

Különböző komposztok hatása a növényi zöldtömegekre két talajtípuson

^{1,2}Szücsné Szolomájer Judit – ³Makádi Marianna – ³Demeter Ibolya – ³Tomócsik Attila –
³Aranyos Tibor József – ¹Fehér Bernadett – ⁴Kovács Béla

¹Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debrecen

²Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Kormányhivatal
Nyíregyházi Járási Hivatala, Élelmiszerlánc-biztonsági, Növény- és Talajvédelmi Főosztály,
Növény- és Talajvédelmi Osztály, Nyíregyháza

³Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság,
Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza

⁴Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Élelmiszertudományi Intézet, Debrecen
szolomajerjudit@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

A szennyvíziszapok komposztálása megkönnyíti a szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználását, valamint a komposztálás minőségjavító hatásának köszönhetően a termék növeli a talaj tápanyag-tartalmát. A kommunális szennyvíziszapok komposztálása következtében a szervesanyagokban gazdag szennyvíziszap komposzt ugyanúgy hasznosítható, mint az egyéb anyagokból készült komposzt, istállótrágya.

A különböző komposztálási eljárással előállított komposztok másként hatnak egy adott talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaira, de kedvező hatásukat már többen igazolták. A vizsgálataink során arra keressük a választ, hogy a különböző összetételű és eltérő komposztálási technológiával előállított komposztok miként hatnak a talaj-növény rendszerre. A vizsgálatba bevont két talajtípus – homok és csernozjom – eltérő fizikai és kémiai tulajdonságai erőteljesen befolyásolják a komposztok tápanyag-szolgáltató képességét is, melyet a tenyészedényekben tesztnövényként alkalmazott angol perje növekedésével is jellemezhetünk. Jelen dolgozatunkban három különböző komposzt hatását vizsgáljuk a növényi zöldtömegekre a kezeléstől és vetéstől számított 4. és 8. héten.

Kulcsszavak: szennyvíziszap komposzt, talaj, zöldtömeg, tápanyag-utánpótlás

SUMMARY

Composting of sewage sludges makes easier the utilization of sewage sludge in the agriculture and the composts in good quality could increase the nutrient content of soil. Due to the composting process, the sewage sludge composts with high organic matter content can be utilized in the same way as other composts or farmyard manure.

Composts produced in different ways have different effects on the physical, chemical and biological properties of different soils, although their positive effects have already proved in the literature. In our study the effects of composts from different composting processes were investigated in soil-plant systems. The different physical and chemical properties of the two examined soil types (arenosol and chernozem) strongly influenced the nutrient supply capacity of composts which could be characterized by the growth of ray-grass as a test plant in the pot experiment. In this work we examined the effects of three different composts on the green weight of plants on the fourth and eighth weeks after the treatment and sowing.

Keywords: sewage sludge compost, soil, green weight, nutrient supply

BEVEZETÉS

A szennyvíziszapok és a szennyvíziszap komposztok mezőgazdasági felhasználása a talajok tápanyag-utánpótlásának egyik eszközévé vált. A kommunális szennyvíziszapok ártalmatlanításának környezetvédelmi szempontból leginkább elfogadott módja a komposztálás és az iszapkomposzt rekultivációs, valamint mezőgazdasági célú hasznosítása. A szennyvíziszapból különböző komposztálási technológiák által magas szervesanyag-tartalmú szennyvíziszap komposzt állítható elő, mely a talaj tápanyagtartalmát kedvezően befolyásolja, és ezáltal a növény tápanyagellátását elősegíti. Kereskedelmi forgalomban egyre több olyan szennyvíziszap komposzt kapható, amelyek a talajok tápanyagkészletét gyarapíthatják. A komposztrágyázás pozitív hatással van a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaira. Javítja a talaj szerkezetét, a tápelemek felvehetőségét, növekedést eredményez a talaj szervesanyag-tartalmában és a mikrobiológiai aktivitásra is ked-

vezően hat (Barzegar et al. 2002, Pascual et al. 2007). Ferencz és Zvada (1984, 1991) kedvező hatásokról számoltak be karbonátos homoktalajon, ahol többéves kísérletekben az adszorpciós kapacitás növekedését tapasztalták az iszap kolloidtartalmából eredően, a nitrogén- (N), foszfor- (P) és kálium- (K) tartalomra kedvezően hatott, a nehézfémek koncentrációja a megengedett határok között maradt. Kádár et al. (2009) kommunális szennyvíziszap és vágóhídi hulladék komposztok esetében megállapították továbbá azok N-trágyaként való hatását. Steiner et al. (2007) P, K és Ca elemekre nézve vizsgálták a komposztrágyázás hatását, mely alapján a talaj tápanyagtartalmának növekedéséről számoltak be. Zhang et al. (2006) vizsgálatai a talaj P-tartalmának növekedését mutatták. A tápanyag-tartalom kedvező változása mellett a komposztok felhasználása következtében nő a talaj szervesanyag-tartalma is (Cortellini et al. 1996, Hemmat et al. 2010).

