtek a nemzetközi gyakorlatban.



1. ábra

A kollembolák /A/ és atkák /B/ számának összehasonlító vizsgálata különböző módszerekkel. a/ 6 usztatásos módszer; b/ Müller-féle utamosásos módszer; c/ Berlese módszer

Kutatómunkánk során széles körben alkalmaztuk a talajbiológiai és talajbiokémiai összaktivitás különböző módszereit. Ilyenek a talajok enzimaktivitása, a CO₂-produkciója, az ammonifikáció, nitrifikáció és cellulózbontó aktivitások mérése, valamint a humifikáció intenzitásának kimutatása. A fenti többéves szabadföldi kísérletekre épülő talajbiológiai kutatásainkkal a különböző agrotechnikai módszerek /a talajművelési mód, különböző növénykultúrák, trágyázás, és a növényvédelmi kemikáliák alkalmazása/ miként befolyásolják a talajbiológiai folyamatokat külön-külön és együttesen.

Már FEHÉR /1953/ megállapította, hogy századunk első felének talajbiológiai kutatómunkájára mindenekelőtt a talajcentrikusság volt jellemző, azaz a kutatók kevés figyelmet fordítottak a talajok és a bennük termesztett növények talajbiológiai kölcsönhatásainak megismerésére. A statisztikai értékelési eljárásokat ebben az időszakban csak ritkán alkalmazták.

1952-ben a Berlin melletti Münchebergi Mezőgazdasági Kutatóintézetben hét éven át folytatott szabadföldi tartamkísérletben vizsgáltuk a különböző növénykultúrák talajbiológiai hatását. Jelzőnövényként 11 különböző fűféle, 8 évelő és 5 egyéves pillangós növényt alkalmaztunk. Az alapkísérletet 1952-1954 között állítottuk be, majd 1955-1958 között utóhatást mértünk. E célból az egyes parcellákat megfeleztük és burgonya, ill. zab jelzőnövényeket termesztettünk. A talajbiológiai vizsgálatokhoz a talajmintákat 5 cm mélységből gyűjtöttük rendszeresen a baktériumok, gombák és a kollembolák mennyiségi meghatározása céljából. Vizsgáltuk továbbá a talaj C- és N-tartalmát, a CO₂-produkciót, valamint a növényi hozamok alakulását a kísérleti időszakban. Kontrollként ugarolt, növény nélküli parcellák szolgáltak /2. ábra/.

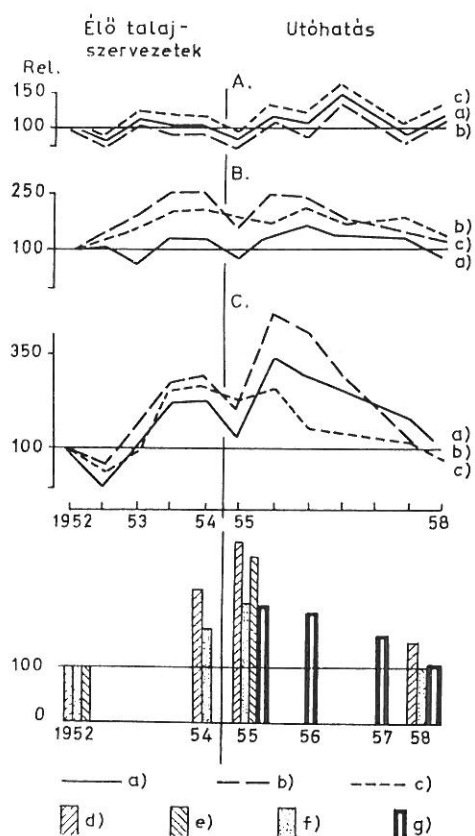
A vizsgálatok eredményei azt tanúsították, hogy a vizsgált tesztnövények már fiatal korban szignifikánsan befolyásolták a baktériumok, gombák és kollembolák mennyiségi alakulását. Legnagyobb számban az évelő és egyéves pillangósok talajában fordultak elő, míg a legkisebb mennyiségben az ugarolt növényeket nem tartalmazó parcellákban voltak kimutathatók. A fűfélék parcelláiban a felsorolt organizmusok száma a két fenti kezelés értékei között foglaltak helyet. Amint a 2. ábra adataiból kielemezhető, a talaj humusztartalmát fokozó pillangósoknak a kollembolák és a mikroorganizmusok mennyiségére kifejtett kedvező utóhatása még évekig kimutatható volt. A mikrobák a kollembolák mennyiségi adatain nyugvó biológiai egyensúly 1958-ban - tehát a tartamhatás negyedik évében - érte el az 1952-es kiindulási értéket.

