

A különböző baktériumtrágyák talajtulajdonságokra gyakorolt hatásai

Jakab Anita – Kátai János

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Agrokémiai és Talajtani Intézet, Debrecen
jakaba@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Tenyészédényes kísérletben vizsgáltuk a különböző baktérium készítmények, valamint azok NPK műtrágyával és szalmával kiegészített kombinációinak hatását egyes fizikai, kémiai és mikrobiológiai talajtulajdonságokra kifejtett hatását. A kísérletet 2011-ben a DE AGTC MÉK Agrokémiai és Talajtani Intézetében állítottuk be, három ismétlésben, véletlenblokk elrendezésben. A kísérletben Debrecen, Látókép környékéről származó mészlepedékes csernozjom talajt alkalmaztunk, angolperje tesztnövénytel (*Lolium perenne*, L.).

Laboratóriumi körülmények között a kísérlet felszámolásakor meghatároztuk a talaj nitrát-nitrogén, AL-oldható foszfor és kálium tartalmát, ureáz enzim aktivitását, összecsiraszámát, valamint a mikroszkopikus gombák mennyiségét.

Eredményeink alapján megállapítottuk:

- A szalma és NPK+baktériumtrágya kezelési talajmintákban nagyobb nitrát-nitrogén tartalmat mértünk.
- A talaj AL-oldható foszfor tartalmát az NPK műtrágyázás és a szalma+baktériumtrágya kombinációk növelték leginkább.
- Az AL-oldható kálium tartalom esetében egyes baktériumtrágyák és szalma+baktériumtrágya kombinációk bizonyultak hatásosnak.
- A talaj összes-baktériumszáma a műtrágyázás, a baktériumtrágyázás, valamint a szalma+baktériumtrágya kombinációk hatására szignifikánsan növekedett.
- A mikroszkopikus gombák számát esetenként az NPK+baktériumtrágya kombinációk, valamint a szalma+baktériumtrágya kombinációk serkentették.
- Az ureáz enzim aktivitást szinte valamennyi kezelés serkentette, a legnagyobb hatásúnak az NPK+baktériumtrágya kezelése bizonyultak.

Kulcsszavak: baktériumtrágyázás, nitrát-nitrogén, AL-oldható foszfor és kálium, ureáz aktivitás, mikroorganizmusok

SUMMARY

In pot experiment the effect of different microbial inoculants and their combinations with NPK fertilizer and wheat straw on some soil properties (physical, chemical, and microbiological parameters) were studied. The experiment was set up in 2011 at the Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science, in a three replications, in a random block design. The studied soil type was calcareous chernozem soil from Debrecen (Látókép) with ryegrass (*Lolium perenne*, L.) test plant.

At the end of the experiment in our laboratory the nitrate-nitrogen content of soil, the AL-soluble phosphorus and potassium content of soil, the urease enzyme activity of soil, the total number of bacteria and the number of microscopical fungi were determined.

The results of the study were the following:

- The straw treatment and the straw + biofertilizer combinations influenced positively the nitrate content of soil.
- The NPK fertilization and the straw+bacterial fertilizer combinations had significant positive effect on the AL-soluble phosphorus content of the soil.

- The biofertilization and the straw+biofertilizer combinations stimulated the AL-soluble potassium content of soil occasionally.
- The total number of bacteria was influenced by the NPK fertilization, the bacterial fertilization and the straw+bacterial fertilizer combinations significantly.
- In case of the number of microscopic fungi caused in some cases significant changes the NPK+bacterial fertilizer and straw+bacterial fertilizer combinations.
- The soil urease enzyme activity was increased in all cases strongly especially by the straw+bacterial preparation combinations.

Keywords: bacterial fertilization, nitrate-nitrogen, AL-soluble phosphorus and potassium, urease enzyme activity, microorganisms

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A mikrobiológiai oltóanyagok alkalmazása hazánkban az 1960-as években kezdődött (Manninger és Szegi, 1963). Alkalmazásuk kevésbé látványos hatásai miatt nem vagy alig terjedt el a mezőgazdaságban, ellentétben a műtrágyák gyors és szembetűnő hatásával (Bíró, 2003).

Azonban az ökológiai szemléletű termelés elterjedésével felmerül a műtrágyák, növényvédőszer alkalmazhatóságának kérdése (Soltész és Szabó, 1997). A környezetbarát termelési módszerek használatának előtérbe kerülése napjaink egyik célkitűzése, mely magába foglalja a mikrobiológiai oltóanyagok alkalmazhatóságát is (Bíró, 2005).

