

## Talajmikrobiológiai jellemzők változása trágyázási tartamkísérletben

KÁTAI JÁNOS

Debreceni Agrártudományi Egyetem, Talajtani és Mikrobiológiai Tanszék, Debrecen

A vetésváltás és a műtrágyázás nagyon fontos és gyakran alkalmazott agro-technikai eljárás a növénytermesztésben. Az 1960-as éveket megelőzően sokkal nagyobb figyelmet kapott az elővetemény megválasztása, tudatosabbnak látszott a vetésváltás alkalmazása. Később az intenzív növénytermesztés korszakában a kukorica és a búza termesztési területei megnövekedtek, így egyre kisebb lehetőség kínálkozott az okszerű és célszerű vetésváltás biztosítására. Széles körben elterjedt az említett két növény monokultúrában történő termesztése. Többen úgy gondolták, hogy a kemikáliák használata megoldja a vetésváltás hiányából eredő problémákat is.

A gyökerek felületén (rizoplán), azok közvetlen közelében (rizoszféra) és a talaj tömegében a mikroorganizmusok mennyisége, összetétele jelentősen eltérhet. A mikrobák faji stuktúráját minden növény esetében számtalan tényező befolyásolja. A mikroflóra összetételére hatással van a növény vegetatív fejlődési stádiuma, a talaj nedvességtartalma, a pH-ja, a talaj adszorpciós kapacitása, a klíma. A rizoszféra effektus a növény korával erősödik és maximumát a legerőteljesebb vegetatív növekedés idején éri el. A növény elhalásakor a gyökérhatás megszűnik és ilyenkor a gyökérfelületi mikroorganizmusok összetételében a holt növénymaradványok lebontását végző mikrobák közössége lesz uralkodó (SZABÓ, 1989).

A rizoszférában rendszerint nagyobb mikrobaszámot (VUURDE & DE LANGE, 1978) és erősebb enzimaktivitást (TALEVA, 1977) állapítottak meg, mint magában a talajban. ZVYAGINTSEV és KURAKOV (1990) eredményei is azt bizonyították, hogy a talajban és a rizoszférában élő baktériumok, mikroszkopikus gombák – összetételükben és mennyiségükben – szignifikánsan különböztek egymástól. A rizoszféra gombaflórája fajgazdagabb.

A rizoszféra mikroflóra közösségeire a talajok fizikai, kémiai tulajdonságainak változása, a növényi maradványok mennyisége és összetétele is hatással van (VANCURA & KUNC, 1988). A talajkörnyezetben bekövetkezett változások nemcsak közvetlen, hanem közvetett módosulásokat is előidézhettek. Az agro-technikai tényezők a növényekre gyakorolt hatásokon keresztül – a fiziológiai

folyamatokon, a gyökereknek a környezetbe juttatott anyagok mennyisége és összetétele révén – szintén befolyásolják a rizoszféra mikroflóráját.

Az idézett irodalmi adatokból is kitűnik, hogy a talajban élő mikrobák mennyisége, összetétele és tevékenysége szempontjából sem közömbös, hogy a kultúrnövényeket vetésváltásban vagy monokultúrában termesztjük. A témakörrel foglalkozó kutatók többsége (KHAN, 1970; NIKOLAENKO & KASZÜMILIEV, 1975; KREZEL, 1977; MARTYNIUK & WAGNER, 1978) azt találta, hogy a vetésváltás általában kedvezőbb a talajban lejátszódó mikrobiológiai folyamatok számára, mint a monokultúra. Monokultúrában jelentősen csökken nemcsak a mikrobák mennyisége (KARTVELISVILI, 1983) hanem a talaj mikrobiológiai aktivitása (CO<sub>2</sub>-termelés, cellulózbontó- és enzimaktivitás) is (JAMAR, 1984; GAWRONSKA et al., 1990).

A monokultúrás termesztés a különféle eredetű, mikrobiológiailag aktív, fitotoxikus anyagok (kolin, nehezen hidrolizálható cellulóz, lignin és különböző fenolszármazékok) akkumulációját vonja maga után. Ennek a következménye a talajuntság, az allelopátia, amely együtt jár a mikroflóra mennyiségében, aktivitásában és összetételében bekövetkezett változásokkal, valamint a talaj termékenységének csökkenésével (GRODZINSZKIJ, 1974; GRODZINSZKIJ & GOLOVKO, 1983; VOZNJNAKOVSKAJA et al., 1990).

A műtrágyázás közvetlen és közvetett hatással van a talajmikrobák mennyiségére és aktivitására (VIRÁG, 1981).

Mivel ásványi tápanyagokra a mikrobáknak is szükségük van, egy-egy tápanyag *közvetlen hatása* elsősorban annak kémiai összetételétől, oldhatóságától, mennyiségétől és a többi tápanyaghoz viszonyított arányától stb. függ.

