

## A komposzt-homogenitás vizsgálatának új lehetőségei szennyvíziszap alapú komposztprizmák esetében

Hunyadi Gergely – Bíró Tibor – Mézes Lili –  
Tamás János

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,  
Mezőgazdaságtudományi Kar,  
Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék, Debrecen  
ghunyadi@gissserver1.date.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

*A komposzt homogenitás vizsgálatának hatékony, kidolgozott módszere eddig nem ismert. Az eddig leggyakrabban alkalmazott módszer a szemcseeloszlás vizsgálata. Ez a módszer azonban időigényes, és nagy mintaszámot igényel. A kutatás célja egy olyan vizsgálati módszer kidolgozása, amellyel hatékonyan lehet meghatározni a komposztprizma homogenitását. A kutatás során olyan szennyvíziszap alapú komposztprizmákat vizsgáltunk, amelyben a szennyvíziszaphoz fűrészport adtunk adalékul.*

*A meghatározás alapját az alapanyagok eltérő tulajdonságai adták. Ennek megfelelően a komposztprizma homogenitását a nedvességtartalom, a nehézfém-tartalom, valamint a gázeloszlás alapján határoztuk meg.*

*A vizsgált eljárások közül a gáztartalom vizsgálata a leghatékonyabb. Bár eszközigénye költséges, mégis számos előnye ezt a hátrányát kompenzálja. A gázeloszlás vizsgálata kiküszöböli a mintavételezés problémáját, a mérés a helyszínen történik. A homogenitáson kívül lehetőséget biztosít a szennyező-gáz kibocsátás becslésére, illetve a komposzt-érettség, valamint a degradáció hatékonyságának meghatározására is.*

**Kulcsszavak:** komposztálás, szennyvíziszap, homogenitás, gázeloszlás

### SUMMARY

*There is no effective method of homogeneity measurement of compost prism. The most frequently used technology is the examination of the particle distribution. This method needs a lot of time and large number of samples. The aim of our research is establishing different effective methods to determine the homogeneity of compost prisms. During our work, we examined the homogeneity of a prism made of sewage sludge and saw-dust mixture.*

*The measurements were based on the different properties of raw materials. According to this we examined the homogeneity by moisture content, heavy metal content and gas distribution measurements.*

*The most effective method is the measurement of gas-concentration. Although gas-concentration measurements it need special equipment it has more advantages than the other methods. The examination of gas-distribution compensates the problem of sampling because the measurement is direct. It provides the opportunity to estimate the amount of emitted toxic gases and to determine the maturity of the compost and the effectiveness of the degradation.*

**Keywords:** composting, sewage sludge, homogeneity, gas-distribution

### BEVEZETÉS

Az elmúlt években mind a hazai szabályozás, mind az Európai Unió előírásai egyre nagyobb figyelmet fordítanak a biológiailag bontható hulladékok ártalmatlanításainak lehetőségeire. Az ilyen típusú hulladékok – csakúgy, mint a szennyvíziszap – hulladéklerakókban történő elhelyezése környezetvédelmi szempontból nem támogatható, ezért a szennyvíziszap felhasználását a mezőgazdaságban kell megoldani (komposztálás, biogáz előállítás).

Az Európai Unió deponálási irányelve előírja a depóniákban elhelyezett hulladék szerves összetevőinek a csökkentését. Ez az Unió tagállamaiban előmozdította a komposztálás elterjedését, elterjesztését, így a minőségi paraméterek fejlesztését is. Az Unió keleti bővítéseit követően a hulladékokból létrehozott másodlagos termékek piaca is kibővült. Nagy kereslet mutatkozik a kedvező beltartalmi értékekkel rendelkező tápanyagpótló termékek iránt. Az egységes kereskedelmet és a termékek megítélését egy átfogó minősítési rendszer teheti lehetővé.

A szennyvíziszap kiváló komposztalapanyag, kedvező tápanyagtartalma nagymértékben nem változik a degradáció során (Tamás, 1998), de mezőgazdasági alkalmazhatóságát magas nehézfém-tartalma jelentősen korlátozhatja (Simon et al., 2000; Kovács és Füleky, 2007).

