

A légáteresztő képesség mérése szennyvíziszappal kezelt homoktalajok tömődöttségének jelzésére tartamkísérletben

Aranyos Tibor József¹, Tomócsik Attila¹, Orosz Viktória¹, Makádi Marianna¹, Antal Károly³, Blaskó Lajos²

¹ DE ATK Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza,

² DE MÉK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet, Debrecen

³ DE ATK Karcagi Kutatóintézet, Karcag

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A homoktalajok termékenységét fizikai szempontból elsősorban kis szervesetlen és szerves kolloid tartalmuk és az ebből adódó kedvezőtlen fizikai, vízgazdálkodási tulajdonságaik korlátozzák (VÁRALLYAY, 1984; STEFANOVITS et al., 1999).

E talajok szerves és szervesetlen kolloidtartalmának növelésére számos kísérlet folyt. EGERSZEGI (1953) homokjavítási módszere szerint a kovárványos barna erdőtalaj mintájára, szerves trágyának, vagy komposztnak különböző mélységbe történő forgatásával kolloidban gazdagabb sávokat hoztak létre, amivel a talaj víztartó képességének javulását érték el. A szerves kolloidtartalom szalma-trágyázással, erjesztett szalmával, zöldtrágyázással, vetésforgóval való befolyásolási lehetőségeiről a Westsik-féle vetésforgó szolgáltat eredményeket (MÁRTON, 1984; LAZÁNYI, 2001).

A hagyományos meszező anyagokon, szerves- és zöldtrágyákon és helyben kitermelhető anyagokon kívül a homoktalajok víz- és tápanyag-gazdálkodásának javítására sokféle bányászati és ipari termékekkel, illetve ezek felhasználásával készült javítóanyagokkal folytak vizsgálatok. Ezek között többféle anyag alkalmazásával kedvező eredményeket értek el. Ilyenek a lápföld (STEFANOVITS & FEKETE, 1984), a zeolitok (KAZÓ et al, 1982; KAZÓ, 1981; KÖHLER, 2003), a zeolittal kezelt hígtrágya (KAZÓ, 1981; KAZÓ et al, 1982), az illites agyag, a bentonitos meddőközet, a riolittufa és bazalt örlemény (KÖHLER, 2003), a barnaszén dezaggregátum és hígtrágya keverék (KAZÓ & BARNA, 1978), az agyaggal dúsított komposzt (KÖHLER, 1984), az olajpala (alginit) (SOLTI, 1987), a kohósalak, hulladék kovasav, szintetikus kalciumszilikát (BALOGH, 2001).

Az újabb kísérleti eredmények szerint a homoktalajok kolloidtartalmának növelésére potenciálisan alkalmas anyagok választéka és mennyisége tovább bővíthet a szennyvíztisztítás során keletkező iszapok felhasználásával készült komposztokkal (CSUBÁK & MAHOVICS, 2008; MAKÁDI, 2010)

Magyarország Európai Unió csatlakozása után a víz- és szennyvízhálózat kiépítettsége nagymértékben felgyorsult. 2012-ben a települések 58%-ában épült ki a csatornahálózat (Forrás: I₁). A csatornahálózat bővülésével egyenes

arányban nőtt a keletkezett szennyvíz mennyisége is, melynek kezelése, ártalmatlanítása, elhelyezése és hasznosítása komoly feladat elé állítja a szakembereket. A szennyvíztisztítás során leválasztott szennyvíziszap a szennyvíz térfogatának körülbelül 0,5-1 %-át teszi ki (KOC SIS, 2005). Korábban az iszap túlnyomó részét lerakóban vagy szeméttelen helyezették el, azonban a régi megszokott szeméttelen elhelyezés az uniós környezetvédelmi előírások átvételével már csak rövid ideig folytatható. A magas szervesanyag-tartalommal rendelkező szennyvíziszapok ártalmatlanítás után felhasználhatók tápanyag-utánpótlás céljából, a talajtermékenység növelésére (ZINATI et al., 2001).

A szennyvíziszapok kezelésének egyik módszerre a komposztálás (BENEDEK, 1977; TAMÁS, 1998; TAMÁS & BLASKÓ, 2008). A kutatások során nyert tapasztalatok azt mutatják, hogy a komposzt talajjavító hatása van a szerves- és ásványi kolloidokban szegény talajokon. A kezelés hatására javul a talaj vízgazdálkodása és tápanyag-szolgáltató képessége is. Irodalmi források szerint a talajba bedolgozott szerves anyagok hatására csökken a talaj térfogattömege, javul a talaj szerkezete, porozitása, nő a talaj víztartó képessége (MÜLLER, 1991; MARTENS & FRANKENBERGER, 1992, TURNER et al., 1994; WEBER et al., 2003; CELIK et al., 2004; ARTHUR et al., 2013).

Általában azokat a talajokat tekintik tömődöttnek, amelyek térfogattömege $1,50 \text{ g/cm}^3$ értéknél nagyobb, összes porozitása 40%-nál kisebb (BIRKÁS, 2002). A talajtulajdonságok és talajminőség értékelésre kiadott amerikai technikai segédlet homoktalajokon $1,69 \text{ g/cm}^3$ térfogattömeg értéktől kezdődően valószínűsíti a gyökérnövekedést gátló talajtömörödést (I_2).

Tömörödés hatására csökken a pórustér nagysága, gátolva a víz és a levegő áramlását. Tömődött talajokon a megváltozott transzport funkciók (csökkenő víz- és levegő áteresztő-képesség) korlátozhatják a gyökerek növekedését, pangóvízes rétegek alakulhatnak ki, oxigénhiány léphet fel, mely komoly termés csökkenést eredményezhet. A talajtömörödés mértékét általában a talaj térfogattömegének, penetrométeres ellenállásának és vízáteresztő képességének vizsgálatával jellemzik. Az utóbbi években a tömörödéssel összefüggő transzport funkciók jellemzésére egyre több kutató alkalmazza a légáteresztés mérést is (MOLDRUP et al., 2003; REICHERT et al., 2009; TANG et al., 2011; DUNAI et al., 2013).