– Trágyázási tartamkísérletekben végzett talajmikrobiológiai vizsgálatok (ANSORGE, 1966; HICKISCH & MÜLLER, 1990; MÜLLER, 1991) igazolták, hogy a kiegyensúlyozott tápanyag-ellátottság (makro- és mikroelemek tekintetében egyaránt) kedvezően hat a talaj anyag- és energiaátalakító folyamataira, biodinamikájára is, ugyanúgy, mint a kultúrnövények fejlődésére.

– Az egyoldalú vagy túlzott műtrágyázás ugyanakkor csökkentheti bizonyos mikroba csoportok mennyiségét és aktivitását (ZVYAGINTSEV, 1987), valamint a mikroflóra fajgazdagságát (KÁTAI et al., 1983).

A műtrágyázás *közvetett hatása* rendszerint a talajkörnyezet tulajdonságainak megváltozása révén érvényesül.

– A nagy műtrágyaadag fokozza a növényi gyökérváladék képződését. A nagyadagú N-dózis – és/vagy alacsony K-ellátottság mellett – a gyökerek sok aminosavat, cukrot és szerves savat termelnek, amelyek megfelelő szubsztrátként szolgálnak a baktériumok számára. Ez a folyamat a baktériumszám növekedését eredményezi a rizoszférában. Az alacsony N-ellátottság és/vagy a nagyadagú K-trágya ellenkező hatást fejt ki, csökken a baktériumok mennyisége (TROLLDEINER, 1973. cit. in: VIRÁG, 1981).

– Az intenzív növénytermesztés több és több növényi biomasszát hoz létre. Ezért a képződött gyökér- és szármaradványok mennyisége is növekszik, amely végül is a talajba kerül vissza, így az anyag- és energiaátalakulási folyamatok is

intenzívebbé válnak. Következésképpen megnő a szerves anyagok átalakításában résztvevő baktériumok és gombák száma, valamint a cellulózbontó aktivitás (SZEKI & GULYÁS, 1985; SZEKI et al., 1985; MÜLLER, 1991).

– A mikrobák versengenek a növényekkel az ásványi nitrogén és a mikroelemek felvételében, különösen akkor, ha azok nincsenek feleslegben a talajban. A nagyobb mennyiségű növényi maradvány átalakulása nagyobb ásványi-N-ellátást igényel. A megfelelő ásványi-N-ellátás tehát gyorsíthatja a lebontó folyamatokat (SZEKI & GULYÁS, 1985; SZEKI et al., 1985).

– A rendszeres túltrágyázás (elsősorban a nitrogén túladagolása) hozzájárulhat a talaj savanyodásához. Ennek mikrobiológiai következménye lehet a mikroszkopikus gombák számának növekedése és a nitrifikáció mértékének csökkenése (PIVOVAROV et al., 1985; HELMECZI et al., 1987; KHONJE et al., 1989).

Dolgozatunkban arról számolunk be, hogy a vetésváltás és a különböző mértékű műtrágyázás hogyan módosította a talajmikrobiológiai folyamatokat a vizsgált két trágyázási kísérletben.

### Anyag és módszer

Az egyik kísérlet beállítása *Hajdúbozsörmény–Görbeháza* térségében, típusos réti talajon 1967–1970-ben történt. Vizsgálataink céljára a kukorica tri- és monokultúra kontroll, közepes- ( $N_{150} P_{120} K_{200}$ ) és nagyadagú ( $N_{250} P_{190} K_{250}$ ) műtrágyakezeléseit választottuk. A kukorica trikulturára növényssorrendje az alábbi volt: borsó–búza–kukorica–kukorica. Trikulturában a vizsgálat évében, míg monokulturában minden évben kukoricát termesztettek.

A másik trágyázási kísérlet (*Debrecen–Látókép*) 1983-ban indult, a Hajdúsági löszhát keleti szélén. A terület talaja mészlepedékes csernozjom. Ebben a kísérletben a kontroll (0), a kis ( $N_{60} P_{45} K_{45}$ ), a kis–közepes ( $N_{120} P_{90} K_{90}$ ), közepes–nagy ( $N_{180} K_{135} P_{135}$ ) és a nagy ( $N_{240} P_{180} K_{180}$ ) műtrágyadózisú kezeléseket tanulmányoztuk tri- és monokultúrában. Trikulturában kukorica–szója–őszi búza volt a növényssorrend. A kukorica trikulturában 1990-ben szóját termesztettek.

A kísérletek talajainak fontosabb fizikai, kémiai tulajdonságait az 1., a vizsgált kezeléseket pedig a 2. táblázatban tüntettük fel. A trágyázási kísérletből három alkalommal (tavasz, nyár, ősz) vettünk talajmintákat. Méréseinket általában négy ismétlésben végeztük. Azon paraméterek esetében, ahol lehetőségünk kínálkozott, az eredményeket variancia-analízissel értékeltük.