A kereskedelmi forgalomban kapható „új generációs” oltóanyagok használatával nemcsak egyszerre több, fontos mikroorganizmat is juttatunk a talajba, hanem emellett számos egyéb fontos anyagot (vitaminok, hormonok és talajjavító anyagok) is alkalmazunk (Bíró, 2002).

A mikrobiológiai készítmények mezőgazdasági használatban bizonyított hatásait mutatja be Bíró és Anton (2003). A mikrobiológiai oltóanyagok hatásai főként a nitrogén-kötésben, foszfor feltárásban és mikroelemek felvételének elősegítésében mutatkoznak. Bizonyított tehát, hogy alkalmazásuk a tápelem-ellátás, valamint a stressz-pufferképesség javulását eredményezik. A mikrobiológiai oltóanyagok (gyakrabban használt nevükön: baktériumtrágyák) előnyös hatásait mutatják be Makádi et al. (2007) és Bíró et al. (2010) tanulmányai.

Jelen dolgozatunkban a különböző baktériumtrágyák (Bactofil A, EM-1 és Microbion UNC) a talaj nitrát-nitrogén, AL-oldható foszfor és kálium tartalmára, összes-baktérium és mikroszkopikus gombák dinamikájára és az ureáz enzim aktivitására kifejtett hatásait tanulmányoztuk.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A tenyészedényes kísérletet a DE AGTC MÉK Agrokémiai és Talajtani Intézet tenyészházában állítottuk be 2011. április 15-én egy mészlepedékes csernozjom talajon (Debrecen, Látókép). Az alkalmazott talaj fontosabb tulajdonságai a következők: KA 40; Leiszapolható rész 51%; pH_{H_2O} 6,6; pH_{KCl} 5,5; $Hu\%$ 2,8; $AL-P_2O_5$ 312 mg/kg; $AL-K_2O$ 360 mg/kg. A talaj nitrogén ellátottsága közepes, foszfor és kálium ellátottsága jó volt. A kísérletben angolperje (*Lolium perenne* L.) tesztnövényt alkalmaztunk.

A tenyészedényekbe 1–1 kg légszáraz talajt mérünk be, majd edényenként 0,6 g angolperje magot vettünk el. Éjszaka és eső idején tető alatt tartottuk a tenyészedényeket, valamint minden nap a szabadföldi vízkapacitás 60%-ra öntöttük, tömegkiegészítés alapján.

A kísérletben alkalmazott kezeléseket az 1. táblázatban szemléltetjük. Az NPK kezelés és kombinációi esetében edényenként 0,2857 g NH_4NO_3 ; 0,1915 g KH_2PO_4 , és 0,0625 g K_2SO_4 hatóanyagot megfelelő műtrágyát juttattunk ki, edényenként 20 cm^3 mennyiségben. A szalmakezelés és kombinációi esetében 3 g szalmát alkalmaztunk edényenként, amely 7 t/ha mennyiségnek felelt meg. A Bactofil A és EM-1 baktériumtrágyákat hígítás után kevertük a talajba edényenként 20 és 15 cm^3 mennyiségben. A kísérletben a Microbion UNC mikrobiológiai oltóanyagot 0,01 g mennyiségben juttattunk ki edényenként. Az alkalmazott baktérium készítmények a hektáronként ajánlott kijuttatandó adag kétszeresének feleltek meg.

1. táblázat

A kísérletben alkalmazott kezelések

	1	2	3	4	5	6
Kezelések(1)	Kontroll(2)	NPK*(3)	Szalma(4)	BA**(5)	NPK+BA	Szalma+BA(8)
	7	8	9	10	11	12
Kezelések(1)	EM**(6)	NPK+EM	Szalma+EM(9)	MU**(7)	NPK+MU	Szalma+MU(10)

*NPK: $N=NH_4NO_3$, $P=KH_2PO_4$, $K=K_2SO_4+KH_2PO_4$, **Baktérium készítmények (BA=Bactofil A, EM=EM-1, MU=Microbion UNC)