A baktériumok és a gombák különböző fiziológiai csoportjainak vizsgálati eredményei szerint a pillangósok elsősorban a fehérjebontó, az évelő fűfélék pedig a cellulózbontó fajok szaporodására hatottak kedvezően. Ugyanakkor a kollembolák szaporodására a pillangósok, az atkákéra pedig a fűfélék fejtettek ki kedvező hatást.

Mint ismeretes, a vetésforgóknak nagy jelentőségük van nem csupán a talajtermékenység fenntartásában, hanem a talajok biológiai folyamatainak alakulása szempontjából is. E témakörben végzett kutatásaink arra engednek következtetni, hogy a biológiai folyamatok aktivitása olyan forgókban a legkedvezőbb, ahol a nagy levéltömeget adó növényeket közvetlenül a gabonafélék után, a második évben helyezik el.

Az eddig röviden ismertetett szabadföldi kísérleteinkben a takarmánynövényeket részben monokultúrában, részben keveréktakarmányként, és végül vetésforgóban vizsgáltuk. Talajbiológiai vizsgálataink eredményeit ismertettük a VI. Párizsi Nemzetközi Talajtani Kongresszuson, ahol elismerésben részesültünk.

Agroökológiai kutatásaink során az egyes agrotechnikai műveletek - elsősorban a talajművelés és a trágyázás - képezték további kutatásaink tárgyát /MÜLLER, 1958/. E területen folytatott vizsgálataink eredményeit a 2. táblázatban mutatjuk be. A 2. táblázat adatai szerint a 15-25 cm mélységű forga-



2. ábra

A talajmikrobák és a mikroantropodák dinamikája a különböző növények hatására. A. Baktériumok. B. Gombák. C. Kollombolák. a/ Gabonafélék; b/ Egyéves pillangósok; c/ évelő pillangósok; d/ C_t ; e/ N_t ; f/ CO_2 ; g/ Növényi hozam utóhatás

2. táblázat

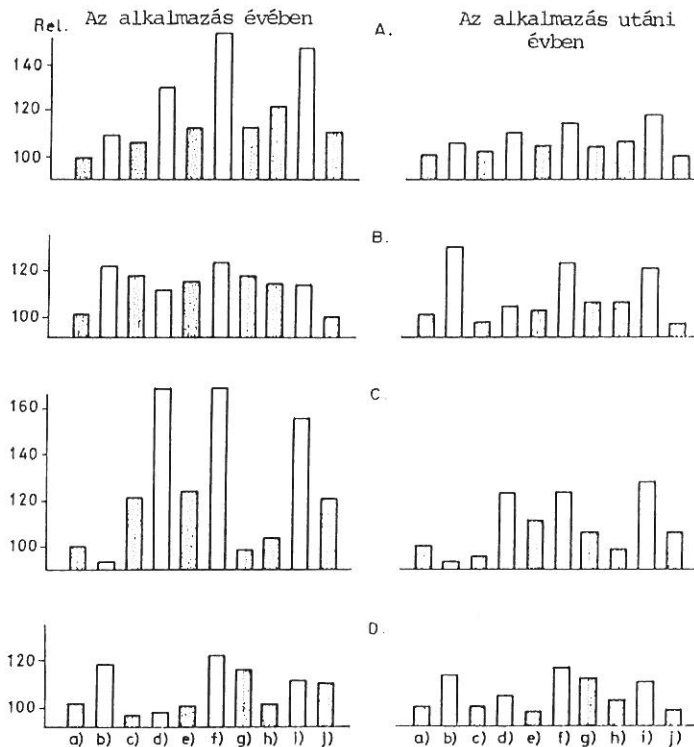
A különböző szántási mélységek hatása a baktériumok és gombák mennyiségére, CO_2 -produkcióra és a növényi hozamra 10 éves hallei tartamkísérletben