A talajok légáteresztő képessége a talaj egységnyi vastagságú rétegének egységnyi keresztmetszetén, egységnyi mozgatóerő (nyomás) hatására időegység alatt átáramló levegő mennyisége. A mért értékekből információt kaphatunk a talaj gázfázisának mozgására és a talajok levegőzöttségére (GROENEVELT et al., 1984; MOLDRUP et al., 1998). A légáteresztő képesség nem csak a vizsgált talaj pórusrendszerének levegő-, illetve gázvezető képességéről nyújt információt, hanem fontos indikátora a talaj tömörödöttségének, szerkezet-stabilitásának, valamint víztartó- és vízvezető

képességének is. Értéke függ az aktuális víztartalomtól és a mátrix potenciáltól is (IVERSEN et al., 2003).

Hazai kutatók először a múlt század 50-es éveiben vizsgálták a talajok légáteresztő képességét. Megállapították, hogy a légáteresztő képesség a víztelítettség fokának növekedésével és a porozitás csökkenésével folyamatosan csökken (DI GLÉRIA et al., 1957).

DUNAI et al. (2008) egy talajszelvény különböző szintjeiből származó eredeti szerkezetű talajminták légáteresztését vizsgálták laboratóriumi módszerekkel. Mérésükhöz az UGT (Umwelt Geräte Technik GmbH München) által kifejlesztett PL-300 típusú permeamétert használták, mely készülék terepi és laboratóriumi mérésekre egyaránt alkalmas. A légáteresztő képesség-értékek alakulása és a minták pórusainak víztelítettsége között szoros kapcsolatot mutattak ki. Szintén megbízható összefüggést találtak a légáteresztő képesség és a talajminták mechanikai összetétele, valamint (az aggregátságot, ill. tömődöttséget kifejező) térfogattömege között. Terepi körülmények közt hazánkban elsőként szarvasgomba ültetvények porozitás-viszonyainak jellemzése során került sor a PL-300 típusú permeaméter használatára. SZÉPLÁBI és mtsai. (2012) megállapították, hogy a szántóföldi vízkapacitás közeli nedvességtartalmú talajrétegek mért légáteresztő képesség értékei jól korrelálnak a talajok térfogattömegével és a gravitációs pórusterék nagyságával.

A hazai és nemzetközi talajfizikai kutatásban új irányzat a különböző talajok légáteresztő képességének mérése és ennek a könnyen mérhető talajparaméternek a beépítése különböző pedotranszfer függvényekbe. Hazai tapasztalatok szerint többek közt a talajok apoláros szervesfolyadék-vezető képessége is nagy pontossággal becsülhető a talajok mechanikai összetételének, porozitásának és légáteresztő képességének ismeretében (MAKÓ et al., 2009).

A légáteresztés mérés eredményeinek értelmezési és interpretációs lehetőségeiről magyar nyelven DUNAI et al. (2013) közöltek részletes szemleciikket.

Vizsgálati anyag és módszer

Vizsgálatainkkal arra keresünk választ, hogy kovárványos barna erdőtalajon ismételten alkalmazott szennyvíziszap komposzt kezelés hogyan befolyásolja a talaj fizikai tulajdonságait és termékenységét. Jelen dolgozatunkban a talaj térfogattömegére, porozítására és légáteresztő képességére gyakorolt hatásokat mutatjuk be.

A DE ATK Nyíregyházi Kutatóintézetében 2003-ban állítottuk be kísérletünket komposztált szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználásának vizsgálatára. Ebben a tartamkísérletben vizsgáljuk a Nyírségvíz ZRt-vel közösen kifejlesztett szennyvíziszap komposzt készítményünk (Nyírkomposzt) rendszeres alkalmazásának talajfizikai, talajkémiai, valamint tesztnövényekre

gyakorolt hatását. A kísérletben felhasznált komposzt előállításához a szennyvíziszapot (40%) szerves (25% szalma) és ásványi összetevőkkel (riolit 30%, bentonit 5%) is kiegészítettük (a zárójelben közölt tömegszázalékos arányoknak megfelelően). A szennyvíziszap komposzt összeállításánál és felhasználásánál a 36/2006. (V.18.) FVM rendeletben előírt határértékeket vettük figyelembe. A vizsgált komposzt legfontosabb paramétereit az 1. táblázatban ismertetjük. A laborvizsgálatokat az SGS Hungaria Kft. végezte 2009-ben.

A komposztot eddig 4 alkalommal juttattuk ki, az istállótrágyához hasonlóan 3 évente 0, 9, 18 és 27 t/ha dózisban. Jelen dolgozatban közölt eredmények a 2009 őszen történt kijuttatás után 2011 novemberében vett talajminták vizsgálatából származnak.

1. táblázat

A 2009-ben kijuttatott szennyvíziszap komposzt legfontosabb paramétereit

Paraméter (10)	Érték (11)
pH (10%-os vizes szuszpenzióban) (1)	7,1
térfogattömeg (kg/dm ³ eredeti anyag) (2)	0,8
szárazanyag-tartalom (m/m% eredeti anyag) (3)	58,5
szervesanyag-tartalom (m/m% szárazanyag) (4)	25,7
vízben oldható összes sótartalom (m/m% szárazanyag) (5)	1,17
szemcseméret eloszlás 25,0 mm alatt (m/m% eredeti anyag) (6)	100
összes N-tartalom (m/m% szárazanyag) (7)	0,6
összes P ₂ O ₅ -tartalom (m/m% szárazanyag) (8)	1,5
összes K ₂ O-tartalom (m/m% szárazanyag) (9)	0,8

A kísérleti parcellák mérete 12 x 19 m. A talajmintákat két átló mentén vettük, hogy a lehető legjobban reprezentálja a mintaterületet. Az ismétlések száma: 5. A kísérlet vetésforgóban termesztett tesztnövényei a tritikálé (*Triticosecale* Wittmack), kukorica (*Zea mays* L.) és a zöldborsó (*Pisum sativum* L.). A terület jellegzetes talajtípusa a Kovárványos barna erdőtalaj, a 0-30 cm-es talajréteg legfontosabb kémiai és fizikai jellemzőit a 2. és 3. táblázatban foglaltuk össze (MAKÁDI, 2010). A tartamkísérlet beállításának célja a szennyvíziszap komposzt hosszabb távú hatásának vizsgálata volt.