Table 1: The experiment treatments applied

The treatments(1), Control(2), NPK fertilizer(3), Wheat straw(4), Bactofil A biofertilizer(5), EM-1 biofertilizer(6), Microbion UNC biofertilizer(7), Wheat straw+BA(8), Wheat straw+EM(9), Wheat straw+MU(10). *NPK: $N=NH_4NO_3$, $P=KH_2PO_4$, $K=K_2SO_4+KH_2PO_4$, **Bactofil A biofertilizer (BA=Bactofil A, EM=EM-1, MU=Microbion UNC)

A kísérletben alkalmazott mikrobiológiai oltóanyagok legfontosabb tulajdonságai a következők; a Bactofil A vizes szuszpenzió volt, 5–6,5 pH között változó kém-

hatással, minimum $4,3 \cdot 10^9/cm^3$ összes-csírászámval. Az EM-1 készítmény összes-csírászama elérte az $5 \cdot 10^8/cm^3$ mennyiséget, mely több mint 80 törzset (aerob, anaerob baktériumok, mikro- és sugárgombák) tartalmazott. A Microbion UNC szilárd baktérium-készítmény $4 \cdot 10^{10}/baktérium/g$ összes baktérium-számmal, és 5,5 pH kémhatással.

A talaj nitrát-nitrogén tartalmát Felföldy (1987) nátrium-szalicilátos módszerével, az ammónium-laktát-oldható foszfor és kálium tartalom meghatározása Egnér et al. (1960) módszere alapján történt. Lemezöntéses eljárással meghatároztuk a talajok összes-baktériumszámát (húsleves-agar) és mikroszkopikus gombák (pepton-glükóz agar) mennyiségét (Szegi, 1979). A talajok ureáz enzim aktivitásának meghatározása a karbamidból felszabaduló ammónia mérésén alapult (Szegi, 1979).

A talajminták begyűjtésére a kísérlet kezdetétől számított 8. héten került sor (2011. június 15.).

A kísérletet véletlen blokk elrendezésben állítottuk be, kezelésként három ismétlésben. Az eredmények átlagértékei között statisztikailag igazolható eltérések vizsgálatához Tolner et al. (2008) statisztikai adatelemzésének egytényezős varianciaanalízisét alkalmaztuk, amelyben meghatároztuk az eredmények átlagértékeit, 5%-os szignifikáns differencia és variációs koefficiens értékeit.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A kezelések hatása a talaj egyes kémiai tulajdonságára

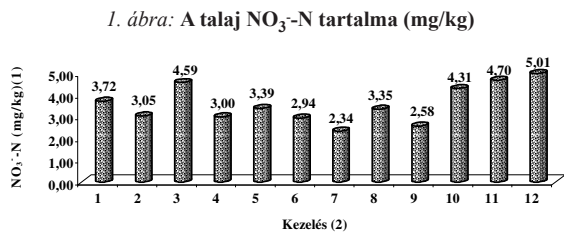
A kísérlet felszámolásakor (8. hét) meghatároztuk a talaj könnyen felvehető nitrát-nitrogén, ammónium-laktát-oldható foszfor, és kálium tartalmát.

Az 1. ábrán a talaj nitrát-nitrogén tartalmának változását szemléltetjük. A műtrágyázott edények esetében a kontrollhoz képest kisebb nitrát-nitrogén értéket tapasztaltunk. A szalmakezelés szignifikánsan nagyobb nitrát-nitrogén tartalmat eredményezett. Az EM-1 készítmény esetében a kontrollhoz képest kisebb volt a nitrát mennyisége. Az NPK+Microbion UNC kombináció a műtrágyakezeléshez képest a nitrát mennyiségének növekedését segítette elő. A szalma+baktériumtrágya kezelések hatására csökkenést figyelhetünk meg (szalma+Bactofil A, Szalma+EM-1), amely hatás szignifikáns volt. A szalma+Microbion UNC kombináció hatására megnőtt a felvehető nitrát értéke, amely a legnagyobb értéket eredményezte a nitrát-nitrogén mennyiségében.

A talaj AL-oldható foszfor tartalmának átlagértékeit a 2. ábrán szemléltetjük.