Az összes baktériumszámot (húsleves-agaron), a mikroszkopikus gombák mennyiségét (pepton-glükóz-agar táptalajon) vizes-talaj szuszpenzióból lemezöntéssel, a nitrifikálók és a cellulózbontók számát a „Jegvalószínűbb csíraszám” módszerével (POCHON & TARDIEUX, 1962) határoztuk meg. A cellulózbontó aktivitást UNGER (1968, cit: SZEKI, 1979), a képződött szén-dioxidot WITKAMP (1966, cit: SZEKI, 1979), a foszfatázaktivitást a talaj eredeti pH-ján KRÁMER és ERDEINÉ (cit. SZEKI, 1979) szerint, a szacharázaktivitást FRAN-

KENBERGER és JOHANSON (1983) módszerével, a kataláz aktivitását gazometriás módszerrel állapítottuk meg. Az ureázaktivitás mérésére KEMPERS (cit. FILEP, 1988) módosított eljárását alkalmaztuk.

## 1. táblázat

A kísérleti területek talajának fontosabb jellemzői  
(Hajdúböszörmény, Debrecen-Látókép, 1990)

(1) Talajjellemzők	(2) Típusos réti talaj (Hajdúböszörmény)	(3) Mészlepedékes csernozjom talaj (Debrecen-Látókép)
a) Leiszapolható rész, %	57,2	47,48
b) Higroszkóposság, hy	3,60	2,00
c) Arany-féle kötöttségi szám, $K_A$	48	40
d) Fizikai talajféleség	o) agyagos vályog	p) vályog
e) Térfogattömeg, $g/cm^3$	1,5	1,35
f) Összporozitás, %	42,30	48,00
g) Minimális vízkapacitás, $VK_{min}$	35,44	26,22
pH ( $H_2O$ )	7,89	6,8
pH (KCl)	7,08	6,1
h) Mész tartalom, $CaCO_3$ %	1,93	-
i) Humusztartalom, %	4,20	2,81
j) Szerves-C, mg/kg	24,42	16,15
k) Szerves-N, mg/kg	2,54	1,92
l) Nitrát-N, mg/kg	6,20	4,40
m) AL-oldható $P_2O_5$ , mg/kg	20,00	104,70
n) AL-oldható $K_2O$ , mg/kg	148,00	222,1

## 2. táblázat

A vetésváltás és műtrágyázás vizsgált kezelései a hajdúböszörményi (A) és látóképi (B) trágyázási kísérletben (1990)

(1) Kezelések sorszámja	(2) Műtrágyaadag, kg/ha
<b>A. Hajdúböszörményi kísérlet</b>	
<i>Kukorica trikkultúra</i>	
1. kontroll	0
2. közepes dóziséű műtrágya	$N_{150} P_{120} K_{200}$
3. nagy dóziséű műtrágya	$N_{250} P_{190} K_{250}$
<i>Kukorica monokultúra</i>	
4. kontroll	0
5. közepes dóziséű műtrágya	$N_{150} P_{120} K_{200}$
6. nagy dóziséű műtrágya	$N_{250} P_{190} K_{250}$

2. táblázat folytatása

(1) Kezelések sorszáma	(2) Műtrágyaadag, kg/ha
<b>B. Debrecen–Látóképi kísérlet</b>	
<i>Kukorica trikulturára</i>	
1. kontroll	0
2. kis dózsisú műtrágya	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>
3. kis–közepes dózsisú műtrágya	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>
4. közepes–nagy dózsisú műtrágya	N <sub>180</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>
5. nagy dózsisú műtrágya	N <sub>240</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>
<i>Kukorica monokultúra</i>	
6. kontroll	0
7. kis dózsisú műtrágya	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>
8. kis–közepes dózsisú műtrágya	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>
9. közepes–nagy dózsisú műtrágya	N <sub>180</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>
10. nagy dózsisú műtrágya	N <sub>240</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>

### Eredmények és értékelés

A trágyázási kísérletekben kapott eredményeinket a 3–6. táblázatban mutatjuk be.

A *hajdúböszörményi kísérletben*, a trikulturában műtrágyázás hatására szignifikánsan növekedett az *összes csíraszám*, valamint a *nitrifikáló- és cellulózbontó baktériumok* száma, ugyanakkor csökkent a *mikroszkopikus gombák* mennyisége (3. táblázat).

A monokultúra műtrágyakezeléseiben elsősorban az *összes csíraszám* értékei és a *nitrifikáló baktériumok* mennyisége mutattak egyértelmű emelkedést.

A mikroorganizmusok vizsgált csoportjainál a monokultúra kontrolljában rendszerint alacsonyabb sejtszámokat határoztunk meg, mint a trikulturára kontrolljában. Monokultúrában a műtrágyázás növelte ugyan a mikroorganizmusok mennyiségét, de a növekedés mértéke csak a nitrifikáló baktériumoknál haladta meg a trikulturára kontroll sejtszám értékét.

Ha a tri- és monokultúra azonos kezeléseiben kimutatott mikrobaszámokat viszonyítjuk egymáshoz, megállapíthatjuk, hogy monokultúrában majdnem minden kezelésben alacsonyabb sejtszámot mértünk (3. táblázat).