Szántás mélysége	Baktériumok \bar{X}	Gombák \bar{X}	CO_2 - produkció \bar{X}	Humusz- tartalom \bar{X}	Növényi hozam \bar{X}
Sekély /15 cm/	186,3	52,3	11,6	1,42	13,1
Normál /25 cm/	148,0	48,3	12,9	1,33	12,5
Mély /35 cm/	77,0	42,6	12,8	1,22	12,5

tásos talajművelés a legkedvezőbb, mivel a talaj szilárd- és gázfázisa ilyen körülmények között optimális arányt képvisel a talajbiológiai folyamatok szempontjából. Ez azzal magyarázható, hogy a mikroszervezetek elősegítik a talaj tartós morzsás szerkezetének létrejöttét, s ezáltal az ellenállóbb a mezőgazdasági gépek kerekeinek tömörítő hatásával szemben. A talajfauna érzékenyebben reagál a talajművelésre, mint a mikroflóra. A szántás következtében a kollembolák száma mintegy 20 %-kal csökken. A csökkenés azonban rövid ideig tart, egy hónap elteltével a kollembolák ismét eléri, sőt túlhaladják az eredeti mennyiséget. Viszonyaink között jelenleg is aktuális Egerszegi Sándornak az a megállapítása, hogy a humuszban szegény homoktalajok termékenysége réteges talajjavítással jelentősen fokozható. Ezt alátámasztották saját ilyen irányú tapasztalataink is, jóllehet a módszer jelentős anyagi ráfordítást igényel /MÜLLER és RAUHE, 1959/.

Agroökológiai kutatómunkánk során fontosnak tartottuk a műtrágyázás és szerves trágyázás hatásának vizsgálatát a talaj biodinamikájára. Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeit a 3. ábrában mutatjuk be /MÜLLER et al., 1959/.

A műtrágyázás hatása a talaj mikroorganizmusainak mennyiségi alakulására elsősorban közvetett módon érvényesül. Az ásványi tápanyagok alkalmazása



3. ábra

A mikroorganizmusok mennyisége tartamhatás-kíséletben azonos tápanyagtartalmú műtrágyázás és szerves trágyázás viszonyai között. A. Baktériumszám. B. Gombák mennyisége. C. Fehérjebontók száma. D. Cellulózbontók száma. a/ Műtrágyázás; b/ Szalma; c/ NPK+szalma; d/ Hígtrágya; e/ NPK+hígtrágya; f/ Hígtrágya+szalma; g/ Hígtrágya+szalma+NPK; h/ Hígtrágya+szalma+NPK; i/ istállótrágya; j/ NPK+istállótrágya

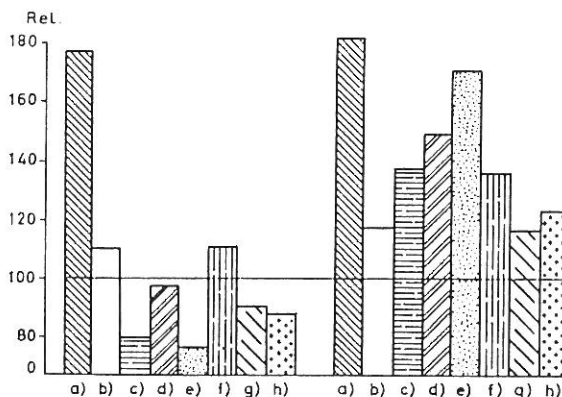
megnöveli a növényi hozamokat, valamint a tárló- és gyökémaradványok mennyiségét. Ez a tevékenységük kedvezően befolyásolja a humuszanyagok szintézisét. Egyes esetekben kisebb méretű mikrobaszám-növekedést is megfigyeltünk a műtrágyázás hatására.