A szennyvíziszapok termőföldön történő elhelyezése során figyelmet kell fordítani arra, hogy a humusz-

képzésre és tápanyag-növekedésre történő kedvező hatása mellett elkerüljük, vagy minimálisra csökkentjük azok káros hatását a talajra, a felszíni és felszín alatti vizekre, valamint az emberek egészségére, a növényekre és az állatokra egyaránt (50/2001. (IV.3.) Korm. rendelet). A szennyvíziszap komposztok, valamint egyéb terménővelő anyagok mezőgazdasági termőföldön történő kihelyezésének az egyik legcélravezetőbb eszköze, ha az adott termék kereskedelmi forgalomba kerül, valamint engedélykivarral rendelkezik. A terménővelő anyagok engedélyezését, tárolását, forgalmazását és felhasználását a 36/2006. (V. 18.) FVM rendelet szabályozza. A terménővelő anyagok csak akkor kerülhetnek ki forgalomba, ha azok talajra és növényre okozott kedvező hatása vizsgálatokkal alá van támasztva, és nem okoznak a környezetre és a természetre kedvezőtlen mellékhatásokat (36/2006. (V.18.) FVM rendelet).

A talajok nehézfémekkel szembeni speciális környezetvédelmi pufferkapacitását Tamás (1995), valamint Tamás és Filep (1995) tanulmányozta. A csernozjom és réti talajokon végzett vizsgálataik alapján, a megengedettnél kevesebb nehézfém tartalmazó iszapok elhelyezése nem okozott számottevő változást, ezzel ellentétben az iszap elhelyezésére fokozottan érzékenyek találták a homoktalajt. Kísérleteik igazolták, hogy a hazai előírásokat betartva nem következik be káros nehézfém-felhalmozódás a talajokban.

A kutatómunkánk célja különböző összetételű és eltérő komposztálási technológiával előállított komposztok hatásának komplex vizsgálata talaj-növény rendszerben. A vizsgálatba bevont két talajtípus – homok és csernozjom – eltérő fizikai és kémiai tulajdonságai várhatóan erőteljesen befolyásolják a komposztok tápanyag-szolgáltató képességét is, melyet a tenyészédenyekben tesztnövényként alkalmazott angol perje növekedésével is jellemezhetünk. Jelen dolgozatban három különböző komposzt hatását vizsgáljuk a növényi zöldtömegre a kezeléstől és vetéstől számított 4. és 8. héten.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletet a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Nyíregyházi Kutatóintézetében állítottuk be homok és csernozjom talajok felhasználásával, tenyészédenyekben. A talajmintákat a szántóföldek felső rétegéből (0–30 cm) gyűjtöttük, a homoktalaj a Kutatóintézet területéről (blokkazonosító: TUANP-M-15), a csernozjom talaj Tiszavasvári határából (blokk-

azonosító: TK12M-C-15) származott. A talajok főbb kémiai paramétereit az 1. táblázat szemlélteti.

A kísérletben két különböző komposztálási technológiából származó szennyvíziszap komposztot, valamint egy juhrágya komposztot alkalmaztunk. A nyír-egyházi szennyvíziszap komposzt Nyírkomposzt néven került kereskedelmi forgalomba, mely engedélykivarral is rendelkezik. A stabilizált, anaerob módon rothasztott szennyvíziszapot búzaszalmával komposztálták, majd az érlelés fázisában adták hozzá az ásványi anyagot. A komposzt alapanyagai: víztelenített szennyvíziszap (40 m/m%), szalma (25 m/m%), bentonit (5 m/m%), tarcali riolit (30 m/m%). A másik vizsgált szennyvíziszap komposzt a Zöld Völgy Közszolgáltató Nonprofit Kft-től származó, kereskedelmi forgalomba hozható, mezőgazdasági vagy rekultivációs célú hasznosításra alkalmas R-komposzt, mely 75% kommunális szennyvíziszapot és 25% repceszárát tartalmaz. A szintén engedélykivarral rendelkező juhrágya komposzt a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Karcagi Kutatóintézetéből származik, mely Terrasol komposzt néven került kereskedelmi forgalomba. A komposztálása során felhasznált alapanyagok: almos juhrágya (Karcag és környékéről származó mélyalmos trágya 96m/m%), mádi zeolit (2 m/m%), nyersfoszfát (2 m/m%).