Ugyanebben a kísérletben a mikrobiológiai aktivitást (4. táblázat) vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a trikulturában nagyadagú műtrágyázás hatására növekedett a *cellulózbontó- és az ureázaktivitás*, ugyanakkor csökkent a *foszfatáz-, szacharáz- és katalázaktivitások* aktivitása.

Monokultúrában a műtrágyázás csak a *cellulózbontó aktivitást* stimulálta, ezzel szemben csökkentette a *CO<sub>2</sub>-termelést*, a *foszfatáz- és a katalázaktivitást*.

Összehasonlítva a tri- és monokultúra kontrolltalajait, szembetűnő, hogy a *cellulózbontó aktivitás*, a *szacharáz- és a katalázaktivitások* működése lényegesen

3. táblázat

A vetésváltás és a műtrágyázás hatása a talaj mikroorganizmusainak mennyiségére a hajdúböszörményi trágyázási kísérletben (1990)

(1) Kezelés	(2) Összes csíraszám $\times 10^6/g$	(3) Mikroszkopi- kus gombák $\times 10^3/g$	(4) Nitrifikáló baktériumok $\times 10^3/g$	(5) Cellulóz-bontó baktériumok $\times 10^3/g$
<i>A. Kukorica trikkultúra</i>				
1. Kontroll	4,07	27,78	4,80	3,23
2. Közepes dózis	4,98	23,66	17,93	8,40
3. Nagy dózis	5,32	16,44	17,67	14,87
<i>B. Kukorica monokultúra</i>				
4. Kontroll	3,30	22,11	3,67	1,24
5. Közepes dózis	4,40	25,11	7,50	1,78
6. Nagy dózis	4,29	20,11	11,33	4,68
a) SzD <sub>5%</sub>	0,68	2,35	-	-

Kezelések: lásd 2. táblázat

4. táblázat

A vetésváltás és műtrágyázás hatása a talaj mikrobiológiai aktivitására a hajdúböszörményi trágyázási kísérletben (1990)

(1) Ke- ze- lés	(2) Cellulóz- bontó aktivitás, %	(3) CO <sub>2</sub> -ter- melés, CO <sub>2</sub> mg/ m <sup>2</sup> /3h	(4) Foszfátáz- aktivitás, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/ 100g/2h	(5) Szacharáz- aktivitás, glükóz mg/g/24h	(6) Ureáz- aktivitás, NH <sub>4</sub> -N mg/g/24h	(7) Kataláz- aktivitás, O <sub>2</sub> ml/ 2g/2min
<i>A. Kukorica trikkultúra</i>						
1.	9,04	197,57	8,46	9,13	9,02	10,83
2.	10,48	212,87	5,65	6,39	12,72	7,08
3.	16,29	240,00	5,57	6,66	14,69	6,46
<i>B. Kukorica monokultúra</i>						
4.	6,81	220,53	10,32	5,35	13,27	8,50
5.	17,90	146,20	8,09	6,22	14,06	7,13
6.	12,49	151,03	6,36	5,76	11,26	6,42
a) SzD 5%	1,27	38,10	0,89	0,98	1,11	0,93

Kezelések: lásd 2. táblázat

alacsonyabb szintű a monokultúra kontrolltalajában, mint a trikkultúrában. A foszfátáz- és az ureázaktivitás pedig éppen a monokultúra kontrolljában bizonyult nagyobbaknak.

A tri- és monokultúra azonos műtrágyakezeléseit a talaj mikrobiológiai aktivitása szempontjából értékelve megállapítható, hogy a közepes adagú műtrágyadózis serkentette a *cellulózbontó*-, a *foszfátáz*- és az *ureázaktivitást*, a többi vizsgált mikrobiológiai paraméter értéke viszont csökkent, vagy nem mutatott szignifikáns eltérést.

A hajdúböszörményi trágyázási kísérlet talajmikrobiológiai hatásait *összegezve* kitűnik, hogy a vizsgált mikrobacsoportok mennyisége alacsonyabb volt a monokultúrában, mint a trikultúrában. A műtrágyázás a monokultúrában is növelte az *összes csíraszámot* és a *nitifikáló baktériumok* mennyiségét, jóllehet ezek az értékek – a trikultúra azonos kezeléseire viszonyítva – alacsonyabbak.

Monokultúrában a műtrágyázás hatására emelkedett a *cellulózbontó aktivitás*. A mikrobiológiai aktivitás többi, vizsgált paraméterei szignifikánsan csökkentek vagy lényegesen nem változtak.

Szembetűnő, hogy a műtrágyaadagok növelése csökkentette a monokultúra kedvezőtlen hatását a *cellulózbontó aktivitás* és a *nitifikáló baktériumok* mennyisége tekintetében.

A *látóképi trágyázási kísérletben* (5. táblázat) a műtrágyázás a tri- és monokultúrában egyaránt növelte az *összes csíraszámot* és a *cellulózbontó baktériumok* mennyiségét. A kétféle növényssorrend azonos kezelése között azonban nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést.

A kukorica monokultúrában a *mikroszkopikus gombák* mennyisége 1,5–2-szer több volt, mint a trikultúra kezeléseiben.