2. táblázat

A vizsgált terület felső (0-30 cm) talajrétegének legfontosabb tulajdonságai

pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz % (1)	NO ₃ -N mg/kg (2)	P ₂ O ₅ mg/kg (3)	K ₂ O mg/kg (4)	Kötöttség (K _A) (5)
6,20	5,31	0,90	9,6	240,1	183,3	28

Forrás: MAKÁDI, 2010

3. táblázat

A vizsgált terület felső (0-30 cm) talajrétegének mechanikai összetétele

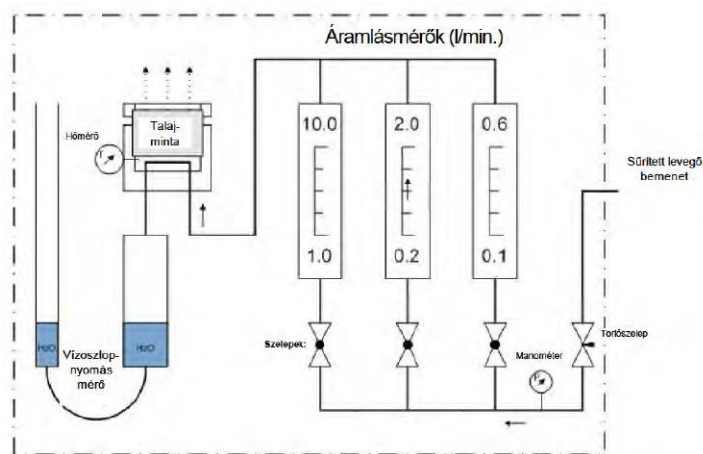
Szemcseátmérő mm (% m/m) (1)						
>0.25	0.25-0.05	0.05-0.02	0.02-0.01	0.01-0.005	0.005-0.002	<0.002
13,76	72,25	1,41	1,05	0,60	1,02	9,64

Forrás: MAKÁDI, 2010

A talaj tömődöttségének jellemzésére térfogattömeg, pF és légátjárhatóság méréseket végeztünk.

Az eredeti szerkezetű mintát igénylő laboratóriumi mérésekhez 100 cm³-es mintavevő csövekbe bolygatatlan talajmintákat vettünk 5-10 és 20-25 cm-es mélységekből. A talajfizikai laboratóriumi méréseket a Debreceni Egyetem ATK Karcagi Kutatóintézetében végeztük.

A talajminták térfogattömegének mérése 100 cm³ eredeti szerkezetű minták 105 °C-on történő szárítása után történt. A talaj légáteresztő képességének meghatározására Eijkelkamp M1-08.65 típusú készüléket használtunk. A műszer bolygatatlan talajminták levegővel szemben mutatott vezetőképességét méri. A Magyarországon gyakrabban használatos PL-300 típusú permeaméterrel szemben, ezzel a műszerrel csak laboratóriumban mérhető a talajok légáteresztő képessége (DUNAI et al., 2008). A készülék működtetéséhez 0,5 bar nyomásértékű száraz, tiszta levegőre van szükség. A PL-300 típusú készülékhez hasonlóan többféle mérőkamra használatára van lehetőségünk különböző átmérővel (50, 56, 100 mm). A mintán átáramló levegő mennyiségének mérése különböző érzékenységű áramlásmérők segítségével történt meghatározott légnyomáskülönbség érték (1 vízoszlop cm = 1 kPa) mellett. A mérés max. 10 perc alatt elvégezhető, és lehetővé teszi a talaj pneumatikus tulajdonságainak mennyiségi jellemzését. A különböző nedvességtartalmak hatásának kiküszöbölésére a légátjárhatóságot egységesen a pF 2,5 szívóerővel egyensúlyt tartó nedvességtartalom mellett határoztuk meg. A méréseket hat ismétlésben végeztük. A légátjárhatóság mérő készülék sematikus felépítését az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra

Eijkelkamp M1-08.65 típusú légátjárhatóság mérő készülék felépítése (Forrás: I₃)

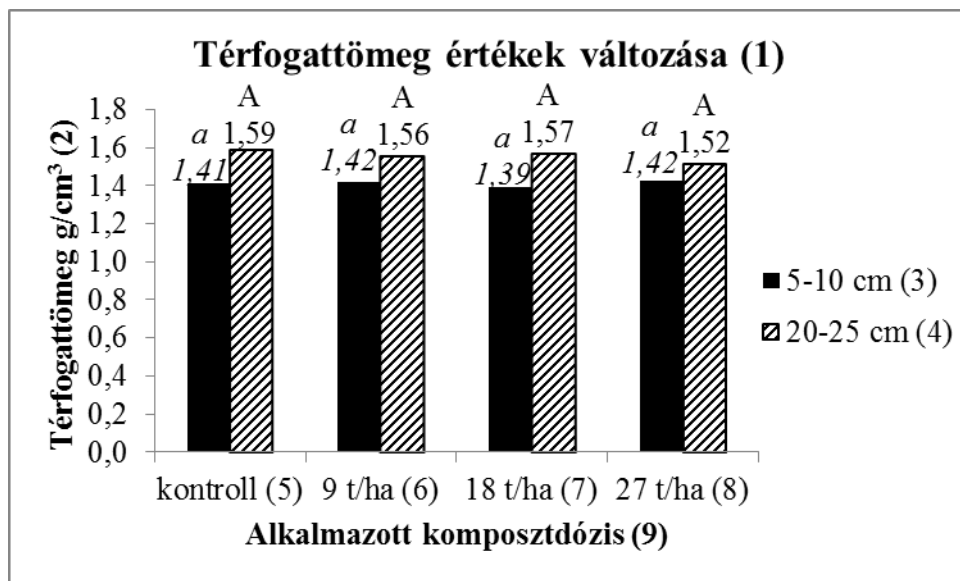
A talajok víztartó-képesség görbéjének (pF görbe) meghatározásához a homokágy-, homok/kaolinágy-, valamint a nyomás membrános készüléket használtuk (VÁRALLYAY,1984).