A komposztok vizsgálata a talaj vizsgálataihoz hasonlóan megtörtént, melyet a 2. táblázat tartalmaz.

Tesztnövénynek angol perjét (*Lolium perenne* L.) választottunk. A kísérletben a következő kezeléseket vizsgáltuk négy ismétlésben: kontroll (nem kapott semmit) és a vizsgált komposztok 170 és 240 kg N/ha-nak megfelelő dózisa. Ez összesen hét kezelést jelent. A tenyészédenyekhez 3–3 kg száraz tömegű talajt mérünk ki, melyeket a szántóföldi vízkapacitásuk 50%-ára nedvesítettük ioncserélt vízzel, majd hozzákevertük a komposztok számított mennyiségeit és a tenyészédenyekbe töltöttük a keverékeket.

A bemért komposztmennyiségeket az összes-N tartalom alapján számítottuk, a konkrét mennyiségek a következők voltak tenyészédenyenként: 170 kg/ha nitrogénre számítva Nyírkomposztból 24,14 g, R-komposztból 37,13 g, Terrasolból 31,06 g, 240 kg/ha nitrogénre számolva pedig Nyírkomposztból 34,09 g, R-komposztból 52,42 g, Terrasolból 43,85 g. A tenyészédenyekben a talajok nedvességtartalmát a szántóföldi vízkapacitás 50%-án tartottuk, melyet állandó tömegre öntözéssel valósítottunk meg. A kísérletet 2016. 05. 05-én állítottuk be 2×64 tenyészédenybe. A növénymintavétel során a talajfelszín fölött 0,5 cm-re levágtuk a

1. táblázat

A kísérletben felhasznált talajok vizsgálati eredményei

Paraméter(1)	Mértékegység(2)	Homoktalaj(3)	Csernozjom talaj(4)
pH _{H₂O}	pH egység	6,93	6,67
Összes nitrogén(1)	g/kg	71,2	372
KCl-oldható NO ₃ -NO ₂ -N(2)	mg/kg	0,421	2,68
KCl-oldható NH ₄ -N(3)	mg/kg	0,498	1,32
AL-oldható P ₂ O ₅ (4)	mg/kg	149	279
AL-oldható K ₂ O(5)	mg/kg	202	724

Table 1: Measured parameters of used soils in the experiment

Parameter(1), Unit(2), Sand(3), Chernozem(4), Nitrogen(1), KCl-soluble Nitrate-nitrite-nitrogen(2), KCl-soluble ammonium-nitrogen(3), AL-soluble - Phosphorus(4) AL-soluble - Potassium(5)

A kísérletben szereplő komposztok vizsgálati értékei

Paraméter(1)	Mértékegység(2)	Terrasol(3)	R-komposzt(4)	Nyírkomposzt(5)
pH _{H2O} (1:2,5)	pH egység	7,34	8,14	5,25
Összes N(6)	g/kg	1,10	0,92	1,42
KCl-oldható NO ₃ -NO ₂ -N(7)	mg/kg	302	46,4	694
KCl-oldható NH ₄ -N(8)	mg/kg	176	65	880
AL-oldható P ₂ O ₅ (9)	mg/kg	10627	5886	13330
AL-oldható K ₂ O(10)	mg/kg	25417	6951	4035

Table 2: Measured parameters of the composts used in the experiment

Parameter(1), Unit(2), Terrasol(3), R-komposzt(4), Nyírkomposzt(5), Nitrogen(6), KCl-soluble Nitrate-nitrite-nitrogen(7), KCl-soluble ammonium-nitrogen(8), AL-soluble - Phosphorus(9), AL-soluble -Potassium(10)

hajtásokat és megmértük a zöldtömeget. Az első növényi zöldtömeg levágása 2016. 06. 09-én, négy héttel a beállítás után történt, mellyel egy időben az első 64 tenyészedényt is felszámoltuk. A 65–128. számú tenyészedényt további négy héten keresztül fenntartottuk, majd a növényi zöldtömeg újbóli levágására és a talajminták megvételére került sor.