A *nitifikáló baktériumok* száma viszont a trikultúra kezeléseiben 2–8-szorosra volt a monokultúra azonos kezeléseiben kimutatottak.

A talaj mikrobiológiai aktivitását jellemző eredményeket a 6. táblázat tartalmazza. Látható, hogy a műtrágyázás a *cellulózbontó aktivitást* mind a tri-, mind a monokultúrában növelte és a monokultúrában a nagyadagú műtrágya ezt a hatást csak fokozta.

Trikultúrában a talajok *CO<sub>2</sub>-termelése* nem szignifikánsan, de alacsonyabb volt, mint a monokultúrában. Ez az eredmény a trikultúrában a szója jelenlétével is magyarázható. A közepes–nagy dózisú műtrágya mindkét vetésváltásban szignifikánsan nagyobb *CO<sub>2</sub>-termelést* eredményezett. Ha a vetésváltások azonos kezeléseit viszonyítjuk egymáshoz, hasonló tendenciát figyelhetünk meg a monokultúrában is a közepes műtrágyadózis alkalmazásakor (8. és 9. kezelések).

A *foszfátáz* és a *kataláz aktivitását* elsősorban a nagyobb műtrágyadózisok (4., 5. és 8., 9. kezelések) serkentették. A kétféle növényssorrend (talajhasznosítási mód) nem okozott lényeges különbséget.

Monokultúrában a *szacharáz*-, míg trikultúrában az *ureáz*enzimek aktivitása emelkedett szignifikánsan a növekvő műtrágyadózisok hatására. Trikultúrában a szacharázaktivitásra csak a nagyobb trágyaadagok (3. és 4. kezelések) mutattak serkentő hatást, viszont az *ureázaktivitás* emelkedő műtrágyadózisok mellett csökkent.

5. táblázat

A vetésváltás és a műtrágyázás hatása a talajmikroorganizmusokra a látóképi trágyázási kísérletben (1990)

(1) Kezelés	(2) Összes csíraszám $\times 10^6/g$	(3) Mikroszkopi- kus gombák $\times 10^3/g$	(4) Nitrifikáló baktériumok $\times 10^3/g$	(5) Cellulóz-bontó baktériumok $\times 10^3/g$
<i>A. Kukorica trikultúra</i>				
1. Kontroll	2,32	26,78	31,73	2,37
2. Kis dózis	3,50	27,22	32,83	9,75
3. Kis-közepes	3,97	36,00	83,40	12,3
4. Közepes-nagy	4,04	42,00	59,12	21,10
5. Nagy dózis	4,24	27,20	62,23	15,83
a) SzD <sub>5%</sub>	1,11	2,86	-	-
<i>B. Kukorica monokultúra</i>				
6. Kontroll	2,34	32,73	6,20	3,17
7. Kis dózis	2,92	53,73	9,47	8,50
8. Kis-közepes	3,70	49,40	10,67	8,17
9. Közepes-nagy	3,61	62,77	13,67	9,57
10. Nagy dózis	3,39	47,22	32,33	13,60
a) SzD <sub>5%</sub>	1,53	4,8	-	-

Kezelések: lásd 2. táblázat

A látóképi trágyázási kísérlet talajmikrobiológiai vizsgálatának eredményeit összegezve megállapíthatjuk, hogy trikultúrában, műtrágyázás hatására a nitrifikáló baktériumok mennyisége kiemelkedő mértékben növekedett és szignifikánsan nagyobb értékeket mutatott a monokultúra azonos kezeléseire viszonyítva is.

A mikroszkopikus gombák száma szintén szignifikánsan nőtt a műtrágya-dózisokkal. A monokultúrában kapott értékek szignifikánsan nagyobbak voltak, mint a trikultúrában.

A mikrobiológiai aktivitás paramétereit értékelve kitűnik, hogy a cellulóz-bontó aktivitás mindkét növényi sorrend esetén közel azonos mértékben növekedett.

A CO<sub>2</sub>-termelés, a foszfatáz- és a katalázaktivitás főként a nagyobb műtrágyadózisok hatására növekedett szignifikánsan. A szacharázaktivitás elsősorban a monokultúra, amíg az ureázaktivitás a trikultúra kezeléseiben mutatkozott nagyobbak.



6. táblázat

A vetésváltás és műtrágyázás hatása a talaj mikrobiológiai aktivitására a látóképi trágyázási kísérletben (1990)