A terméseredmények kiértékeléséhez parcellaként négy folyóméternyi kukoricát takarítottunk be, és a kapott termésmennyiséget átszámoltuk t/ha mértékegységre.

A kezelések közötti eltérések statisztikai értékelése mélységenként külön-külön, egytényezős varianciaanalízissel, az SPSS 13.0 programcsomag alkalmazásával történt. Az elvégzett Levene teszt eredménye (Sig=0.077) alapján a varianciákat homogénnek tekintjük és a kezeléscsoportok összehasonlítására Tukey HSD-t választottuk, ami a nemzetközi irodalomban elterjedt módszer.

Vizsgálati eredmények

A térfogattömegben statisztikai módszerekkel igazolható eltérés nem volt a kezelések között. Szennyvíziszap kezelés hatására tendencia jellegű tömödöttség csökkenés a 20-25 cm-s talajrétegben volt. A felső talajrétegben a növekvő adag hatására nem volt kimutatható az alkalmazott dózissal arányos, következetes változás. Legnagyobb térfogattömeget a 9 t/ha és 27 t/ha kezelésekben, míg a legkisebb térfogattömeg értéket a 18 t/ha kezelésben mértük (2. ábra). A mélyebb, 20-25 cm-es réteget vizsgálva a kontroll és a 18 t/ha szennyvíziszap komposzttal kezelt terület talajában volt a legnagyobb a térfogattömeg.

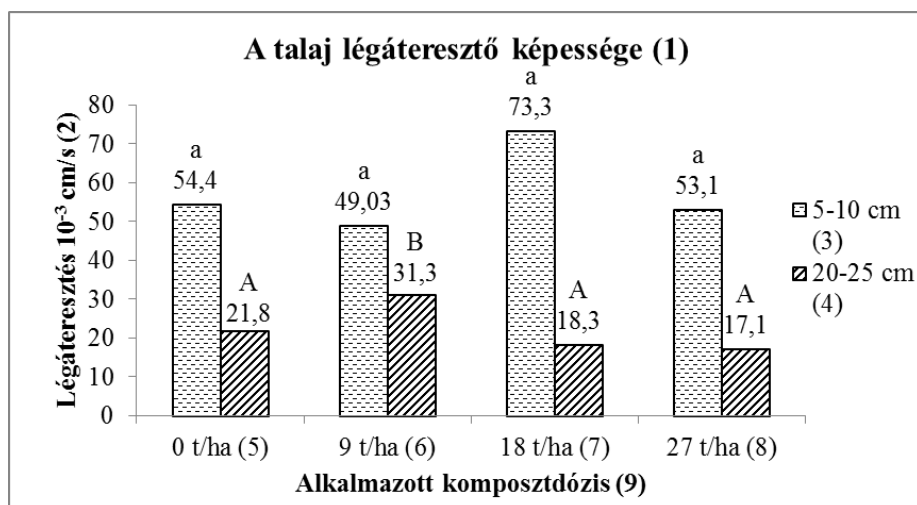


2. ábra

Térfogattömeg alakulása a kísérleti területen

a, A indexek: Tukey-teszt szerinti szignifikancia csoportok ($p < 0,05$) (10)

A légáteresztő képesség inkább a réteg mélysége, mintsem a komposztkezelés szerint különbözött. A felső, lazább réteg légáteresztő képessége lényegesen nagyobb volt, mint a mélyebb rétegből vett mintáké (3. ábra). Szembetűnően megnövekedett a levegő áteresztés a 18 t/ha-os komposzt adaggal kezelt talajban, azonban ez a növekedés statisztikailag nem volt igazolható. A mélyebb 20-25 cm-es rétegben szignifikánsan megnövekedett a 9 t/ha-os kezelés hatására a légáteresztés mértéke, a többi kezelés között azonban nem volt számottevő a különbség.

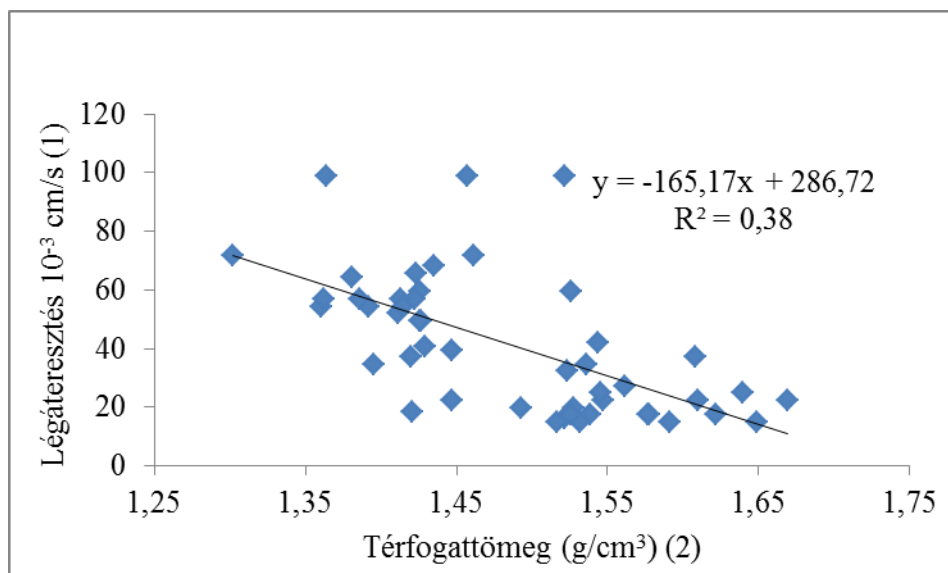


3. ábra

A talaj légáteresztő képességének változása

a, A-B indexek: Tukey-teszt szerinti szignifikancia csoportok ($p < 0,05$) (10)

A talaj térfogattömege és légáteresztése között a vizsgált mintaanyagban közepesen szoros korrelációt tapasztaltunk, a térfogattömeg értékek növekedésével fordított arányban áll a talaj légáteresztő képessége (4. ábra).



4. ábra

A térfogatömeg és légáteresztő képesség kapcsolata

A vizsgált talajminták víztartó-képesség görbéinek meghatározása alapján megállapítható, hogy a komposzt kezeléseknek hatása van a talajban tárolt víz mennyiségére.

