

Termékorientált szennyvíziszap komposztálási technológiák kidolgozása az AKSD Kft. gyakorlatában

Hunyadi Gergely¹ – Bíró Tibor¹ –
Tamás János¹ – Piskolczy Miklós²

¹Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,
Mezőgazdaságtudományi Kar,

Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék, Debrecen

²AKSD Városgazdálkodási Kft., Debrecen

ghunyadi@gissserver1.date.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Az utóbbi évek Európai Unió elírásai egyértelműen fogalmazzanak a tekintetben, hogy a biológiailag kezelhető hulladékokat biogáztermelésre, vagy komposztálásra kell használni. A szennyvíziszap közvetlen mezőgazdasági felhasználását a káros mikroelem-tartalom nagymértékben korlátozza, azonban komposztalapanyagként jól hasznosítható. A korlátozó tényezők megfelelő receptúra- és technológiai variánsok kidolgozásával megszüntethetőek, pontos meghatározásával stabil, állandó minőségű végtermék nyerhető. A keletkező komposzt, mint minősített termék, morzsálékos szerkezetű, jó víztartó kapacitással rendelkező homogén humuszanyag, gyommagmentes és nem tartalmaz semmilyen patogén szervezetet. Talajsavanyító hatása nincs, makro- és mikroelem-tartalma miatt kedvezően alkalmazható tápanyag-visszapótlásra.

Kulcsszavak: komposztálás, szennyvíziszap, mikroelem-tartalom, tápanyag-visszapótlás

SUMMARY

In recent years the regulations of the EU unambiguously determine that the biodegradable wastes should be used for biogas production or composting. The direct use of sewage sludge in agriculture is limited by its hazardous microelement content, but it can be used effectively in composting. The limitation parameters can be extinguished with correct compost-mixture and technology variants. The exact determination of the technologies and mixtures result a stable, constant quality product. The compost, as a classified product, is friable structured. The end-product is a homogeneous mould with good water capacity, does not contain any weed seeds and pathogenic organisms. The compost does not have a acidify effect on the soil. It is an effective fertilizer thanks to its macro and microelement content

Keywords: composting, sewage sludge, microelement content, fertilization

BEVEZETÉS

A Nemzeti Települési Szennyvízelvezetési és -tisztítási Megvalósítási Program célkitűzéseinek teljesítésével egyre növekvő mennyiségű szennyvíziszap keletkezésével kell számolnunk az elkövetkezendő 7-8 évben. Az uniós elveket és a realitásokat szem előtt tartva a kommunális szennyvíziszapot döntő mértékben mezőgazdasági úton kell hasznosítani. A szennyvíziszap önmagában is jelentős növényi tápanyag potenciállal bír, de

szántóföldi elhelyezhetőségét káros mikroelem-tartalma nagymértékben korlátozza. Komposztalapanyagként ugyanakkor jól hasznosítható. Az így készített komposzt akár terméké minősíthető, melynek feltétele az állandó összetételű, stabil végtermék. Ilyen komposztot csak jól lehatárolt technológiai paraméterek és receptúra alapján lehet készíteni. Ennek ez idáig kevésbé volt jelentősége, mivel a szennyvíztisztítási kapacitások csekély mértéke és a depónián való iszapelhelyezhetőség nem váltott ki szükségletet a komposztálási technológiák fejlesztési területén.

A kutatás aktualitását többek között az is adja, hogy épp napjainkban járt le egy újabb határidő, mely a települési hulladéklerakók biológiailag lebomló szerves anyagoktól való mentesítésének egyik újabb lépcsőfokát jelenti. Az uniós direktívák egyértelműen fogalmazzanak a tekintetben, hogy a biológiailag kezelhető hulladékokat – mint értékes energiaforrásokat – biogáztermelésre vagy komposzt-előállításra kell használni. A probléma hasonló jellegű az előző pontban megfogalmazottakhoz: a különböző eredetű kommunális jellegű szerves hulladékok (pl. parkfenntartási hulladékok, szelektíven gyűjtött szerves lakossági hulladékok, élelmiszeripari hulladékok, stb.) felhasználásával olyan receptúra- és technológiai variánsokat kell meghatározni, mely értékesíthető, állandó minőségű stabilizált végterméket eredményeznek.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A komposztálás lehetőséget teremt a hulladékokban lévő szerves anyagok egyéb más módon nem hasznosítható visszaforgatására (Senesei és Brunetti, 1996).