A szennyvíziszap komposztálása nem kizárólag hulladékártalmatlanítási eljárás, hanem célja egy olyan kezelési eljárás, amely a termelői szennyvíziszap térfogatát csökkenti, szervesanyag-tartalmát stabilizálja, ráadásul a tápanyag-gazdálkodásban kedvező tulajdonságokkal rendelkező végterméket eredményez (Uri et al., 2005).

A komposztok felhasználhatósága érettségüktől és stabilitásuktól függ. Az érettségen a komposztok fizikai, kémiai és biológiai stabilitását értik (Mathur et al., 1993). A komposztok eltérő érettsége azon alapul, hogy a különböző összetevők hogyan cserélődnek ki, főleg az oldható komponensek, az oldható szén, az oldható frakció C/N és respirációs hányada, ami összefüggésben van az oldható szerves anyaggal (Gouleke, 1986).

A komposztálás hatékonyságát a komposzt-receptura homogenitása, szemcseeloszlása, oxigénháztartása, nedvességtartalma, valamint C/N aránya határozza meg (Petróczi és Késmárki, 2003).

Az optimális degradációs körülmények meghatározásának alapját a kiindulási anyagok helyes megválasztása jelenti (Aleksza és Dér, 1998). A degradációs folyamatot, illetve a termelődő toxikus gázok mennyiségét, a termelődés ütemét a komposzt-receptura – azaz a kiindulási anyagok keverési aránya –, valamint a megfelelő előkezelési technológiák alkalmazása jelentősen befolyásolják (Kocsis, 2005).

A komposztprizma homogenitása szintén kihat a degradáció sebességére, a folyamat hatékonyságára.

Homogén prizmában a lebomlás intenzitása egyöntetű a teljes prizmában, a prizma méretétől függetlenül. A homogén körülmények kialakítása azonban nehézségekbe ütközik: a keverések számának növelése nélkülözhetetlen, ez azonban jelentős költséget jelent (Amlinger et al., 2004).

Maga a homogenitás meghatározása sem egyszerű, hiszen nincsen olyan kidolgozott, hatékony eljárás, amely megbízható eredményt ad. A homogenitás meghatározására legtöbb esetben a szemcseeloszlás-vizsgálatot alkalmazzák (Haug, 1993).

A szemcseeloszlás-vizsgálat kiváló alapját képezi a homogenitás meghatározásának, de nagyszámú mintavételezés és nagy mennyiségű minta szükséges. A minták kiértékelése nem gazdaságos és időigényes.

A kutatás célja egy olyan vizsgálati módszer kidolgozása, amellyel hatékonyan lehet meghatározni a komposztprizma homogenitását. A kutatás során olyan szennyvíziszap alapú komposztprizmákat vizsgáltunk, amelyekben a szennyvíziszaphoz fűrészpórt adtunk adalékul. A mintavételi pontokat a prizma különböző magassági és mélységi pontjaiban jelöltük ki. A meghatározás alapját az alapanyagok eltérő tulajdonságai adták. Ennek megfelelően a komposztprizma homogenitását a nedvességtartalom, a nehézfém-tartalom, valamint a gázeloszlás alapján határoztuk meg.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatás helyszíne az A.K.S.D. Kft. debreceni komposztáló telepe volt, ahol nyílt prizmás szennyvíziszap alapú komposztálási technológiát alkalmaznak.

A vizsgált prizma 40 m hosszú, 4 m széles és 1,6 m magas volt. A komposztálás során adalékanyagként fűrészpórt alkalmaztunk a szennyvíziszap mellett. A degradáció hatékonyságának növelése érdekében 2,5 tf%-ban oltóanyagot használtunk.

A komposztprizma átkeverésére TOPTURN típusú keverőgépet alkalmaztunk.

A vizsgálatokhoz a mintavételi pontokat különböző mélységben és magasságban jelöltük ki a prizma hossz- és keresztmetszvényeiben. A mintavételezéshez EIJKELKAMP típusú talajfűrőt használtunk.

A gáztartalom mérése OLDHAM MX 21 típusú hordozható multigáz érzékelő műszerrel történt. Egyidejűleg maximum 4 különböző gázt képes érzékelni speciális érzékelő cellák segítségével, melyek egy-egy csatornának felelnek meg. A

mérhető gázok: éghető gázok (metán, propán, bután, stb.), toxikus gázok (szénmonoxid, hidrogén-szulfid, klór, ammónia, stb.) és oxigén.