Telítettségi állapotban (pF 0) minden egyes pórus vízzel kitöltött, a térfogati víztartalom egyenlő az összporozitással. A 4. táblázatban feltüntettük a talaj térfogatömege és a szilárd fázis sűrűsége alapján számított, valamint a pF 0 értékhez tartozó mért összporozitás értékeket. Míg a számított értékek között nincs statisztikailag bizonyítható különbség, addig a mért értékek között már szignifikáns eltérés tapasztalható.

A számított és a pF mérések alapján meghatározott összporozitás adatok egyaránt meghaladják a kritikus tömődöttség határértékének tekintett (BIRKÁS, 2002) 40%-os értéket (tehát a talaj nem tekinthető tömődöttnek). A talajrészecskék közötti hézagok összes térfogata az 5-10 cm-es talajrétegben a kontroll területen volt a legkisebb, míg a 27 t/ha komposzttal kezelt területen a legnagyobb.

4. táblázat

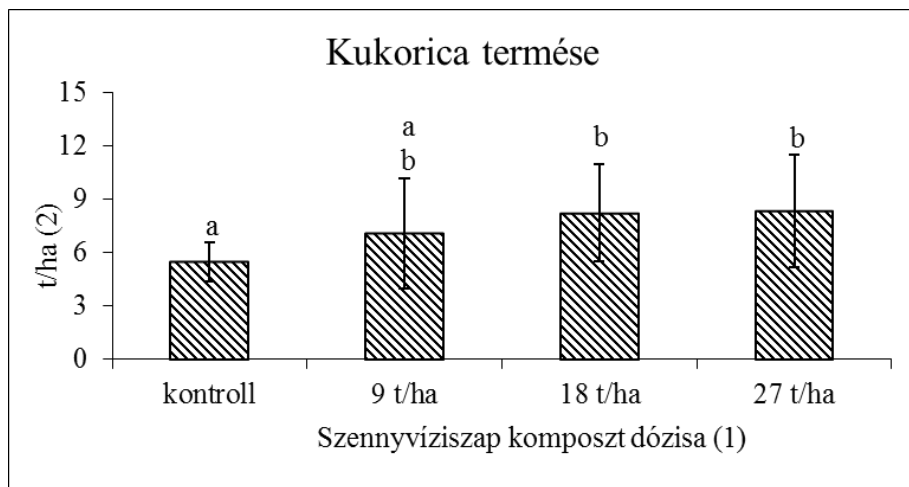
Számított és mért összporozitás értékek, valamint a hasznosítható víz mennyiségnek alakulása

a-c, indexek: Tukey-teszt szerinti szignifikancia csoportok (p<0,05) (9)

Kijuttatott komposzt (1)	Számított értékek (tf%) (2)		Mért értékek (tf%) (3)		Hasznosítható víz (tf%) (4)	
	5-10 cm	20-25 cm	5-10 cm	20-25 cm	5-10 cm	20-25 cm
kontroll (5)	46,77±1,25a	39,89±1,37a	43,19±1,11a	42,39±0,67a	5,93±0,62b	6,18±0,21ab
9 t/ha (6)	46,35±1,14a	41,70±0,74a	45,40±1,75ab	44,72±0,43bc	5,11±0,23a	6,29±0,06ab
18 t/ha (7)	47,78±1,06a	40,75±3,13a	46,55±1,23bc	43,82±1,38b	5,95±0,06b	6,53±0,42b
27 t/ha (8)	46,53±0,21a	42,46±0,22a	48,05±1,75c	45,92±0,54c	5,14±0,12a	5,78±0,01a

A szabadföldi vízkapacitás és a holtvíztartalom különbségeként számított hasznosítható víz mennyisége a kezeletlen és a 18t/ha kezelésben a legnagyobb a felső talajrétegben. A mélyebb, 20-25 cm-es rétegben is a 18 t/ha-os kezelésben a legnagyobb a növények számára is elérhető vízmennyiség.

A talaj fizikai tulajdonságai, mint a talaj szerkezete, tömődöttsége, víz- és levegőgazdálkodása erőteljes hatással vannak a növények fejlődésére, ezáltal a termésmennyiségre. Az 5. ábrán látható, hogy a mintaterületről a talajmintavétel előtt 2011-ben betakarított kukorica termése a 18 t/ha-os kezelésben volt a legnagyobb, a kontroll területen pedig a legkisebb. Ez összhangban van a növények számára felvehető, hasznosítható víz mennyiségével és a légáteresztés értékekkel.



5. ábra

Komposzt kezelés hatása a kukorica termésére

a-b indexek: Tukey-teszt szerinti szignifikancia csoportok ($p < 0,05$) (3)

Az eredmények értékelése

A külföldi szakirodalom szerint komposztkezelés hatására csökken a talaj térfogattömege (ZEBARTH et al., 1999; CELIK et al., 2004, ANGIN et al., 2013). Esetünkben nem figyelhetünk meg tendencia jellegű térfogattömeg csökkenést. A térfogattömeg és levegő-áteresztés értékek változásának értékelésében megnyilvánuló statisztikai bizonytalanság feltehető oka, hogy a térfogattömeg értékeket nemcsak a komposztkezelés befolyásolhatta, hanem a talaj heterogenitása is, ami különösen kifejezett az erősebben bolygatott, felső talajrétegben. Mivel a homoktalaj nem duzzad, valószínűsíthetően 2,5 pF-értéknél a mintavevő henger fala és a talajminta között hézag jöhet létre és ez okozhatja a mérési bizonytalanságot.

A felső talajréteg térfogattömege alatta maradt, a mélyebb talajrétegé viszont elérte a kritikus tömődöttség alsó határértékét. Az alsó talajrétegben a komposztkezelés légáteresztésre gyakorolt hatása kifejezettebbnek mutatkozik.