A műtrágyázásnál jóval kedvezőbb hatást fejtenek ki a talaj biodinamikájára a különböző szerves trágyák /így a hígrágya, istállótrágya, komposzt, valamint a talaj felszínén visszamaradó szerves növényi maradványok is. Ez részben annak a következménye, hogy a felsorolt szerves anyagok közvetlen tápanyagforrásként szolgálnak a szaprofita talajmikroorganizmusok számára. Ezen túlmenően azonban közvetett hatás is érvényesül, mivel a szerves trágyák fokozzák a humifikációs folyamatokat, s javítják a talaj szerkezetét, azaz a talaj levegő- és vízgazdálkodását. Ennek eredményeképpen csökken a talaj tömődése a gépi művelés hatására, s intenzívebb a mikrobiológiai tevékenység is. A szerves trágyázás kedvező hatása a különböző fiziológiai csoportokhoz /cellulóz-bontók, fehérjebontók/ tartozó mikroorganizmusokra /baktériumok, gombák, aktinomiceták/, nem kizárólag az alkalmazás révén érvényesült, de a következő évben is megfigyelhető volt az utóhatás. A szerves trágyázás növelte a talajfauna különböző képviselőinek /kollembolák, atkák, fonálféreg/ számát is. Ugyanezen állatkák mennyiségét a nagyadagú műtrágyázás jelentősen csökkentette.

A szerves trágyázás hatására fokozódott a talaj CO₂-produkciója, az Unger-féle cellulóztesztek lebomlási gyorsasága. Az istállótrágyázott parcellákon a vízálló talajmorzsák aránya 8-24 %-kal haladta meg a kontrollparcellák értékeit. A szerves trágyázás növelte továbbá a talaj dehidrogenáz és ureáz aktivitását.

Amennyiben szalmatrágyázást alkalmaztunk N-műtrágya kiegészítés nélkül, a tág C:N arány következtében immobilizálódott a talaj felvehető N-tartalma. Ezt a növénytermesztésre károsan ható folyamatot nitrogénműtrágyával lehet semlegesíteni. E célból 30-40 q szalmára számítva 1-1,5 q mésznitrogén elegendőnek mutatkozott.

A szakemberek körében széles körben ismeretesek a Halle-i talajerőgazdálkodási kísérletek, amelyek több mint 100 évesek. Munkánk során tanulmányoztuk, hogy az úgynevezett örökrozs kísérletben, amely tápanyagvi-sszapót-



4. ábra

A 100 éves rozs monokultúra hatása a terméshozamra, valamint a mikroorganizmusok mennyiségi és minőségi összetételére a műtrágyázás és a szerves trágyázás hatására. a/ Növényi hozam; b/ Baktériumszám agarlemezben; c/ Cellulóz-bontó baktériumok; d/ N-kötő baktériumok; e/ Nitrifikáló baktériumok; f/ Fehérjebontó baktériumok; g. Aktinomiceták száma. A. Műtrágyázás. B. Szerves trágyázás. Kontroll: 100 %

lás nélküli, csak műtrágyázott ill. azonos hatóanyagra átszámított csak istállótrágyázásos kezelésekből tevődik össze, miként alakul a növényi hozam, a különböző élettani csoportokhoz tartozó baktériumok, valamint a gombák és aktinomiceták mennyisége. A vizsgálatok eredményeit a 4. ábra mutatja be /MÜLLER, 1961/.