(1) Ke- ze- lés	(2) Cellulóz- bontó aktivitás, %	(3) CO <sub>2</sub> -ter- melés, CO <sub>2</sub> mg/ m <sup>2</sup> /3h	(4) Foszfátáz- aktivitás, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/ 100g/2h	(5) Szacharáz- aktivitás, glükóz mg/g/24h	(6) Ureáz- aktivitás, NH <sub>4</sub> -N mg/g/24h	(7) Kataláz- aktivitás, O <sub>2</sub> ml/ 2g/2min
<i>A. Kukorica trikultúra</i>						
1.	9,67	166,28	5,55	6,99	11,89	10,21
2.	13,37	193,63	5,72	6,75	13,90	12,09
3.	21,10	235,05	5,68	8,42	14,91	11,96
4.	20,87	245,36	7,12	7,85	14,07	12,00
5.	24,46	200,86	6,46	7,31	12,28	11,14
SzD 5%	0,93	70,80	0,48	0,51	0,70	1,26
<i>B. Kukorica monokultúra</i>						
6.	12,43	207,86	6,08	4,54	14,52	8,55
7.	13,02	214,20	6,14	6,22	17,86	9,73
8.	12,96	237,17	7,23	7,49	14,09	10,80
9.	22,21	296,17	9,37	8,90	12,34	10,84
10.	29,93	219,99	5,98	7,88	11,82	9,85
SzD 5%	1,29	74,19	0,61	0,57	0,78	1,28

Kezelések: lásd 2. táblázat

### Összefoglalás

A hajdúböszörményi (típusos réti talajon beállított) és a látóképi (mészlepedékes csernozjom talajú) trágyázási kísérletben a vetésváltás és műtrágyázás talajmikrobiológiai hatásait tanulmányozva a következőket állapítottuk meg.

– Mindkét kísérletben, mindkét növényrend esetén a műtrágyázás hatására kismértékben, de nem szignifikánsan növekedtek az *összes csíraszám* értékei.

– A látóképi kísérleti területen a monokultúra kezeléseiben szignifikánsan nagyobb *mikroszkopikus gombaszámot* mértünk, mint a trikultúra kezeléseiben.

– Mindkét kísérletben a trikultúrában lényegesen magasabb volt a *nitrifikáló baktériumok száma*, mint a monokultúrában. A monokultúra kezeléseiben a műtrágya serkentő hatása sokkal kisebb mértékűnek bizonyult. A *cellulóz-bontó baktériumok* változása a nitrifikáló baktériumokéhoz hasonló tendenciát mutatott mindkét kísérletben, mindkét növényrend esetén.

– A *cellulóz-bontó aktivitás* a két talajtípuson egyaránt emelkedett a műtrágyaadagok növelésével, monokultúrában azonban csak a nagyobb trágyadózisok bizonyultak serkentőnek.

– A hajdúböszörményi kísérletben, a monokultúrában – nem szignifikánsan, de – csökkent a  $CO_2$ -termelés, míg a látóképi mészlepedékes csernozjomon a trikulturában, a szója alatt mértünk alacsonyabb értékeket.

– A foszfatáz- és a szacharázaktivitás alapvetően nem különbözött a kísérletek tri- és monokultúráiban. Műtrágyázás hatására a típusos réti talajon csökkent vagy lényegesen nem változott, míg a mészlepedékes csernozjomon a nagyobb dózisok fokozták az enzimek működését.

– Mindkét kísérletben az ureázaktivitás növekvő műtrágyadózisok hatására trikulturában emelkedett, ugyanakkor monokultúrában nagyobb dózisok alkalmazásakor csökkent.

– A katalázaktivitás a kísérletek monokultúra kezeléseiben – a trikultúra kezeléseéhez viszonyítva – csökkent, vagy lényegesen nem változott.

### Irodalom

- ANSORGE, H., 1966. Untersuchungen über die Wirkung des Stallmistes im „Statischen Düngungsversuch“ Lauchstadt. 4. Mitteilung: Veränderung der Mikroorganismen-tätigkeiten im Boden. Albrecht-Thaer-Archiv. 10. 575–583.
- FILEP GY., 1988. Talajvizsgálat. Egyetemi jegyzet. 105–107. DATE. Debrecen.
- FRANKENBERGER, W. T. & JOHANSON, J. B., 1983. Method of measuring invertase activity in soils. Plant and Soil. 74. 301–311.
- GAWRONSKA, A., KULINSKA, D. & WOJTOWIAK, D., 1990. Long-term monoculture of maize versus biological properties of soil. Agrokémia és Talajtan. 39. 430–432.
- GRODZINSZKI, A. M. 1974. Problema pocsvoutomlenije i allelopatija. Fiziol. Biohim. Oszn. Vzajmodejszt. Raszt. Fitocen. 5. 3–9.
- GRODZINSZKI, A. M. & GOLOVKO, E. A., 1983. Allelopaticseszkie problemü pocsvoutomlenije. Pocsvovedenie. (1) 74–78.
- HELMECZI, B. et al., 1987. Effect of acidification on soil microorganisms. In: Proc. 9th Int. Symp. on Soil Biology and Conservation of the Biosphere. (Ed.: SZEGI, J.). Vol. 2. 777–791. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- HICKISCH, B. & MÜLLER, G. JR., 1990. Effect of fertilization on microorganisms in a long-term field experiment. Agrokémia és Talajtan. 39. 415–418.
- JAMAR, D., 1984. Effect du type d'exploitation agricole sur les propriétés des sols cultivés. Rev. Agric. 37. 1205–1215.
- KARTVELISVILI, L. G., 1983. Vlijanie produktov razlozsenija raznokacsesztvennih rasztitel'nyh osztatkov na mikrofluoru szubsztrata pri monokul'ture psenicü. Bjull. VNII Sz. h. Mikrobiol. 37. 31–34.
- KÁTAI J. et al., 1983. Effect of irrigation and fertilization on the microscopic fungi of the soil. In: Soil Biology and Conservation of the Biosphere. (Ed.: SZEGI, J.) 133–143. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- KHAN, S. U., 1970. Enzymatic activity in a gray wooded soil as influenced by cropping systems and fertilizers. Soil Biol. Biochem. 2. 137–139.
- KHONJE, D. J., VARSA, E. C. & KLUBEK, K., 1989. The acidulation effects of nitrogenous fertilizers on selected chemical and microbiological properties of soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 20. (13–14) 1377–1395.