A műszer szivattyú rendszerrel, egy gáz-befecskendező fedéllel van felszerelve, így a nehezen hozzáférhető helyeken is képes a gázmennyiséget érzékelni.

A kapott eredményt alfanumerikus kijelző jelzi ki, toxikus gázok esetén ppm-ben, éghető gáz esetén pedig térfogatszázalékban.

A mérőműszert olyan speciális rozsdamentes acélból készült mérőrúddal egészítettük ki, amely lehetőséget biztosított a komposztprizma gázkomponens-koncentrációjának közvetlen mérésére.

A mérőrúd rozsdamentes, saválló acélból készült, belső átmérője 14 mm, maximális mérési mélysége 1,5 m.

A relatív nedvességtartalmat a prizmákból vett mintákban elemeztük. A mintákat 105 °C-on szárítottuk. A nedvességtartalmat a tömegvesztéséből határoztuk meg.

A nehézfém-tartalom méréséhez a minták előkészítésére van szükség. A minta előkészítés roncsolás mentes technikával történt. A mintát átkevertük, kiterítettük, szobahőmérsékleten száradni hagytuk. Száradás után a komposztot daráltuk, porcelán mozsárban aprítottuk, s két mm-es szitán átszitáltuk. Az így előkészített minta 50 g-ját mintavevő zacskóba helyeztük, légmentesen lezártuk.

Az elemtartalom mérését második generációs, röntgen fluoreszcenciás spektrometria elvén működő miniatürizált röntgensövet alkalmazó, FPXRF NITON XLt 700 műszerrel végeztük. Az FPXRF teljes elemtartalom mérését teszi lehetővé, figyelembe véve a mátrixhatásokat is, amelyek Compton normalizációval kerülnek korrekcióra.

A méréseket belső kalibráció, valamint standardokkal külső ellenőrző mérések előzték meg. A mérést tömörített mintákkal, vékony fólián át a készülék által meghatározott időegységig végeztük. Minden mérést háromszor ismételtünk, és az eredmények átlagát tekintettük az összehasonlító elemzés alapjául.

A kapott adatokat Golden Software Surfer 8 2,5 dimenziós felületszerkesztő programmal elemeztük.

## EREDMÉNYEK

A kutatás során a komposztprizma teljes hossz-szelvény-térképezését elvégeztük. Az 1. ábra nedvességtartalom eloszlását szemlélteti 0,5 m-es mérési mélységben.

Az ábrán látható, hogy a nedvességtartalom eloszlása nem volt homogén a komposztprizma hossz-szelvényében. A nedvességtartalombeli különbségeket a szennyvíziszap és az adalékanyagként alkalmazott fűrészpórt eltérő tulajdonsága adja. Azokban a mérési pontokban, ahol a szennyvíziszap mennyisége dominált, ott a nedvességtartalom is magasabb volt (világosabb pontok az eloszlásgörbén). A sötétebb foltok az alacsonyabb nedvességtartalmat jelölik. Ezekben a

pontokban a fűrészpor aránya volt a meghatározó, a fűrészpor ugyanis nedvszívó hatása révén befolyásolta a keverék nedvességtartalmát.

1. ábra: A nedvességtartalom horizontális eloszlása 0,5 m-es mérési mélységben (m/m%)

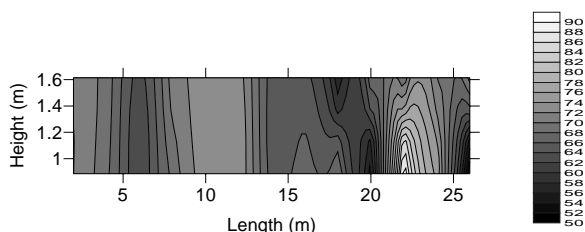


Figure 1: The horizontal distribution of moisture content in 0.5 m measuring depth (m/m%)

Az ábrán látható, hogy nincsen összefüggés a nedvességtartalom és a mérési magasság között. A különböző nedvességtartalmú pontok kialakulása a nem megfelelő keverési technológia és az inhomogén viszonyok eredménye.