Az intenzív mezőgazdasági termelés magával hozza a különböző növényvédő és gyomirtó szerek kiterjedt alkalmazását. Mivel ezeket rendszeresen évről-évre alkalmazzák, fennáll annak a lehetősége, hogy akumulálódnak a talajban és talajbiológiai szempontból állandóan ható ökológiai faktoroknak tekinthetőek. Mivel általában nem csupán a célszervezetekre, hanem a talaj mikrobiális életközösségeire is hatással vannak, megbonthatják a biológiai egyensúlyt. Ezért a kérdés tanulmányozása mindenképpen indokolt. E témakörben lefolytatott vizsgálataink során /MÜLLER et al., 1976; MÜLLER és STEINBRENER, 1976; MÜLLER, 1976/ tanulmányoztuk a különböző növényvédő kemikáliák hatását a talajmikroorganizmusok össz mennyiségére, a talaj CO_2 -termelésének alakulását, valamint egyes tanalenzimek intenzitását. Megállapítottuk, hogy a vizsgált kemikáliák talajbiológiai szempontból három csoportba sorolhatók. A Hecolit, Gramoxone, Wonuk, Betanil, Betanol, Defeuran, Tribunat, Omnidol és Agrosan serkentik a talaj biodinamikáját. A második csoportba tartozik a Simazin és Spritz-Hornit, amelyek nem, vagy alig gyakorolnak észrevehető hatást. A harmadik csoporthoz a Bi-3411, Azaplant, Tiuram és Sys-67 MEB. Az ide tartozó peszticidek jelentős gátló hatást fejtenek ki. A fentiekből következik, hogy csak a szerek kis része mondható semlegesnek.

Talajbiológiai nézőpontból nem kívánatosnak sem a tartósan serkentő, sem pedig depressziót kiváltó növényvédő kemikáliák. Mindkét csoport ugyanis befolyást gyakorol a mikrobiális közösségek mennyiségi és minőségi összetételére, megbonthatja a biológiai egyensúlyt a talajmikrobák és a magasabb rendű növények között. A stimuláló hatást kiváltó peszticidek előidézhetik pl. a humusztartalom csökkenését, s ezen keresztül a növényi tápanyagok kimosódását. A toxikus peszticidek ugyanakkor gátolhatják a növényzónában élő mikroszervezetek szaporodását, s rajtuk keresztül a növényi gyökérváladékok elbontását. A fentiekből következik, hogy olyan növényvédelmi vegyszerek kívánatosak, amelyeknek a másodlagos hatása minél kisebb. Az elmondottak arra hívják fel a figyelmet, hogy a növényvédő szerek hatásági engedélyezésénél a talajbiológiai szempontokat is figyelembe kell venni.

Megfigyeléseink szerint a növényvédelmi kemikáliák kevésbé károsítják a talaj baktérium-populációját, mint a talajban élő mikroszkópikus gombákat. Ez azt eredményezi, hogy kölcsönhatás jön létre a talaj általános öntisztuló képessége, valamint a peszticidek talajbeli detoxikációja között. Olyan talajban, ahol ez az öntisztuló képesség aktív, a növényvédő szerek is eredményesebben használhatók, pl. a gabonafélék gyökérbomba kártevőinek leküzdésére.

Vizsgálataink során /MÜLLER et al., 1977/, amelyekben a növényvédelem, talajművelés és a trágyázás komplex hatását tanulmányoztuk, megállapítottuk, hogy az intenzív mezőgazdasági termelés körülményei között a talaj meglévő humusztartalmának megőrzése jóval könnyebb, mint a humusztartalom fokozása. A humuszcsökkenés az iparszerű mezőgazdasági termelés egyik legnagyobb problémája /3. táblázat/.