A munkánk során kapott mérési eredmények feldolgozását Microsoft Excel és SPSS 22.0 statisztikai programokkal végeztük el. A paraméterek és az egyes tényezők statisztikai vizsgálatához egytényezős variancia-analízist követően Tukey-tesztet használtunk. $P < 0,05$ szignifikancia szintet állítottunk be.

EREDMÉNYEK

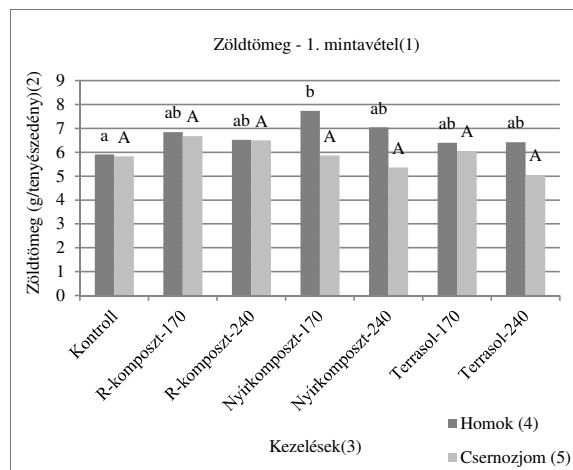
A talajok termékenységét a talajoknak az a képessége jelenti, hogy képesek kielégíteni a növények fizikai, kémiai és biológiai szükségleteit, melyek a növekedésükhöz, fejlődésükhöz és a megfelelő minőségű termés eléréséhez szükségesek. Mindezeket erőteljesen befolyásolják maguk a növények, valamint a talajok tulajdonságai, a talajhasználat módja, a klíma (Abbott és Murphy 2007). Mindez azt is jelenti, hogy a különböző fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságokkal rendelkező talajok másként fognak reagálni ugyanarra a kezelésre, pl. szervesanyag talajba juttatására. Ez a különbség látható a mi vizsgálati eredményeinkben is, mert az angol perje zöldtömege statisztikailag igazolhatóan eltér a két talajtípuson.

A kevésbé termékeny homoktalajon a teszt növények sokkal erőteljesebben reagáltak a komposztokkal bejuttatott tápanyagokra, és az angolperje zöldtömege szignifikánsan magasabb volt a homoktalajon, mint a csernozjomon, mindkét vizsgálati időpontban. A jól szellőző homoktalajokra általában jellemző a bekerülő szervesanyag gyors ásványosodása (Filep és Tóthné 1980), ami a kezdeti intenzív növény-növekedést eredményezi.

Az 1. mintavétel eredményei

A kísérlet beállítása után 4 héttel vett növényminták zöldtömegére mindhárom komposzt kisebb dózisának volt kedvezőbb hatása (1. ábra). A 240 t/ha N-nek megfelelő dózis általában csökkentette a zöldtömeget. Ennek oka lehetett egyrészt egyik, vagy több elem túl nagy mennyisége a vizsgált komposztok nagy dózisában, de a nagy mennyiségű szervesanyag csirázásgátló és kezdeti fejlődést hátráltató hatását is megfigyelték korábban (Szabó et al. 2012).

1. ábra: Zöldtömeg gyarapodás az 1. mintavételi időpontban



Megjegyzés: az oszlopok fölötti különböző betűk a kezeléscsoportok közötti különbséget jelzik (Tukey teszt, $p < 0,05$)

Figure 1: Green weight at the 1st sampling time

Green weight - 1. sampling(1), Green weight (g pot⁻¹)(2), Treatments(3), Arenosol(4), Chernozem(5), Note: different letters above the columns indicate significant differences of means of the treatments (Tukey's test, $p < 0.05$)