A műtrágyázás hatására a talaj könnyen felvehető foszfor tartalma megemelkedett, amely a tápanyag-utánpótlás eredménye. A hatás statisztikailag nem igazolódott. A szalma kijuttatása szignifikáns csökkenést eredményezett, amely a szalma lebontásának vagy a növényi felvételnek a következménye lehet. A baktériumtrágyázás hatására csökkent a talaj könnyen felvehető foszfor tartalma, ami valószínűleg a mikroszervezetek vagy a tesztnövény foszfor felvételével magyarázható. A hatás a Bactofil A és Microbion UNC készítményeknél statisztikailag igazolható volt. Az NPK+baktériumtrágya kombinációk (NPK+Bactofil A, NPK+

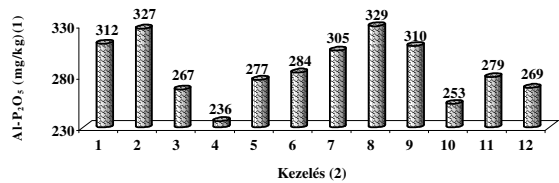
Microbion UNC) hatására kevesebb felvehető foszfor mennyiséget mértünk az NPK műtrágyakezeléshez viszonyítva. A szalma+baktériumtrágya kezelések a szalma-kezeléshez képest (szalma+EM-1) statisztikailag igazolható mértékben fokozták a felvehető foszfor mennyiségét. A mikrobiológiai készítmény foszfor feltáródást elősegítő mikroszervezetei ennél a kombinációnál pozitív hatást fejthettek ki. A legnagyobb átlagértéket ennél a kezelésnél mértük.



*SzD_{5%} 0,72; CV% 12

Figure 1: The nitrate-nitrogen content of soil (mg kg⁻¹) NO₃-N (mg kg⁻¹)(1), Treatment(2), *LSD_{5%} 0.72, CV% 12

2. ábra: A talaj AL-oldható foszfor tartalma (mg/kg)



*SzD_{5%} 33,8; CV% 7

Figure 2: The AL-soluble phosphorus content of soil (mg kg⁻¹) Al-P₂O₅ (mg kg⁻¹)(1), Treatment(2), *LSD_{5%} 33.8, CV% 7

A talajminták AL-oldható kálium tartalma (3. ábra) az NPK műtrágyás edényekben kisebb volt, a szalma kijuttatása esetében hasonló, azonban kisebb mértékű csökkenést tapasztaltunk. A szalma bontásának következtében a tápanyagok mennyiségének csökkenése a bontásban résztvevő mikrobák tápanyag-utánpótlását szolgálhatta, hasonló csökkenés figyelhető meg a foszfor és kálium esetében is. A Bactofil A és EM-1 baktériumtrágyák alkalmazásával kisebb könnyen felvehető kálium tartalmat mértünk, ami valószínűleg a kijuttatott mikroorganizmusok tápelem-felvételével magyarázható. A műtrágya+baktériumtrágya kombinációk (NPK+EM-1 kivételével) elősegítették a kálium feltá-

ródását az NPK kezeléshez viszonyítva, azonban ez a hatás nem volt szignifikáns. A szalmakezeléshez képest a szalma+Bactofil A és szalma+EM-1 kezelések csökkenést okoztak. A legnagyobb felvehető kálium tartalmat a szalma+Microbion UNC kezelésnél mértük.

3. ábra: A talaj AL-oldható kálium tartalma (mg/kg)

*SzD_{5%} 23,5; CV% 4,1

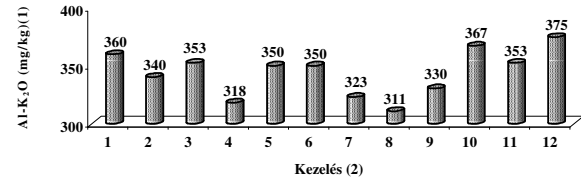


Figure 3: The AL-soluble potassium content of soil (mg kg⁻¹) Al-K₂O (mg kg⁻¹)(1), Treatment(2), *LSD_{5%} 23.5, CV% 4.1

A kezelések hatása a talaj összes-baktérium és mikroszkopikus gomba populáció dinamikájára és ureáz enzim aktivitására

A 2. táblázatban a talaj vizsgált mikrobiológiai eredményeit szemléltetjük.

A talaj összes-baktériumszámát (2. táblázat) az NPK műtrágyázás szignifikánsan növelte, amely valószínűleg az ásványianyag-utánpótlás következménye. A szalma kijuttatás önmagában szignifikánsan csökkentette a baktériumok számát. A baktériumtrágyák kijuttatásával megemelkedett a talaj baktériumszáma (Bactofil A, EM-1). Az NPK+Bactofil A kombináció (nem szignifikánsan: NPK+Microbion UNC) a műtrágyázáshoz képest csökkentette a baktériumok mennyiségét. A talaj könnyen felvehető foszfor és kálium tartalma ezen kezelések esetében hasonlóan kisebb értéket mutatott. A szalma+baktériumtrágya kombinációk a szalma kijuttatáshoz viszonyítva minden esetben szignifikánsan növelték a baktériumok mennyiségét. A talajhoz szalma formájában adott szerves anyag kedvezhetett a baktériumoknak, azok szubsztrátjának tekinthetjük. A legnagyobb baktériumszámot az NPK műtrágyázásnál mértük.