A mezőgazdasági anyagforgalom bemutatására egy elméleti modellt dolgoztunk ki, amely felvet bizonyos megfontolásokat a mezőgazdasági termelésben részt vevő anyagforgalom szempontjából mind az intenzív, mind pedig a hagyományos mezőgazdasági termelés körülményei között. Egy adott termőhelyen megtalálhatók a biológiai folyamatokat befolyásoló mindazon hatásmechanizmusok, amelyek meghatározzák a humuszképződés különböző fázisait. Mindazonáltal a mezőgazdasági művelés alatt álló területeken a talajművelés, trágyázás, növénytermesztés, növényvédelem, élelmezés, állati takarmányozás, valamint az

3. táblázat

10 éven át folytatott különböző trágyázási módok, a vetésforgó, valamint talajművelési módok hatása a mikroorganizmusok mennyiségére, CO₂-produkcióra, humusztartalomra és a növényi hozamokra 11 éves kísérleti periódus során

Kezelések	Baktérium- szám \bar{X}	Gomba- szám \bar{X}	CO ₂ -pro- dukció \bar{X}	Humusz- tartalom \bar{X}	Zab ter- més hozam \bar{X}
<u>Trágyázási módok</u>					
Kontroll /trágyázás nélkül/	89,3	31,9	10,6	1,22	8,1
Műtrágyázás	120,0	-	11,7	1,26	13,0
Szerves trágyázás	153,3	-	13,9	1,33	11,5
Műtrágyázás + Szerves trágyázás	171,6	-	12,1	1,36	15,0
Nagyadagú műtrágyázás	125,0	59,5	11,8	1,28	13,8
Nagyadagú szerves trágyázás	150,0	41,7	15,0	1,38	12,4
Nagyadagú, szerves- és mű- trágyázás	152,0	57,1	12,0	1,44	15,2
<u>Vetésforgó</u>					
Takarmánynövény	157,0	41,0	13,2	1,41	14,4
Gabona-levéldús növény váltakozása	135,0	49,7	13,1	1,34	11,7
Kapásnövény	119,3	52,0	10,9	1,22	12,1
<u>Talajművelés</u>					
Sekély szántás /15 cm/	186,3	52,3	11,6	1,42	13,1
Normál szántás /25 cm/	148,0	48,3	12,9	1,33	12,5
Mélyművelés /35 cm/	77,6	42,6	12,8	1,22	12,5

üzem irányítása állandó kölcsönhatásban vannak a termőhely természeti tényezőivel, így az időjárással, valamint a talajban végbemenő folyamatokkal. A növényi biomasza előállítására és hasznosítására végső fokon a fenti tényezők kölcsönhatásától függ. A betakarított termés tárolási veszteségeit általában 10 %-ra becsülik.

A kalkuláció szerint, amennyiben a terméseredmény 70 q hektáronként, ennek 10 %-a tárolási veszteség, a megmaradó 63 q-nak 45 %-a takarmányozási, illetve élelmezési veszteség. A visszamaradó 34,65 q száraz anyag 25 %-a trágyaérelési veszteség. Ily módon 26 q istállótrágya képződik a 70 q termésből, azaz annak 37,1 %-a. A fenti számításokból látható, hogy a körfolyamatban az élelmezési és takarmányozási veszteségek tetemesek. Ennek egyik oka a trágyakezelés technikájának alacsony színvonala. A 25 %-os trágyaérelési veszteség igen jelentős.

A fenti számításokból adódik az a következtetés, hogy a termények tárolásánál az élelmezésnél és takarmányozásnál, valamint a trágyakezelés során takarékos anyag- és nyersanyaggazdálkodást kell folytatni a talaj szervesanyag-háztartása érdekében.

Az intenzív mezőgazdasági termelést folytató üzemekben a tápanyagvisszpótlást kizárólag szerves trágyázással nem lehet megoldani. A veszteségek kiegyenlítése céljából szükség van a szakszerű műtrágyázás alkalmazására. Csak ilyen körülmények között tartható fenn és fokozható az anyagok körforgalmának üteme.

A tápanyagviSSzapótlás szempontjából fontos jelentősége van a pillangós-
virágú növények termesztésének, illetve a gyökér gümőkben élő nitrogénfixá-
ló baktériumok hasznosításának.