A szennyvíziszap komposztálása többféle módon valósulhat meg. A prizmás megoldás esetén a szennyvíziszapot különböző szerkezetes anyagokkal keverik, és időszakosan átforgatják a keveréket. A levegőztetéses-prizmás eljárás hasonló a prizmás komposztáláshoz, itt azonban a prizma kialakítására légáteresztő rétegen kerül sor, a rendszert időszakosan ventilátorok segítségével levegőztetik. Az aktív levegőztetett rendszerek esetében a komposztálás zárt körülmények között zajlik, az oxigént ventilátorokkal juttatják be, a keletkező gázokat (pl. ammónia, kén-hidrogén) pedig elszívják. Kialakítását illetően lehet vertikális, horizontális és keveréses rendszer. Anaerob-komposztálás esetén a

komposzt-receptura fermentációs mechanizmuson megy keresztül. Ismertek agrotechnikai komposztálási eljárások, mely során a szennyvíziszap/szerkezetjavító anyagok keverékeket közvetlenül juttatják ki, és a magvakat ebbe az ágyba ültetik bele (pl. lagúnás, iszap-ágyas megoldások). Léteznek speciális eljárások is. Ilyen például a vermikultúrás eljárás, mely során a komposztkeveréket talajban élő féreg-kultúrával kezelik, növelve így a keverés és a lebontás hatásfokát (Kosobucki et al., 2000).

A fenti komposztálási technológiák közül alapvetően két változat terjedt el: a prizmás és az aktív levegőztetett eljárás. Az aktív levegőztetett rendszer biztosítja leginkább az aerob feltételeket. A prizmás komposztálás esetén a levegőbejuttatás szakaszos a légbefúvásos rendszerhez képest.

A komposztálás során csakúgy, mint a természetes humuszképződéskor, két alapvető folyamat, a bomlás és a szintézis megy végbe. Az átalakuláshoz megfelelő tulajdonságú szerves kiindulási anyagokat, valamint körülményeket kell biztosítani, melyek a C/N arány optimalizálásával, az oxigénellátás biztosításával, a nedvességtartalom és a hőmérséklet beállításával és fenntartásával érhető el. Az alapanyagok megválasztásakor biztosítani kell a megfelelő tápelem összetételt, szemcseméretet, ezáltal a levegőzöttséget, így lehetővé válik a mikrobiológiai folyamatok hatékony befolyásolása (Petróczyki és Késmárki, 2003).

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 attól függ, hogy a különböző összetevők hogyan alakulnak át, főleg az oldható komponensek, az oldható szén, az oldható frakció C/N aránya és respirációs hányada (Gouleke, 1986).

Az első szennyvíziszap komposztálásra vonatkozó dokumentumot az Egyesült Államokban adták ki, melyet számos európai nyugati állam leírása követett. Ezek a dokumentumok felhívták a figyelmet a komposztálás hatékonyságára, de nem tetek említést a minőségi elvárásokra vonatkozóan (Brinton, 2000).

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 magas értékű, kedvező beltartalmi értékekkel rendelkező humusztermékekkel szemben. Az egységes kereskedelmet, és a termékek megítélését egy átfogó minősítési rendszer teheti lehetővé.

A komposzttal, mint termékkel szemben támasztott elvárásokat európai szinten dolgozzák ki, de minden ország a saját viszonyaihoz igazítja azt. Az így biztosított komposzt minőségéhez harmonizálni kell a termelés folyamatait, és

független, külső és rendszeres ellenőrzést kell végezni.