A prizma hossz-szelvényében vizsgáltuk a nehézfémek eloszlását is. A 2. ábra a ppm-ben mért cink eloszlását szemlélteti 0,5 m-es mérési mélységben.

2. ábra: A cink horizontális eloszlása 0,5 m-es mérési mélységben (mg/kg)

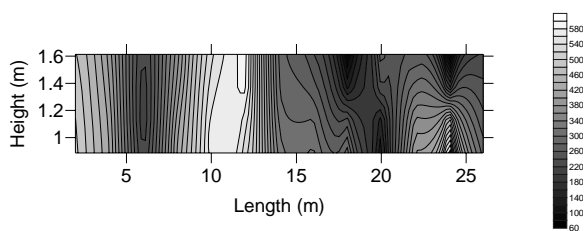


Figure 2: The horizontal distribution of Zn in 0.5 m measuring depth (mg/kg)

Az eloszlás a cink esetében sem volt homogén. A szennyvíziszap magas nehézfém-tartalma mutatkozott meg ebben az eloszlás-vizsgálati módszerben. Azokban a pontokban, ahol a cink mennyisége nagyobb volt, ott a szennyvíziszap-mennyisége dominált. A sötét foltok a fűrészpor nagyobb arányát mutatják.

A 3. ábra a vas-eloszlását szemlélteti ugyanabban a mérési mélységben. Az ábrán látható, hogy az eloszlás hasonló a cinkéhez.

Összehasonlítva a nedvességtartalom és a nehézfém-tartalom eloszlási görbéit, megállapíthatjuk, hogy mindkét mérési módszer a prizma inhomogenitását igazolja. Azok a pontok, ahol a szennyvíziszap mennyisége dominál, mindegyik eloszlási görbén hasonló módon helyezkednek el.

Az oxigén horizontális eloszlását szemlélteti a 4. ábra.

3. ábra: A vas horizontális eloszlása 0,5 m-es mérési mélységben (mg/kg)

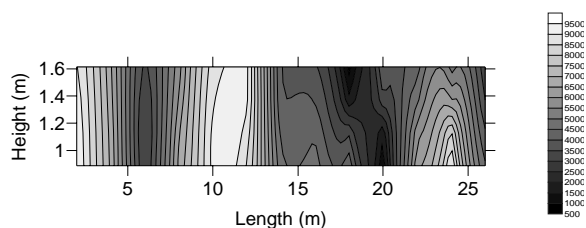


Figure 3: The horizontal distribution of Fe in 0.5 m measuring depth (mg/kg)

4. ábra: Az oxigén horizontális eloszlása 0,5 m-es mérési mélységben (m/m%)

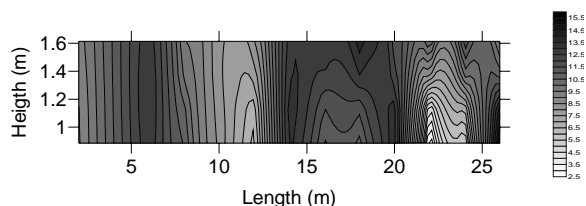


Figure 4: The horizontal oxygen-distribution of the prism in 0.5 m measuring depth (m/m%)

Az oxigén horizontális eloszlása hasonló képet mutat, mint a nedvességtartalom és nehézfém-tartalom eloszlásgörbéje.

A színskála eltérő irányú az eddigi ábrákéhoz képest. A nagyobb nedvességtartalom és nehézfém-tartalom – azaz a szennyvíziszap nagyobb aránya – kisebb oxigén-koncentrációhoz köthető.

Azokban a pontokban, ahol nagyobb volt a szennyvíziszap mennyisége, anaerob körülmények alakultak ki, a degradációs folyamatok lelassultak. Ezekben a pontokban a fűrészpor szerkezetstabilizáló hatása nem érvényesül, illetve ezek a göcek lassabban melegszenek fel.

Az anaerob körülmények kialakulását az ammónia megnövekedett mennyisége is igazolja (5. ábra).