Az anyagforgalom tanulmányozása, illetve optimalizációja céljából alkal-
mazzuk a modern számítástechnikát. A kidolgozott anyagforgalmi modell számos
lehetőséget foglal magában, amelyek a növénynevelés, növényvédelem, vala-
mint a talajművelés, és a talajjavítás eszközeivel képesek a növényi termés-
szinteket fokozni, és az anyagforgalomban csökkenteni a veszteségeket. A ta-
lajerőgazdálkodásban minél inkább figyelembe vesszük az anyag- és energia
körforgalom törvényszerűségeit, annál sikeresebben meg tudunk felelni a kör-
nyezetkímélő, ugyanakkor nagy hozamú mezőgazdasági termelés követelményeinek.

Irodalom

- FEHÉR D., 1953. Talajbiológia. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- MÜLLER, G., 1958. Untersuchungen über die Wechselbeziehungen zwischen Boden-
leben und Standortfaktoren bei Futterpflanzenarten. VI. Congr. Int.
Sci., Sol. Paris. Vol. 3. 29-37.
- MÜLLER, G., 1958. Ein Beitrag zur Beziehung zwischen Bodenbiologie und Boden-
bearbeitung. Dt. Landwirtschaft. 1. Berlin, und: Beziehungen zwischen
Biologie und Struktur des Bodens. Tagungsbericht Nr. 13. DAL Berlin.
Dtsch. Landw. 9. 29-33.
- MÜLLER, G., 1961. Über die bodenkundliche Dynamik eines 80-jährigen Dauer-
düngungsversuches. Extait de Revue Sol et Plante Année XI /Belgrad/.
- MÜLLER, G., 1976. Regulationsfunktionen der Bodenmikroorganismen nach
Phytopharmakaanwendung. Ber. am Symp. d. Sekt. Bodenbiol. der Int.
Bodenk. Ges. in Uppsala, Schweden.
- MÜLLER, G. és MARKGRAF, G., 1982. Stoffkreislauf und Bodennutzung. Wiss. Z.
Univ. Halle XXXI. /82/ /4/.
- MÜLLER, G. és NAGLITZSCH, F., 1957. Vergleichende Prüfung bodenzoologischer
Auslesemethoden bei Kleinarthropoden. Zool. Jb. Syst. 85. 177-210.
- MÜLLER, G. és RAUHE, K., 1959. Zur Tiefkultur auf leichten Böden im beson-
deren Hinblick auf Bodenbiologie I. u. II Mitteilung. Z. Acker- u.
Pflanzenbau. 109.
- MÜLLER, G. és STEINBRENNER, K., 1976. Bodenbiologische und phytosanitäre
Aspekte der Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit unter den Bedingungen
der industriemässigen Pflanzenproduktion. Arch. Acker- u. Pflanzenbau
und Bodenkunde. 20. 12. 831-840.
- MÜLLER, G. és STEINWEG, K., 1958. Varianzanalytische Prüfung bodenbakteri-
ologischer Keimzählmethoden. Zbl. Bakt. II. 111. 625-652.
- MÜLLER, G. et al., 1969. Ergebnisse bodenbiologischer Untersuchungen an
einem Düngungsversuch mit Mineraldünger-, Stroh-, Gülle- und Stalldung-
varianten. A. Thear Archiv. 13. 857-865.
- MÜLLER, G. et al., 1976. Bodenmikrobiologische Aspekte bei der Anwendung
von Herbiziden auf der Grundlage von Modelluntersuchungen. /Ref. am
Symp. "Ökologie u. Pflanzenschutz" der Biol. Ges. d. DDR.
- MÜLLER, G. et al., 1977. Über den mehrjährigen komplexen Einfluss von
Bearbeitungs- und Fruchtfolgemassnahmen auf den Humuszustand des
Bodens und der Ertragsbildung. Zbl. Bakt. II. 132. /5/6/.

G. MÜLLER
Martin Luther Egyetem Talajtani
és Mikrobiológiai Tanszéke,
Halle-Wittenberg /Németország/

Érkezett: 1990. június 20.