A kapott terméseredmények alapján, a komposztkezelés hatására a talaj fizikai tulajdonságaiban végbemenő változások kedvezően hatnak a növények fejlődésére, ezáltal a termés hozamra. A légáteresztő képesség határértékeire vonatkozóan nincs általánosan elfogadott irányszám. A régebbi irodalom (KMOCH, 1961) $100 \cdot 10^{-4} \text{ cm/s}$, az újabb forrás (HORN & FLEIGE, 2003) $55 \cdot 10^{-4} \text{ cm/s}$ értéknél jelöli meg a „nagyon nagy” légáteresztő-képesség küszöbértékét (5. táblázat).

5. táblázat

Légáteresztő képesség osztályozása Kmoch és Horn & Fleige szerint

Osztályozás (1)	Szerző (7)	
	KMOCH (1961)	HORN & FLEIGE (2003)
	Határértékek ($\cdot 10^{-4} \text{ cm s}^{-1}$) (8)	
Nagyon kicsi (2)	<10	<5,5
Kicsi (3)	10-22	5,5-12
Közepes (4)	22-46	12-25
Nagy (5)	46-100	25-55
Nagyon nagy (6)	>100	>55

A térfogattömeg és a légáteresztés közötti összefüggés (3. ábra) arra utal, hogy a tömörödés ezen a talajon is jelentősen befolyásolja a levegő mozgását. A térfogattömeg $1,3 \text{ g/cm}^3$ -ról $1,6 \text{ g/cm}^3$ -re való növekedése a légáteresztő képességet harmadára csökkentette, de a 4. táblázatban közölt irányértékeket figyelembe véve a vizsgált talaj még $1,6 \text{ g/cm}^3$ térfogattömeg értékeknél is „nagyon nagy” áteresztő képességgel rendelkezik, megerősítve azt a tapasztalatot, hogy a homoktalaj gyors transzport funkciói még nagyobb térfogattömeg esetén is fennmaradnak. A további ismeretszerzés céljából tervezünk terepi légáteresztő képesség, valamint talajeróziós vizsgálatokat, hogy összevethessük az adatokat a laboratóriumi mérések során tapasztaltakkal.

Összefoglalás

A komposztált szennyvíziszap alkalmas talajjavításra, mivel magas a szervesanyag-tartalma. A rendszeres komposztkezelés javítja a homoktalaj fizikai tulajdonságait, melyek nagymértékben befolyásolják a talajban lejátszódó kémiai és biológiai folyamatokat (az adszorpciós jelenségeket, az oxidáció-redukció feltételeit, az anyagtranszport lehetőségeit, a biológiai aktivitást, a tápanyagforgalmat), s ezeken keresztül a talaj termékenységét.

A Nyíregyházi Kutatóintézetben 2003-tól vizsgáljuk a szennyvíziszap komposzt tartamhatását kisparcellás kísérletben, melyben talajfizikai méréseket is végzünk a komposztkezelés hatásainak megállapítására. A komposzt 0, 9, 18 és 27 t/ha dózisban, és a következő összetételben került bedolgozásra a talajba: szennyvíziszap 40%, szalma 25%, riolit 30%, bentonit 5%. A kísérlet vetésforgóban vetett tesztnövényei a tritikálé (x *Triticosecale* Wittmack), kukorica (*Zea mays* L.) és a zöldborsó (*Pisum sativum* L.). A talaj térfogattömegének, víztartó-képesség görbéjének és a légáteresztő képességének meghatározására bolygatatlan talajmintákat vettünk az 5-10 és 20-25 cm-es talajmélységekből hat ismételtsben. A talajok víztartó-képességét a homokágy-, homok/kaolinágy-, valamint a nyomás membrános készülékkel

mértük. A talaj légáteresztő képességének meghatározására Eijkelkamp M1-08.65 típusú készüléket használtunk.

A kísérleti parcellák talajainak térfogattömeg értékeinél tapasztalt nagyfokú heterogenitás megmutatkozik a mért víztartó képesség és légáteresztő képesség értékek – kezelésektől kevésbé függő – nagy szórásában. A térfogattömeg és a légáteresztés között közepesen szoros kapcsolatot ($R^2=0,38$) tapasztaltunk. Megállapítottuk, hogy a vizsgált homoktalaj $1,6 \text{ g/cm}^3$ térfogattömeg mellett is - szántóföldi vízkapacitásnak megfelelő nedvességtartalom esetén - „nagyon nagy” légáteresztő képességgel rendelkezik.

A kapott terméseredmények alapján, a komposztkezelés hatására a talaj fizikai tulajdonságaiban végbemenő változások kedvezően hatnak a növények fejlődésére, ezáltal a termés hozamra.

Kulcsszavak: talajfizika, szennyvíziszap komposzt, légáteresztés

Köszönetnyilvánítás

“A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

Köszönjük a Nyírségvíz Zrt segítségét a kísérlet fenntartásában.

Felhasznált irodalom

ANGIN I., AKSAKAL L. E., OZTAS T., HANAY A., 2013. Effects of municipal solid waste compost (MSWC) application on certain physical properties of soils subjected to freeze thaw. *Soil & Tillage Research* **130**. 58–61.

ARTHUR E., SCHJØNNING P., MOLDRUP P., TULLER M. & DE JONGE L.W., 2013. Density and permeability of a loess soil: Long-term organic matter effect and the response to compressive stress. *Geoderma* **193-194**. 236-245.

BALOGH I., 2001. A talajjavító anyagok választékbővítésére vonatkozó kutatások főbb eredményei. Habilitációs tézisek. Kézirat, Karcag.

BENEDEK P., 1977. A szennyvíziszap elhelyezése és mezőgazdasági hasznosítása. Műszaki Könyvkiadó, Budapest

BIRKÁS M., 2002. Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés. Akaprint Kiadó, Budapest p. 345

CELIK, I., ORTAS, I. & KILIC, S., 2004. Effects of composts, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of Chromoxerert soil. *Soil & Tillage Research* **78**. 59–67.

CSUBÁK M. & MAHOVICS B., 2008. A kommunális szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításának tapasztalatai Talajvédelem különszám (szerk.: Simon L.) 217-226.

DI GLÉRIA, J., KLIMES-SZMIK, A. & DVORACSEK, M., 1957. Talajfizika és talajkolloidika. Akadémiai Kiadó. Budapest.