A termék minősége szempontjából kiemelten fontos a felhasznált kiinduló anyagok típusa, összetétele és az előállítás egyes folyamatai.

A minősítés vonatkozhat a nyers- és a készkomposztra is, amelyek elsősorban az átalakulás mértékében térnek el (Piskolczi, 2007).

A különböző minőségi paraméterekre vonatkozó elvárások különbözőek az egyes európai országokban, azonban a németországi és ausztriai követelmények a meghatározóak a legtöbb esetben (Amlinger et al., 2004).

A komposzt marketingjét és a minősített termékre vonatkozó visszajelzéseket szintén meghatározzák a minőségi követelmények. Az előírásoknak megfelelő minőségű komposzt biztos piacot teremthet, különösképp, ha minőségi márkajellel ellátott. A folyamatosan ellenőrzések biztosítják a komposztminőség fenntartását.

A jelenlegi adatok alapján a minőségi komposzt 30-40%-át a mezőgazdaság használja. Kb. 30%-a rekultivációra szolgál, míg 20%-a a hobbi-kertészetekben kerül felhasználásra (Barth, 2004).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatás helyszíne az AKSD Városgazdálkodási Kft. debreceni komposztálótelepe volt. A telepen nyílt prizmás komposztálási technológiát alkalmaznak. A vizsgálatok 2007. szeptemberében és októberében folytak. A komposztterelés időtartama 60 nap volt.

A receptura összeállítását megelőzően megterveztük a szükséges adalékanyagok és az oltóanyag mennyiségét. Meghatároztuk a receptura alapját képező szennyvíziszap (1. táblázat), valamint az adalékanyagok minőségi és technológiai paramétereit (térfogat, térfogattömeg, nedvességtartalom és C/N arányok).

A bevizsgált szennyvíziszapot (45%) parkfenntartási hulladékkal (faapríték, fűnyesedék) és szalmával kevertük (52,5%). A komposztálási folyamat hatékonyságának növelése érdekében a recepturát oltóanyaggal kezeltük (2,5%). A receptura összeállítását követően 40×2,5×1,8 m-es prizma kialakítására került sor. A prizmát TOPTURN típusú keverőgéppel forgatták át, biztosítva a homogén eloszlást és az átlevégőztetést. A folyamat kezdeti szakaszában a keverésre 3-5 naponként került sor, a későbbiek folyamán pedig heti rendszerességgel.

A hőmérséklet mérése naponként történt, a prizma több pontján, 40 cm-es mélységben. A prizma nedvességtartalmát a csapadék függvényében vizsgáltuk. Csapadékos idő esetén a csapadékot követő első és harmadik napon, tartósan meleg és száraz idő esetén 3-4 naponta.

Az elemzések során a komposztalapanyag-receptura és a késztermék minőségi paramétereinek összehasonlító vizsgálatát kívántuk elvégezni.

A minták bevizsgálására a helyszínen és a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrumának Agrár-műszerközpontjában került sor.

1. táblázat

A szennyvíziszap vizsgált paraméterei

Vizsgált paraméterek(1)	Szennyvíziszap(2)	Határérték(3)
Szárazanyag (%) (4)	25,09	≥50
Térfogattömeg (kg/dm ³) (5)	0,784	≤0,9
Szervesanyag-tartalom (m/m %) (6)	49,68	≥25,0
Összes N (%) (7)	3,48	≥1,0
Ca [(m/m%) (sz.a.)]	4,75	≥1,2
Mg [(m/m%) (sz.a.)]	0,39	≥0,5
As (mg/kg)	9,45	<10,0
Cd (mg/kg)	1,06	<2,0
Co (mg/kg)	1,98	<50,0
Cu (mg/kg)	98	<100
Cr (mg/kg)	36,60	<100,0
Hg (mg/kg)	< 1,00	<1,0
Mo (mg/kg)	2,34	...
Ni (mg/kg)	19,10	<50,0
Pb (mg/kg)	< 0,200	<100,0
Se (mg/kg)	< 0,200	<5,0