Az NPK műtrágyázás hatására a mikroszkopikus gombák mennyisége szignifikánsan csökkent. Ugyanezen kezelésnél a baktériumszám növekedését tapasztaltuk. A szalma kijuttatásával nagyobb mértékű csökkenést tapasztaltunk, amely esetlegesen a szalma bon-

2. táblázat

A talaj összes-baktérium és mikroszkopikus gombaszáma

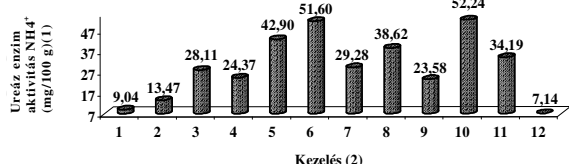
Kezelések(1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Összes baktérium (*10⁶ g/talaj)(2)	10,59	15,42	6,39	14,79	11,31	14,35	14,53	15,33	12,92	9,88	13,77	12,56
Átlag(3)	12,65											
SzD_{5%}(4)	2,06											
CV%(5)	9,70											
Mikroszkopikus gombák (*10³ g/talaj)(6)	59,36	46,25	23,64	31,50	30,52	49,20	54,78	52,15	35,44	38,39	38,06	42,32
Átlag(3)	41,80											
SzD_{5%}(4)	7,05											
CV%(5)	10,00											

Table 2: The total number of bacteria and the number of microscopic fungi of soil Treatments(1), The total number of bacteria, *106 g soil⁻¹(2), Average value(3), LSD_{5%}(4), Coefficient of variation, (%) (5), The number of microscopic fungi, *103 g soil⁻¹(6)

tásából eredő tápelem-csökkenéssel magyarázható (P, K). A baktériumtrágyák kijuttatása csökkentette a gombák számát, ugyanakkor a baktériumok mennyiségi növekedését figyelhetjük meg. Az oltóanyagok több baktériumtörzset tartalmaznak, valószínűleg a kedvező életkörülmények ezek szaporodását is elősegíthették. Az NPK+baktériumtrágya kombinációk kizárólag az NPK+EM-1 kombinációnál bizonyultak hatásosnak (nem szignifikánsan), az NPK+Bactofil A és NPK+Microbion UNC kombinációk szignifikáns csökkenést eredményeztek. A szalma+baktériumtrágya kombinációk a szalmakezeléshez képest mindhárom esetben szignifikáns változást eredményeztek. A legnagyobb gomba-számot a kontroll esetében mértük.

A kezelések hatására a talaj ureáz enzim aktivitása (4. ábra) szinte minden kezelés esetén nagyobbak bizonyult a kontroll értékénél.

4. ábra: A talaj ureáz enzim aktivitása NH_4^+ (mg/100 g)



*S_D5% 10,78; CV% 21,7

Figure 4: The urease enzyme activity of soil NH_4^+ (mg 100 g⁻¹)
The urease enzyme activity NH_4^+ (mg 100 g⁻¹)(1), Treatment(2),
*LSD_{5%} 10.78, CV% 21.7

Az NPK műtrágyázás hatására kis növekedést tapasztaltunk a kontrollhoz képest, azonban nem szignifikáns mértékben. A szalma kijuttatása növelte az enzimaktivitás mértékét, amely valószínűleg a szalma bontásának a következménye. A baktériumtrágyázással szignifikánsan fokozta az enzimaktivitást. Az NPK+baktériumtrágya kombinációk az NPK műtrágyázáshoz viszonyítva statisztikailag igazolható mértékű aktivitásnövekedést eredményeztek. Hasonló hatást figyeltünk meg egyes kezeléskombinációknál a talaj nitrát-

nitrogén, AL-oldható foszfor és kálium tartalmát illetően. A szalma+Bactofil A kombináció a szalmakezeléshez képest szignifikánsan fokozta, míg a szalma+Microbion UNC csökkentette az enzimaktivitás mértékét. Legnagyobb átlagértéket a Microbion UNC kezelés eredményezte.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az eredményeinket összegezve megállapíthatjuk, hogy a mikrobiológiai készítmények alkalmazása bizonyos esetekben kedvezően befolyásolta a talajminták egyes fizikai, kémiai, mikrobiológiai paramétereit.