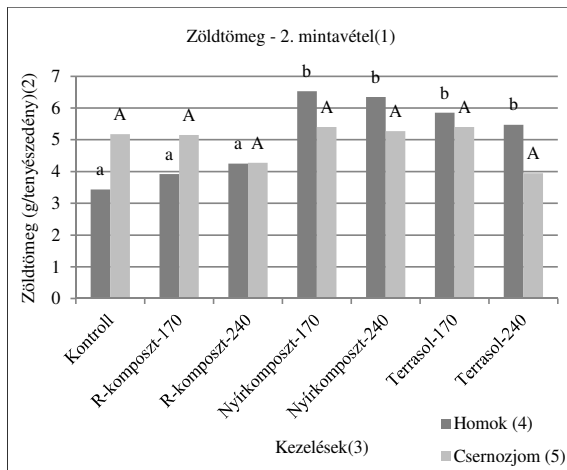
Az első négy héten a kontroll kezeléseken hasonlóan fejlődtek a teszt növények, a kezeléseken azonban eltérőek voltak a két talajtípuson. Homoktalajon erőteljesebb kezeléshatásokat tapasztaltunk, de statisztikailag is igazolható zöldtömeg növekedést csak a Nyírkomposzt 170 kg N/ha dózisa eredményezett. A három komposzt közül a Terrasol juhtrágya komposzt eredményezte a legkisebb tömeggyarapodást.

Csernozjom talajon a R-komposzt hatása volt a legjelentősebb. Az R-komposzt két dózisának hatása között mindkét talajon minimális különbség volt, míg a Terrasol nagyobb dózisának gátló hatása csak a csernozjom talajon jelentkezett.

A 2. mintavétel eredményei

A második négyhetes periódus kontroll tenyészedényeit vizsgálva megfigyelhetjük, hogy a homoktalajon a zöldtömeg produkció 42%-kal csökkent az első periódushoz képest, míg a csernozjom talajon a csökkenés mértéke csak 12% volt (2. ábra).

2. ábra: Zöldtömeg gyarapodás a 2. mintavételi időpontban



Megjegyzés: az oszlopok fölötti különböző betűk a kezeléscsoportok közötti különbséget jelzik (Tukey teszt, $p < 0,05$)

Figure 2: Green weight at the 2nd sampling time

Green weight - 2. sampling(1), Green weight (g pot⁻¹)(2), Treatments(3), Arenosol(4), Chernozem(5), Note: different letters above the columns indicate significant differences of means of the treatments (Tukey's test, $p < 0,05$)

A két talajtípus jelentősen különbözik egymástól, a csernozjom talaj nagyobb tápanyag-készlete hosszabb időre el tudja látni tápanyagokkal a tesztnövényt, míg a homoktalaj gyorsan kimerül.

A második kísérleti ciklusban homoktalaj esetén az R-komposzt kivételével, a másik két vizsgált anyag statisztikailag igazolhatóan növelte a zöldtömeget. A Nyírkomposzt ebben a szakaszban is a legnagyobb hajtástömeget eredményezte az angolperjénél, elsősorban a 170 kg N-t tartalmazó dózisban.

A csernozjom talajnál ebben a szakaszban sem volt szignifikáns különbség a kezelésekben a kontrollhoz képest és a komposztok hatása is kiegyenlített volt a kísérletben, bár az R-komposzt és a Terrasol 240 kg/ha N kezelés is kisebb zöldtömeg növekedést eredményezett a kontrollhoz viszonyítva.

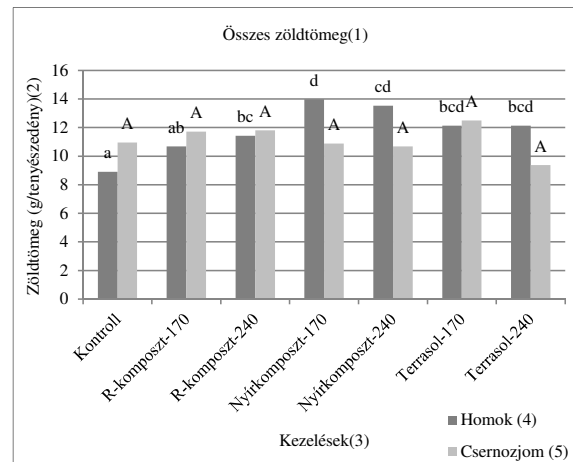
A két vizsgálati időpont eredményeit összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy minden kezelésre vonatkozóan a második mintavétel kevesebb zöldtömeg-növekedést eredményezett, mint az első vizsgálati időszakban.