5. ábra: Az ammónia horizontális eloszlása 0,5 m-es mérési mélységben (mg/kg)

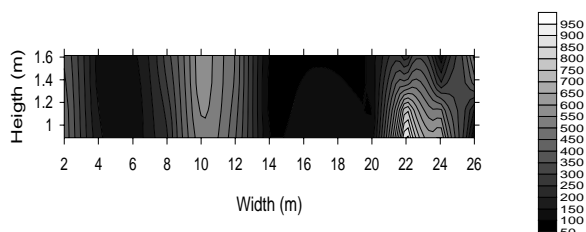


Figure 5: The horizontal ammonia-distribution of the prism in 0.5 m measuring depth (mg/kg)

## **KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK**

A komposztprizmák homogenitásának vizsgálatára eddig nincs hatékony, kidolgozott módszer. A leggyakrabban alkalmazott mérési eljárás a szemcseeloszlás vizsgálata. Ez az eljárás meglehetősen időigényes, illetve nagy mintaszámot és anyagmennyiséget igényel.

A nedvességtartalom és a nehézfémek eloszlása ugyanazt az eredményt adta. A nehézfém-tartalom meghatározása költséges megoldás, speciális eszközre van szükség a kivitelezéshez, illetve összetett minta-előkészítést igényel.

A nedvességtartalom eloszlásán alapuló mérés egyszerű és olcsó, kizárólag tömegmérést igényel, a minta-előkészítést pedig a mérés magába foglalja.

A hibalehetőség a nedvességtartalmon és nehézfém-tartalmon alapuló mérések esetében viszonylag nagy, hiszen a mérés kivitelezéséig több lépés szükséges: mintavételezés, a minta szállítása, a

minta előkészítése a vizsgálatokhoz. A mintavételezés időigényes, illetve a minta nem tükrözi hűen a prizma tulajdonságait.

A leghatékonyabb eljárás a gáz-koncentráció mérése. Bár speciális az eszközigénye, számos kedvező tulajdonsággal bír.

A gázeloszlás mérése kiküszöböli a mintavételezés problémáját, hiszen a mérésre közvetlenül a prizmában kerül sor. A közvetlen mérés azonnali beavatkozásra ad lehetőséget.

A mérés lehetőséget biztosít a toxikus gázok koncentrációjának mérésére, a komposztérettség meghatározására, valamint a lebontás hatékonyságának elemzésére.

## **KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

A kutatás a BAROSS-2-2007-0027 projekt keretében valósult meg.

## **IRODALOM**

- Aleksza L.-Dér S. (1998): A komposztálás elméleti és gyakorlati alapjai. Bio-Szaktanácsadó Bt. Gödöllő.
- Amlinger, F.-Favoino, E.-Pollak, M. (2004): Heavy metals and organic compounds from wastes used as organic fertilisers, Compost – Consulting and Development, Technical Office for Agriculture, Austria. 60-65.
- Gouleke, G. G. (1986): Compost research accomplishments and needs. BioCycle. 27: 470-43.
- Haug, R. T. (1993): The practical handbook of compost engineering. Lewis Publishers. 3-10.
- Kocsis I. (2005): Komposztálás. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. 43-44.
- Kovács, N.-Füleky, Gy. (2007): Heavy metal sorption of Compost materials. Cereal Research Communications. 35: 653-656.
- Mathur, S. P.-Owen, G.-Dinel, H.-Schinitzer, M. (1993): Determination of Compost Biomaturity I. Literature Review. Biological Agriculture and Horticulture. 10: 65-85.
- Petróczi F.-Késmárki I. (2003): A komposztálás jelentősége. Acta Agronomica Óváriensis. 45. 2: 203-213.
- Simon L.-Prokisch J.-Győri Z. (2000): Szennyvíziszap komposzt hatása a kukorica nehézfém-akkumulációjára. Agrokémia és Talajtan. 49: 247-255.
- Tamás J. (1998): Szennyvíztisztítás és szennyvíziszap-elhelyezés. Debreceni Agrártudományi Centrum. Debrecen.
- Uri Zs.-Lukácsné Veres E.-Kátai J.-Simon L. (2005): Települési szennyvíziszapok hatása a talaj mikroorganizmusaira és enzimaktivitására. Agrokémia és Talajtan. 54: 439-450.