- Az NPK műtrágyázás a talaj ásványianyag-ellátottságát növelte, elősegítette a tápelemek gyorsabb felvehetőségét, valamint a baktériumok elszaporodását. Az AL-oldható foszfor tartalom, ureáz enzim aktivitás és összes-baktériumszám szignifikáns növekedését eredményezte.
- A szalma talajba keverésével növekedett a talajban a nitrát-nitrogén mennyisége, ureáz enzim aktivitása.
- A kijuttatott mikroszervezetek (baktériumtrágyázás) elősegítették az ureáz enzim aktivitás, összes-baktériumszám szignifikáns növekedését.
- A kombinált NPK+baktériumtrágya kezelések esetében szignifikáns változást tapasztaltunk a nitrát-nitrogén tartalomban, az ureáz enzim aktivitásában és egyes esetekben az összes-baktériumszámban.
- A szalma+baktériumtrágya kombinációk hatására az AL-P₂O₅ mennyisége, az enzimaktivitás, az összes-baktériumszám és a mikroszkopikus gomba-szám növekedését figyeltük meg.

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy az alkalmazott baktérium készítmények a talaj vizsgált paramétereit számos esetben szignifikánsan növelték. Hatásuk főként a kombinált kezelésekben mutatkozott.

Javasoljuk az ok-okozati összefüggések jobb megismerése céljából a készítmények további tenyészedényes kísérletekben való alkalmazását, valamint az ott leghatásosabbnak bizonyuló készítmények szántóföldi körülmények között történő további vizsgálatát.

IRODALOM

- Biró B.–Anton A. (2003): Génmódosított mikrobiális oltóanyagok és növények alkalmazásának európai jogszabályai. Akadémiai Kiadó. Budapest. Agrokémia és Talajtan. 52. 3–4: 487–492.
- Biró B.–Szili-Kovács T.–Anton A. (2010): A rekultivációtól a remedációig. Akadémiai Kiadó. Budapest. Agrokémia és Talajtan. 59. 2: 409–422.
- Biró B. (2002): Talaj és rhizobiológiai eszközökkel a fenntartható növénytermesztés és környezetminőség szolgálatában. Acta Agron. Hung. 50: 77–85.
- Biró B. (2003): A növény–talaj–mikroba kölcsönhatások szerepe az elemfelvétel alakulásában. [In: Simon L.–Szilágyi M. (szerk.) Mikroelemek a táplálékláncban.] Bessenyei Gy. Könyvkiadó. Nyíregyháza. 1–11.
- Biró B. (2005): A talaj mint mikroszervezetek élettere. [In: Stefanotis P.–Michéli E. (szerk.) A talajok jelentősége a 21. században.] Magyarország az ezredfordulón, Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián II. Az agrárium helyzete és jövője. MTA Társadalomkutató Központ. Budapest. 141–169.
- Egnér, H.–Riehm, H.–Domingo, W.R. (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K. Landwirtsch. Ann 26. 199–215.
- Felföldy L. (1987): Biológiai vízminősítés (4. javított és bővített kiadás). Budapest. 172–174.
- Makádi M.–Tomócsik A.–Orosz V.–Lengyel J.–Biró B.–Márton Á. (2007): Biogázüzemi fermentlé és Phylazonit MC baktériumtrágya hatása a silókukorica zöldtömegére és a talaj biológiai aktivitására. Agrokémia és Talajtan. Akadémiai Kiadó. Budapest. 56. 2: 367–378.
- Manninger E.–Szegei J. (1963): A „baktériumtrágyák” alkalmazásáról tartott nemzetközi koordinációs konferencia Leningrádban. Agrokémia és Talajtan. 12: 171–174.
- Soltész M.–Szabó T. (1997): Alma. [In: Soltész M. (szerk.) Integrált gyümölcsstermesztés.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 428–437.
- Szegei J. (1979): Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 250–256.
- Tolner, L.–Vágó, I.–Czinkota, I.–Rékási, M.–Kovács, Z. (2008): Field testing of new, more efficient liming method. Cereal Res. Commun. 36: 543–546.