Table 1: Measured parameters of sewage sludge

Measured parameters(1), Sewage sludge(2), Limit value(3), Dry matter content(4), Volume-mass(5), Organic matter content(6), Total N(7)

EREDMÉNYEK

A vizsgált paraméterek változását szemlélteti a 2. táblázat. A szennyvíziszapra vonatkozó oszlop mutatja a bekevert szennyvíziszap paramétereit, míg a komposzt minőségi jellemzőit taglaló oszlop a végtermékből vett minta eredményeit. A határérték oszlopban feltüntetett értékek a minősített komposztra vonatkoznak.

A kb. 75%-os nedvességtartalmú szennyvíziszaphoz már a receptura kialakításakor nagyobb szárazanyag-tartalmú komponenseket kevernek. A szárazanyag-tartalom további növekedése a bekövetkezett nedvességvesztésnek az eredménye, mely alapvetően függ a keverések számától. Ugyanez a meghatározó oka a térfogattömeg csökkenésének is. A folyamat végére a prizma összeesik, a degradáció során végbemenő átalakulás révén jelentősen csökken a térfogata.

A szennyvíziszap savas kémhatása ellenére a kész komposzt pH-ja semleges körül alakult. A kedvező kémhatás kialakulásában nagy szerepe volt az egyéb összetevők átalakulásából keletkező köztes termékek pufferhatásának, valamint a mikrobiológiai tevékenységeknek.

A szervesanyag-tartalom kismértékben változott, ami a lebontó mikroorganizmusok élettevékenységének eredménye, de a végtermék szervesanyag-tartalma így is jóval meghaladja az elvárt értéket.

A rostálást követően a komposzt legnagyobb szemcseátmérője sem haladta meg a 25 mm-t.

A komposztálási folyamatok során csökkent a szennyvíziszap összes N tartalma (mikroorganizmusok életfenntartása), de kedvező,

könnyen metabolizálható formába kerül át, és értéke jelentősen meghaladja az elvárt határértéket. A végtermék paraméterei közül a kálium és a magnézium értéke nem érte el a kívánt határt, ezért továbbiakban a receptura kialakításában többlet magnézium- és káliumforrást kívánunk biztosítani zöld növényi részek nagyobb arányú keverésével, szükség esetén dolomit és KCl hozzáadásával.

A nehézfémeket illetően minden esetben a határérték alatt helyezkedik el a mért érték. A legtöbb esetben koncentráció-csökkenés következik be a komposztban a szennyvíziszaphoz képest, így a komposztreceptúra összeállításának hatására a szennyvíziszap környezetre kockázatot jelentő hatásai lényegesen mérsékelhetők.

2. táblázat

A vizsgált paraméterek változása a komposztálási folyamat során

Vizsgált paraméter(1)	Szennyvíziszap(2)	Komposzt(3)	Határérték(4)
Szárazanyag (%) (5)	25,09	59,21	≥50
Térfogattömeg (kg/dm ³) (6)	0,784	0,63	≤0,9
pH	5,55	7,01	6,5_8,5
Összes vízoldható só (%) (7)	...	0,71	≤4,0
Szervesanyag-tartalom (m/m %) (8)	49,68	46,58	≥25,0
Szemcseméret 25 mm alatt (%) (9)	...	100,00	≥100
Összes N (%) (10)	3,48	2,12	≥1,0
Összes P ₂ O ₅ [(m/m%) (sz.a.)] (11)	...	2,88	≥0,5
Összes K ₂ O [(m/m%) (sz.a.)] (12)	...	0,25	≥0,5
Ca [(m/m%) (sz.a.)]	4,75	3,91	≥1,2
Mg [(m/m%) (sz.a.)]	0,391	0,29	≥0,5
As (mg/kg)	9,45	< 1,00	<10,0
Cd (mg/kg)	1,06	0,72	<2,0
Co (mg/kg)	1,98	2,09	<50,0
Cu (mg/kg)	98	96,6	<100
Cr (mg/kg)	36,6	35,73	<100,0
Hg (mg/kg)	< 1,00	< 1,0	<1,0
Ni (mg/kg)	19,1	8,17	<50,0
Pb (mg/kg)	20,4	24,80	<100,0
Se (mg/kg)	< 0,200	< 0,200	<5,0
Mo (mg/kg)	2,34	2,61	...
Zn (mg/kg)	682	501,0	...