A két mintavétel összesített eredménye

A 3. ábrán feltüntettük a két mintavétel összesített eredményeit. Ezek alapján megállapíthatjuk, hogy kezelés nélkül a csernozjom talaj nagyobb zöldtömeget eredményez, ami a talaj eredetileg is jobb tápanyag-szolgáltató képességének az eredménye. Homoktalaj esetén a Nyírkomposzt kisebb dózisa eredményezte a legnagyobb zöldtömeget. Ezt a komposztot a Nyírség-víz Zrt. és a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet közösen alakította ki, célzottan a Nyírségi savanyú homoktalajokra. A szerves anyag mellett olyan ásványi anyagokat tartalmaz, melyek a homoktalaj fizikai tulajdonságait javítják, mikroelem-készletét növelik. Emellett a másik két vizsgált komposzt kedvező hatása is megfigyelhető, hiszen mindkettő tartalmaz szerves anyagot. A komposztok hatását a tápanyag-tartalmuk felvehető-

sége is meghatározza (Vermes 1998, Kádár és Morvai 2007) ez a tulajdonságuk komposztonként eltérő. A komposztokkal biztosítható kiegyensúlyozott tápanyag-ellátottság kedvezően hat a talaj anyag- és energia-átalakító folyamataira, biodinamikájára, valamint a növények fejlődésére (Kátai 1999).

3. ábra: Összes zöldtömeg gyarapodás a két vizsgálati időszak alapján



Megjegyzés: az oszlopok fölötti különböző betűk a kezeléscsoportok közötti különbséget jelzik (Tukey teszt, $p < 0,05$)

Figure 3: Total green weight of the 2 sampling

Total green weight(1), Green weight (g pot⁻¹)(2), Treatments(3), Arenosol(4), Chernozem(5), Note: different letters above the columns indicate significant differences of means of the treatments (Tukey's test, $p < 0,05$)

A kisebb dózis kedvező hatását erősítette meg Simon és Sente (2000) korábbi vizsgálataiban kukorica növények esetében, míg Palágyi et al. (2008) kísérletei szerint a nagyobb dózisu szennyvíziszapok alkalmazása nagyobb növénytömeget eredményezett. Az egymásnak ellentmondó eredmények is a talaj-növény rendszer elemzésén alapuló megfelelő komposztválasztás fontosságára utalnak.

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a megfelelő komposzt kiválasztásánál a növény igényei mellett a talajok tulajdonságait is figyelembe kell venni. Csernozjom talajon legkedvezőbb hatása a Terrasol kis dózisának volt, míg az R-komposzt mindkét dózisa hasonló zöldtömeget eredményezett. Az agyagásványt is tartalmazó Nyírkomposzt a kontrollhoz képest kisebb zöldtömeget eredményezett, ami szintén a talaj-tulajdonságoknak megfelelő komposzt választásának szükségességét igazolja.

KÖVETKEZTETÉSEK

A különböző komposztok hatása a talajok nyújtotta eltérő környezeti feltételek között eltérő lehet. Ezek az eredmények hangsúlyozzák a komposztok minőségének erőteljes hatását a növények növekedésére és fejlődésére, így a helyes komposztválasztás jelentős gazdasági eredményt produkálhat. Általánosságban megállapítható, hogy a gyengébb minőségű homoktalajra kijutatott komposzt kedvezőbben befolyásolta a növényi produktum gyarapodását, hiszen itt a talaj eredeti

tápanyag-készletéhez képest erőteljes növekedést jelentett a komposztok bevitelére, míg ez a növekedés a csernozjom talajnál jóval kisebb volt. A szennyvíziszap komposztok, mint hulladékon alapuló anyagok, hatása semmivel sem maradt el az állati trágya alapú komposztétól, igazolva a szennyvíziszap komposztok alkalmazásának létjogosultságát a szántóföldi növénytermesztésben. Bár kísérleteinket tenyészedényben, kontrollált körülmények között végeztük el, ami csak részben értelmezhető a szántóföldi körülményekre, de

eredményeink jól összeesengenek a korábbi, mások által elvégzett kísérletekkel.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük a Nyírségvíz Zrt.-nek, a Zöld Völgy Közszolgáltató Nonprofit Kft.-nek és a DE AKIT Karcagi Kutatóintézetének, hogy kísérleteinkhez biztosították a komposztokat.