- KREZEL, Z., 1977. The effect of crop rotation on the biological activity of light-textured soil. Proc. 7th Meeting on Soil Biology and Conservation of the Biosphere. (Ed.: SZEGI, J.) 145–150. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- MARTYNIUK, S. & WAGNER, G. H., 1978. Quantitative and qualitative examination of soil microflora associated with different management systems. Soil Sci. 125. 343–350.
- MÜLLER G., 1991. Az agroökológia talajmikrobiológiai kérdései és az intenzív mezőgazdasági termelés. Agrokémia és Talajtan. 40. 263–272.
- NIKOLAENKO, ZS. I. & KASZÜMILIEV, M. K., 1975. Vlijanie beszczmenogo vozdelüvanije szaharnoj szveklü i v szvooborate na pocsvennüle mikrofluoru v uszlovihaj orosenija. Vszeszozjuznütj Ordena Lenine Naucsno Iszledovatel'szkij Inszt. Szah. Szvek. 18–20. Kiev.
- PIVOVAROV, G. E., GOMONOVA, N. F. & SIRSZKAJA, G. M., 1985. Biologicseszskaja aktivnoszt' demovo-szrednepodzolisztój pocsvy pri dlitel'nom primenenii mineral'nuh udobrenij i izveszti. Agrohimiija. 1. 77–85.
- POCHON, J. & TARDIEUX, P., 1962. Techniques D' Analyse en Microbiologie du Sol. Collection „Technivues de Base”. 102.
- SZABÓ I. M., 1989. A bioszféra mikrobiológiája. III. kötet. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- SZEGI J., 1979. Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- SZEGI J. & GULYÁS F., 1985. A cellulóz lebontása. In: A mezőgazdaság kemizálásának talajbiológiai kérdései. (Ed.: TÓTH B.) 57–67. MTA Veszprémi Akad. Biz. Monográfiája. Veszprém.
- SZEGI, J., GULYÁS, F. & FÜLEKY, GY., 1985. Some soil biological questions of intensive fertilization. Agrokémia és Talajtan. 34. Suppl. 60–64.
- TALEVA, A., 1977. Rhizospheric microflora as a source of some growth substances. Proc. 7th Meeting on Soil Biology and Conservation of the Biosphere. (Ed.: SZEGI, J.) 167–172. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- VANCURA, V. & KUNC, F., 1988. Soil Microbial Associations Control of Structures and Functions. Elsevier. Amsterdam–Oxford–New York–Tokyo.
- VIRÁG Á., 1981. A mezőgazdasági kemizálás környezetvédelmi összefüggései. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- VOZHNJAKOVSZKAJA, J. M., STROL, T. S. & ILCSENKO, N. A. 1990. Mikrobiologicseszskije osznovy pocsvoutomlenija pri naszyscsenii szevooborotov psenicej i puti ego usztranenija. Vesztnik Szelszkohozjajsztvennoj Nauki. 4. 96–101.
- VUURDE, J. W. L. & DE LANGE, A., 1978. The rhizosphere microflora of wheat grown under controlled conditions. II. Influence of the stage of growth of the plant, soil fertility and leaf treatment with carbamide on the soil rhizosphere microflora. Plant and Soil. 50. 461–472.
- ZVYAGINTSEV, D. G., 1987. Effect of mineral fertilizers on microbiological processes in the soil. In: Proc. 9th Int. Symp. on Soil Biology and Conservation of the Biosphere. (Ed.: SZEGI, J.) Vol. 1. 3–13. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- ZVYAGINTSEV, D. G. & KURAKOV, A. V., 1990. Microorganism complexes in the soil and in the root zone of plants. Agrokémia és Talajtan. 39. 481–486.