DUNAI A., MAKÓ A., HERNÁDI H., MIÓKOVICS E. & SZÉPLÁBI G., 2008. A talajok légáteresztő képességének laboratóriumi vizsgálata Talajvédelem különszám 2008 (Szerk.: Simon L.) 73-80.

DUNAI A., MAKÓ A. & BARNA GY., 2013. A talajok légáteresztő képessége. *Agrokémia és Talajtan* **62**. 415-426.

EGERSZEGI S., 1953. Homokterületeink termőképességének megjavítása „altalajtrágyázással”. *Agrokémia és Talajtan* **2**. 97-107.

GROENEVELT, P.H., KAY B.D. & GRANT C.D., 1984. Physical assessment of a soil with respect to rooting potential. *Geoderma* **34**. 101-114.

HORN R. & FLEIGE H., 2003. A method for assessing the impact of load on mechanical stability and on physical properties of soils, *Soil & Tillage Research*. **73**. 89–99.

IVERSEN, B.V., MOLDRUP P., SCHJØNNING P. & JACOBSEN O.H., 2003. Field application of a portable air permeameter to characterize spatial variability in air and water permeability. *Vadose Zone J.* **2**. 618-626.

KAZÓ B.; 1981. Homoktalajok melioratív javítása hígtrágya, barnaszén, zeolit dezaggregátumokkal. *Agrokémia és Talajtan* **30**. 1-2. 199-201.

KAZÓ B. & BARNA J., 1978. Hígtrágyák barnaszén meddővel való dezaggregálása a környezetvédelem és a mezőgazdasági hasznosítás szempontjából. METESZ Környezetvédelmi Bizottság Kiadványa, Budapest.

KAZÓ B., KARUCKA A. & KOCSIS I., 1982. Homoktalajok termékenységének fokozása zeolittartalmú talajjavító anyag felhasználásával. Hazai természetes zeolitok kutatása és felhasználása. Veszprém

KMOCH, H.G., 1961. Die Bestimmung der Luftdurchlässigkeit des Bodens und ihre Bedeutung für einige ackerbauliche Probleme. Verlag Gebr. Bornträger, Berlin

KOCSIS I., 2005. Komposztálás. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

KÖHLER M.; 1984. A homoktalajok termőképességének növelése dúsított agyagos komposzttrágyák felhasználásával. *Agrokémia és Talajtan*, **33**. 214-216.

KÖHLER M., 2003. Bentonitos meddő és a riolittufa örlemény felhasználása a növény-, a zöldség-, a gyümölcs-, és a szőlőtermesztésben. Tápanyaggazdálkodás. Östermelő gazdálkodók lapja. Február – március. 38-39.

LAZÁNYI J., 2001. A homoki gazdálkodás fenntartható rendszere. Debreceni Egyetem Kutató Központ. Nyíregyháza. 1-232.

MAKÁDI, M., 2010. Ásványi és szerves adalékanyagok hatása a nyírségi homoktalajok mikrobiológiai tulajdonságaira. Doktori Értekezés, Gödöllő

MAKÓ, A., ELEK, B., DUNAI, A. & HERNÁDI, H. 2009. Comparison of nonaqueous phase liquids' conductivity and air permeability of different soils, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40. (1) 787–799.

MARTENS, D. A. & FRANKENBERGER, W. T., JR., 1992. Modification of infiltration rates in an organic-amended irrigated soil. *Agron. J.* **84**. 707–717.

MÁRTON Á., 1984. Gyengén savanyú homoktalaj termékenységének növelése tarlón visszamaradt szalmatrágyával. *Agrokémia és Talajtan* **33**. 195-198.

MOLDRUP, P., POULSEN, T.G., SCHJØNNING, P., OLESEN, T. & YAMAGUCHI T., 1998. Gas permeability in undisturbed soils: Measurements and predictive models. *Soil Sci.* **163**.180-189

MOLDRUP, P. YOSHIKAWA, S. OLESEN, T. KOMATSUT. & ROLSTON, D. E., 2003. Air permeability in undisturbed volcanic ash soils: predictive model test and soil structure fingerprint. *Soil Science Society of American Journal* **67**. 32-40.

MÜLLER, G., 1991. Az agroökológia talajmikrobiológiai kérdései és az intenzív mezőgazdasági termelés. *Agrokémia és Talajtan*. **40**. 263-272.

REICHERT, J. M, BRANDT, A, HORN, R. REINERT, D.J.& GUBIANI, P. I., 2009. Mechanical properties and air and water permeability of three subtropical soils under different soil uses. *ISTRO 18th Triennial Conference Proceedings, Izmir- Turkey*. 3-6.

SOLTI G., 1987. Az Alginit. Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa Budapest.

STEFANOVITS P. & FEKETE J., 1984. A lápföldes homokjavítás értékelése. *Agrokémia és Talajtan*. **33**. 199-206.

STEFANOVITS P., FILEP GY. & FÜLEKY GY., 1999. *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó.

SZÉPLÁBI, G., SZEGLET, P., MAKÓ, A., BENCZE, B., 2012. Soil porosity investigations in truffle orchards. *Georgikon for Agriculture*. 15. 65-76.

TAMÁS J., 1998. Szennyvíztisztítás és szennyvíziszap elhelyezés, egyetemi jegyzet, Debreceni Agrártudományi Egyetem.

TAMÁS J. & BLASKÓ L.,2008. Környezettechnológia. E tankönyv (I₄) http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_kornyezettechnologia/a_datok.html

TANG, A. M., CUI, Y-J. C., RICHARD, G. & DÉFOSSEZ P., 2011. A study on the air permeability as affected by compression of three French soils. *Geoderma*. **162**. 171-181.

TURNER, M.S., CLARK, G.A., STANLEY, C.D. & SMAJSTRLA, A. G.,1994. Physical charecteristics of a sandy soil amended with municipal solid waste compost. *Soil Crop Sci. Soc. Florida Proc.* **53**. 24-26.

VÁRALLYAY GY., 1984. Magyarországi homoktalajok vízgazdálkodási problémái. *Agrokémia és Talajtan* **33**. 159-169.