IRODALOM

- 36/2006. (V. 18.) FVM rendelet (2006): a terménynövelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról.
- 50/2001. (IV. 3.) Kormányrendelet (2001): a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól. Magyar Közlöny. 2001. 39: 2532–2543.
- Abbott, L. K.–Murphy, D. V. (2007): What is soil biological fertility? [In: Abbott, L. K.–Murphy, D. V. (eds.) Soil biological fertility – A key to sustainable land use in agriculture.] Springer. 1–15.
- Barzegar, A. R.–Yousefi, A.–Daryashenas, A. (2002): The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. *Plant Soil*. 247: 295–301.
- Cortellini, L.–Baldoni, G.–Toderi, G.–Nassisi, A. (1996): Effects on the content of organic matter, nitrogen, phosphorus and heavy metals in soil and plant after application of compost and sewage sludge. [In: de Bertoldi, M. et al. (eds.) *The Science of Composting*.] Blackie Academic & Professional. London. 457–468.
- Ferencz K.–Zvada M. (1984): Szennyvíziszap hatása karbonátos, humuszos homoktalajra. *Agrokémia és Talajtan*. 33: 426–442.
- Ferencz K.–Zvada M. (1991): Újabb adatok a szennyvíziszap öntözés hatásairól karbonátos humuszos homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan*. 40: 469–476.
- Filep Gy.–Tóthné Biró Á. (1980): Hazai talajok mineralizálható N-készletének és N-szolgáltatásának mérése és számítása. *Agrokémia és Talajtan*. 29. 1–2: 229–244.
- Hemmat, A.–Aghilinategh, N.–Rezainejad, Y.–Sadeghi, M. (2010): Long-term impacts of municipal solid waste compost, sewage sludge and farmyard manure application on organic carbon, bulk density and consistency limits of a calcareous soil in Central Iran. *Soil Tillage Res.* 108: 43–50.
- Kádár I.–Morvai B. (2007): Ipari-kommunális szennyvíziszap-terhelés hatásának vizsgálata tenyészedény-kísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. 56: 333–352.
- Kádár I.–Petróczi F.–Hámori V.–Morvai B. (2009): Kommunális szennyvíziszap, illetve vágóhídi hulladék komposzt hatása a talajra és a növényre szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. 58. 1: 121–136.
- Kátai J. (1999): Talajmikrobiológiai jellemzők változása trágyázási tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. 48: 348–359.
- Palágyi A.–Bayoumi Hamuda Hosam, A. F.–Tóth N.–Keckés M. (2008): Szennyvíziszappal kezelt *Medicago sativa* L. növekedésének és rizoszféra tulajdonságainak monitorozása modellkísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. 57: 113–132.
- Pascual, I.–Antoliz, C. M.–García, C.–Polo, A.–Sanchez-Díaz, M. (2007): Effect of water deficit on microbial characteristics on soil amended with sewage sludge or inorganic fertilizer under laboratory conditions. *Bioresource Technol.* 98: 29–37.
- Simon L.–Szente K. (2000): Szennyvíziszap komposzt hatása a kukorica nitrogéntartalmára, néhány élettani jellemzőire és hozamára. *Agrokémia és Talajtan*. 49. 1–2: 231–246.
- Steiner, C.–Teixeria, W. G.–Lehmann, J.–Nehls, T.–Vesconcelos de Macedo, J. L.–Beum, W. E. H.–Zech, W. (2007): Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant Soil*. 291: 275–290.
- Szabó A.–Balla-Kovács A.–Kremper R.–Kincses S.–Vágó I. (2012): A tápközeg és az angolperje (*Lolium perenne* L.) jelzőnövény P- és K-tartalmának alakulása különböző komposzt-dózisok alkalmazásakor – Talajtan a mezőgazdaság, a vidékfejlesztés és a környezetgazdálkodás szolgálatában. Talajtan Vándorgyűlés – Miskolc. 2012. augusztus 23–25. Talajvédelem Különszám. 459–468.
- Tamás J. (1995): A környezeti pufferkapacitás változása szennyvíziszapokkal terhelt talajokon. *Agrokémia és Talajtan*. 44. 3–4: 403–408.
- Tamás J.–Filep Gy. (1995): Nehézfémforgalom vizsgálata szennyvíziszapokkal terhelt mezőgazdasági területeken. *Agrokémia és Talajtan*. 44. 3–4: 419–427.
- Vermes L. (1998): Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 191.
- Zhang, M.–Heaney, D.–Henriquez, B.–Solberg, E.–Bittner, E. (2006): A four-year study on influence of biosolids/MSW compost application in less productive soils in Alberta: nutrient dynamics. *Compost Sci. Util.* 14: 68–80.