Table 2: Changes in the measured parameters during composting

Measured parameters(1), Sewage sludge(2), Compost(3), Limit value(4), Dry matter content(5), Volume-mass(6), Total soluble salt(7), Organic matter content(8), Grain size below 25 mm(9), Total N(10), Total P₂O₅ (11), Total K₂O(12)

A komposzt szerkezete morzsalékos, jó víztartó kapacitással rendelkező homogén humuszanyag, amely sötétbarna színezetű, nedves földszagú,

könnyen bemunkálható. A kész komposzt gyommagmentes, és nem tartalmaz semmilyen patogén szervezetet.

A műtrágyával összehasonlítva a végterméknek nincsen talajsavanyító hatása, mikroelemeket is tartalmaz, fajlagos hatóanyagtartalma pedig lényegesen olcsóbb.

Hatástartama az istállótrágyáénál is kedvezőbb, a komposztálás során jelentkező tápanyag-feltáródási folyamatoknak köszönhetően kedvező hatását már az első évben kifejti.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A vizsgált komposztálási technológia megoldási lehetőséget nyújt a szennyvíziszap elhelyezésének problémájára. Az alkalmazott receptúra és az aerob biológiai folyamatok révén a szennyvíziszap környezetre kockázatot jelentő hatásai jelentősen csökkennek, megtartva annak előnyös tulajdonságait.

Mindemellett a keletkező végtermék pozitívan befolyásolja a talajéletet, szerkezetessége révén könnyen feltáródó humuszanyagot biztosít, mely számos kedvező tulajdonsággal rendelkezik összehasonlítva a mű- és istállótrágyával.

A vizsgálatok során a komposzt érettségét hőmérséklet-változás alapján határoztuk meg, melyet konvencionálisan alkalmaznak a szükséges kezelési idő hosszának megállapítására. További cél a komposzt-érettségi vizsgálatok hatékonyabbá tétele, az esetleges utóérési folyamatok megszüntetése, valamint a komposztálási idő optimalizálása a komposzt respirációs paramétereire alapján.

A vizsgálatok arra is rávilágítottak, hogy a receptúrák összeállításakor nemcsak a károsesem-tartalom csökkentésére kell figyelmet fordítani, de szem előtt kell tartani a növények számára nélkülözhetetlen elemek megfelelő koncentrációjának biztosítását is.

IRODALOM

- 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.
- Barth, J. (2004): Quality and Markets for Compost and Digestion Residues in Europe, European Compost Network ECN/ORBIT: 1-2.
- Brinton, W. F. (2000): Compost quality and guidelines. Woods End Research Laboratory, Incorporated, 6-7.
- Gouleke, G. G. (1986): Compost research accomplishments and needs. *BioCycle*, 27: 470-43.
- Kosobucki, P.-Chmarzynski, A.-Buszewski, B. (2000): Sewage Sludge Composting, *Polish Journal of Environmental Studies* 9. 4: 243-248.
- 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.
- Piskolczi M. (2007): A komposztálás minőségbiztosítása. Tanulmány és javaslat. AKSD Városgazdálkodási Kft., Debrecen.
- Senesei, N.-Brunetti, G. (1996): Chemical and Physico-Chemical Parameters for Quality Evaluation of Humic Substances Produced during Composting. *The Science of Composting*. Blackie Academic & Professional, 4: 243-248.