WEBER, J., LICZNAR & M., DROZD, J., 2003. Changes in physical and physicochemical properties of sandy soil amended with composted municipal solid wastes. In: Lynch, J.M., Schepers, J.S. & Unver, I. (Eds.), *Innovative Soil-Plant Systems for Sustainable Agricultural Practices*. OECD Paris. 227–242.

ZEBARTH, B.J., NEILSEN, G.H., HOGUE, E., NEILSEN, D., (1999): Influence of organic waste amendments on selected soil physical and chemical properties. *Canadian Journal of Soil Science* 79, 501–504

ZINATI, G.M., LI, Y.C. & BRYAN, H.H., 2001. Utilization of compost increases organic carbon and its humin, humic and fulvic acid fractions in calcareous. *Soil Compost Sci. Util.* **9**. 156–162.

Internet források:

I₁: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_zrk002.html

I₂: <http://www.soils.usda.gov/technical/handbook/contents/part618.html>

I₃: <http://www.ejkelkamp.com>

I₄:

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_kornyezettechnologia/a_datok.html

36/2006. (V. 18.) FVM rendelet: a termésmnövelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról.

Bulk density and air-permeability of a sandy soil treated with sewage sludge compost in a long-term field experiment

Tibor Aranyos¹ – Attila Tomócsik¹ – Viktória Orosz¹ — Marianna Makádi¹

Lajos Blaskó²

¹ Research Institute of Nyíregyháza, University of Debrecen

² Institute of Water and Environmental Management, University of Debrecen

Summary

Sewage sludge compost is suitable to amend sandy soils because of its relative high organic matter content. Regular compost application improves the

physical properties of sandy soil. The physical properties of soils determine the chemical and biological processes (e.g. adsorption, oxidation-reduction processes, nutrient transport, biological activity), and thereby also the soil fertility.

In 2003 a plot experiment was set, where soil physical measurements have been carried out to determine the effects of compost treatment. The applied compost was prepared from sewage sludge (40%), straw (25%), bentonite (5%) and rhyolite (30%). The small-plots were treated with 0, 9, 18 and 27 t ha⁻¹ compost. Test plants are triticale (x *Triticosecale* Wittmack), green pea (*Pisum sativum* L.) and maize (*Zea mays* L.). To determine the bulk density, water retention curve and air-permeability of the soil, undisturbed soil samples were collected from the 5-10 and 20-25 cm soil layers in 6 replications. To determine the soil water retention curve we used the sandbox, sand/kaolin box and pressure membrane apparatus. The air-permeability of an undisturbed soil sample was measured by the Eijkelkamp M1-08.65 air permeability apparatus.

The high degree of heterogeneity of soil bulk density in experimental plots is reflected in high standard deviation - less dependent treatments - of the measured water retention and permeability values.

Between bulk density and air conductivity was a medium strong correlation ($R^2=0.38$). It can be stated that the tested sandy soil also at 1.6 g/cm³ bulk density has "very high" permeability.

According to the yield results, after compost application the changes in the physical properties of soil had a positive impact of plant development, so that the yield.

Keywords: soil physics, sewage sludge compost, air-permeability

Table 1. The main parameters of sewage sludge compost applied in 2009 pH (in 10% aqueous suspension) (1), Bulk density (kg dm⁻³ original matter) (2), Dry matter content (m/m% dry matter) (3), Organic matter content (m/m% dry matter) (4), Water soluble total salt content (m/m% dry matter) (5), Texture distribution below 25.0 mm (m/m%) (6), Total N content (m/m% dry matter) (7), Total P₂O₅ content (m/m% dry matter) (8), Total K₂O content (m/m% dry matter) (9), Parameter (10), Value (11).

Table 2. The most important characteristics of the studied upper soil layer (0-30 cm)

Humus (%) (1), NO₃-N mg kg⁻¹ (2), P₂O₅ mg kg⁻¹ (3), K₂O mg kg⁻¹ (4), Bound (5)

Table 3. The mechanical composition of the studied upper soil layer (0-30 cm)

Particle size ((mm (m/m%))) (1)

Table 4. Calculated and measured porosity values, as well as the amount of plant available water

Applied compost (1), Calculated porosity V/V% (2), Measured porosity V/V% (3), Plant available water content V/V% (4), 0 t ha⁻¹ compost treatment (5), 9 t ha⁻¹ compost treatment (6), 18 t ha⁻¹ compost treatment (7), 27 t ha⁻¹ compost treatment (8), a-c, A-C indexes: According to Tukey's test for significance groups (p<0.05) (9)

Table 5. Classification of air permeability according to Kmoch and Horn & Fleig

Classification (1), Very low (2), Low (3), Mean (4), High (5), Very high (6), Authors (7), Limit values (8)

Figure 1. The structure of Eijkelkamp M1-08.65 air permeability apparatus

Figure 2. Changes in the soil bulk density in the studied soil layers

Changes in the soil bulk density (1), Bulk density g cm⁻³ (2), 5-10 cm soil layer (3), 20-25 cm soil layer (4), 0 t ha⁻¹ compost treatment (5), 9 t ha⁻¹ compost treatment (6), 18 t ha⁻¹ compost treatment (7), 27 t ha⁻¹ compost treatment (8), Applied compost doses (9); a, A indexes: According to Tukey's test for significance groups (p<0.05) (10)

Figure 3: Changes in the air-permeability of the soil

Air-permeability of soil (1), Air-permeability 10⁻³ cm s⁻¹ (2), 5-10 cm soil layer (3), 20-25 cm soil layer (4), 0 t ha⁻¹ compost treatment (5), 9 t ha⁻¹ compost treatment (6), 18 t ha⁻¹ compost treatment (7), 27 t ha⁻¹ compost treatment (8), Applied compost doses (9); a, A-B indexes: According to Tukey's test for significance groups (p<0.05) (10)

Figure 4: Correlation between bulk density and air-permeability

Air-permeability 10⁻³ cm s⁻¹ (1), Bulk density g cm⁻³ (2)

Figure 5: The effect of compost treatment on mais yield

Compost treatments at the rates of 0, 9, 18 and 27 t ha⁻¹ (1), t ha⁻¹ (2), a-b indexes: According to Tukey's test for significance groups (p<0.05) (3)