*Érkezett: 1999. január 11.*

## Changes in Soil Microbiological Properties in Long-term Fertilization Experiments

J. KÁTAI

Department of Soil Science and Microbiology, University of Agricultural Sciences,  
Debrecen (Hungary)

### Summary

When studying the soil microbiological effects of crop rotation and mineral fertilization in fertilization experiments carried out in Hajdúböszörmény (typical meadow soil) and Látókép (pseudomycelial calcareous chernozem soil) the following conclusions were reached:

- In both experiments, with both crop sequences there was a slight, non-significant rise in the *total germ number* as the result of mineral fertilization.
- In the Látókép nursery a considerably higher number of *microscopic fungi* was recorded in monoculture treatments than in the relevant treatments of the triculture.
- In both experiments there was a substantially higher number of *nitrifying bacteria* in the triculture than in the monoculture. In the monoculture treatments the stimulating effect of mineral fertilizer was much smaller. The change in the number of *cellulose-decomposing bacteria* exhibited a trend similar to that of nitrifying bacteria in both experiments for both crop sequences.
- The *cellulose-decomposing activity* increased on both soil types with rising rates of mineral fertilizer, but in the monoculture only larger fertilizer rates had a stimulating effect.
- In the Hajdúböszörmény experiment there was a non-significant decline in the  $CO_2$  production, while on the calcareous chernozem (Látókép) lower values were recorded under soya in the triculture.
- There was no fundamental difference in the *phosphatase and saccharase activity* recorded in the tri- and monoculture treatments. As the result of mineral fertilization there was a reduction or no great change in the activity of the enzymes on the typical meadow soil, while higher doses enhanced this activity on the calcareous chernozem soil.
- In both experiments the *urease activity* increased in the triculture with rising rates of mineral fertilizer, while in the monoculture higher doses caused a reduction.
- The *catalase activity* decreased or exhibited little change in the monoculture treatments compared with the triculture.

*Table 1.* Major properties of the soil on the experimental areas (Hajdúböszörmény and Debrecen-Látókép, 1990). (1) Soil parameters. a) Silt content, %; b) Hygroscopicity (hy); c) Soil plasticity index according to Arany; d) Texture; e) Volume mass ( $g/cm^3$ ); f) Total porosity, %; g) Minimum water capacity; h)  $CaCO_3$  content, %; i) Humus content, %; j) Organic carbon, mg/kg; k) Organic nitrogen, mg/kg; l) Nitrate-N, mg/kg; m) AL-soluble  $P_2O_5$ , mg/kg; n) AL-soluble  $K_2O$ , mg/kg; o) Clayey loam; p) Loam. (2) Typical meadow soil (Hajdúböszörmény). (3) Pseudomycelial calcareous chernozem soil (Debrecen-Látókép).

Table 2. Crop rotation and mineral fertilization treatments examined in the Hajdúböszörmény and Debrecen-Látóképfertilization experiments (1990). (1) Treatment. A. Hajdúböszörmény experiment. *Maize triculture*: 1. Control; 2. Medium rate of fertilizer; 3. High rate of fertilizer. *Maize monoculture*: 4. Control; 5. Medium rate of fertilizer; 6. High rate of fertilizer. B. Debrecen-Látóképfertilization experiment. *Maize triculture*: 1. Control; 2. Low rate of fertilizer; 3. Low to medium rate of fertilizer; 4. Medium to high rate of fertilizer; 5. High rate of fertilizer. *Maize monoculture*: 6. Control; 7. Low rate of fertilizer; 8. Low to medium rate of fertilizer; 9. Medium to high rate of fertilizer; 10. High rate of fertilizer. (2) Fertilizer rate, kg/ha.

Table 3. Effect of crop rotation and mineral fertilization on the quantity of soil microorganisms in the Hajdúböszörmény fertilization experiment (1990). (1) Treatment. A. *Maize triculture*: 1. Control; 2. Medium rate of fertilizer; 3. High rate of fertilizer. B. *Maize monoculture*: 4. Control; 5. Medium rate of fertilizer; 6. High rate of fertilizer. a)  $LSD_{5\%}$ . (2) Total germ number. (3) Microscopic fungi. (4) Nitrifying bacteria. (5) Cellulose-decomposing bacteria. For treatments: See Table 2.

Table 4. Effect of crop rotation and mineral fertilization on the microbiological activity in the Hajdúböszörmény fertilization experiment (1990). (1) Treatment: see Table 3. a)  $LSD_{5\%}$ . (2) Cellulose-decomposing activity, %. (3)  $CO_2$  production. (4) Phosphatase activity. (5) Saccharase activity, glucose mg/g/24 h. (6) Urease activity. (7) Catalase activity. A. *Maize triculture*. B. *Maize monoculture*. For treatments: See Table 2.

Table 5. Effect of crop rotation and mineral fertilization on the quantity of soil microorganisms in the Látóképfertilization experiment (1990). (1) Treatment. *Maize triculture*: 1. Control; 2. Low rate of fertilizer; 3. Low to medium rate of fertilizer; 4. Medium to high rate of fertilizer; 5. High rate of fertilizer. a)  $LSD_{5\%}$ . *Maize monoculture*: 6. Control; 7. Low rate of fertilizer; 8. Low to medium rate of fertilizer; 9. Medium to high rate of fertilizer; 10. High rate of fertilizer. (2)–(5): see Table 3. For treatments: See Table 2.

Table 6. Effect of crop rotation and mineral fertilization on the microbiological activity in the Látóképfertilization experiment (1990). (1): see Table 5. (2)–(7): see Table 4.