

Csumán András - Gáti Péter - Sárközi Edit - Kardos Levente - Kasza Gyula

## Kommunális szennyvíziszap laboratóriumi vermikomposztálása

András Csumán, Péter Gáti, Edit Sárközi, Levente Kardos, Gyula Kasza:  
Vermicomposting of communal sewage sludge

### Summary

*The proper management of communal sewage sludge is a priority aim in today's environmental protection. Among the possible technologies one environmentally sustainable sludge treatment technology can be the vermicomposting of communal sewage sludge. Before the successful operational level vermicomposting is absolutely necessary to investigate the process of vermicomposting in laboratory controlled conditions.*

*In our studies vermicomposting of communal sewage sludge was carried out by comparing two earthworm populations in laboratory. During 6-week experimental period the temperature (with soil thermometer) and the redox potential (with ORP portable device) were measured every other day. The weekly, measured, basis parameters were the compost visual appearance, color and smell, pH (H<sub>2</sub>O), dry matter content, organic matter content, EC (conductivity), from which the total salt content can be calculated, total nitrogen content, phosphorus content (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potassium content (K<sub>2</sub>O), calcium and magnesium content, humus content (H%), determining the humus quality according to Hargitai's method and dehydrogenase enzyme activity.*

*It can be concluded from the results that the vermicomposting of studied communal sewage sludge has started and keeps going. The basic physical and chemical parameters (e.g. temperature, humus quality and quantity) support the changes. The results of humus quality and quantity which are priority variables of agriculture use show average increasing despite the initial recession. The changes of the important chemical parameters (nitrogen, phosphorus, potassium) in nutrient management were developed favorably. In our presentation the previous laboratory results are described.*

**Keywords:** communal sewage sludge, vermicomposting

### ÖSSZEFOGLALÓ

A települési szennyvíz tisztítása során keletkező szennyvíziszap ártalommentes kezelése, elhelyezése kiemelt fontosságú területe a környezetvédelemnek. Az iszap kezelésére az egyik lehetséges eszköz, módszer a vermikomposztálás. Jelen tanulmányban a szennyvíziszap laboratóriumi körülmények közötti vermikomposztálását mutatjuk be szennyvíziszap kémiai és fizikai mutatóinak változásán keresztül. A hathetes kísérleti periódusunk alapján is megállapítható, hogy az általunk vizsgált kommunális szennyvíziszap vermikomposztálása beindult és folyamatosan,

megfelelően zajlik, amit az alapvető fizikai és kémia paraméterek (pl: hőmérséklet, humusz mennyiség és minőség) változásai is alátámasztanak. A mezőgazdasági felhasználhatóság szempontjából kiemelt fontosságú változók a humusz mennyiségét és minőségét jellemező értékek a kezdeti visszaesés ellenére átlagosan növekedést mutatnak. Továbbra is folytatjuk a laboratóriumi kísérletsorozatot mindkét környezeti feltétel mellett, mindkét gilisztaállománnyal és vizsgáljuk az eddig fizikai és kémia paramétereket is.

**Kulcsszavak:** vermikomposztálás, kommunális szennyvíz iszap, laboratóriumi vizsgálatok

## BEVEZETÉS

A kommunális szennyvíziszapok megfelelő kezelése a mai környezetvédelem egyik kiemelt feladata. A lehetséges technológiák között a kommunális szennyvíziszap vermikomposztálása az egyik környezetileg fenntartható szennyvíziszap kezelési technológia lehet. A sikeres üzemi szintű vermikomposztálás előtt elengedhetetlenül szükséges laboratóriumi, kontrolált körülmények között is vizsgálni a vermikomposztálás folyamatát.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlethez 15-20%-os száraz anyag tartalmú érdi kommunális szennyvíziszapot használtunk. Száraz anyag tartalmának kb. 50 %-a a szerves anyag tartalom. A szennyvíziszap összes toxikus elemtartalma az előzetes vizsgálatok alapján nem haladta meg a mezőgazdasági felhasználásra vonatkozó, a szennyvíziszapban megengedett mérgező elemek és káros anyagok határértékeit. Kísérletbe bevont giliszta: *Eisenia Fetida*. A faj, mint bizonyos körülményekhez jól alkalmazkodott specialista, trágya-, illetve komposztalakóként a bomlásban lévő szerves anyagok további feltárázásában vesz részt, miközben biztosítja saját szervezete tápanyag- és energia ellátását. A giliszták anyagcsere-folyamataiknak köszönhetően felhasználják az előregedő baktérium sejteket az iszapból, így teret engedve az újabb baktériumcsoportok megtelepedésének, amelyek hozzájárulnak a komposztálás folyamatainak felgyorsulásához. Egyes kutatások (Rohlich, G., A. (ed.) 1981) szerint a kontrollhoz képest a vermikomposztált iszap esetén akár 25-szörös lebontási sebesség növekedés tapasztalható. Kanadában 1970-ben volt az első olyan telep, hol kezdetben heti 75 tonna biodegradált iszapkomposztot állítottak elő vermikomposztálással (Vermees 2005).

A kísérleti periódus 15 hetes, jelen cikkünkben az első 6 hét eredményeiről számolunk be.

A jelenleg is zajló laboratóriumi kísérlet műanyag ládákban valósul meg, amelyek alja előzetesen több ponton meglelt fúrva az aerob feltételek biztosítása végett. Egy láda felülete:

$40 \times 60 \text{ cm} = 0,24 \text{ m}^2$ . A kísérletben két különböző gilisztaállomány kerül bevonásra (érdi [G1 jelölés] és gyöngyöstarjáni [G2 jelölés] állományok). Mindkét esetben három kontroll mellett három-három párhuzamos mintaláda került beállításra. A kísérlet két eltérő környezeti feltétel között kerül kivitelezésre. Az egyik a laboratóriumon belüli (zárt), valamint egy külső, az aktuális meteorológiai viszonyoknak kitett (nyílt) környezetben. A legfontosabb meteorológia adatok (pl.: léghőmérséklet, légnyomás) is mérésre kerülnek. A két helyszínen összesen 18 ládában folyik a kísérlet.

A kísérlet ideje alatt szennyvíziszap adagolás (további szerves anyag tartalmú anyagok hozzákeverése) nem fog megvalósulni.

A kiindulási szennyvíziszapból (0. állapot) a következő vizsgálatokat hajtottuk végre: száraz anyag tartalom, MSZ-318-3:1979, szerves anyag tartalom, MSZ-318-3:1979, pH (H<sub>2</sub>O), MSZ-318-4:1979, EC (fajlagos vezetőképesség), amiből az összes só számolható, MSZ-08-0206-2:1978, foszfor tartalom (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), MSZ-318-19:1981, kálium tartalom (K<sub>2</sub>O), MSZ-318-8:1986, Hargitai-féle humusz minőség, (Hargitai, 1988), humusz mennyiség (H%), MSZ-08-0012-6:1987, dehidrogenáz enzimaktivitás MSZ-08-1721/3-86.

A kísérleti periódus alatt *kétnaponta mért változók*: a hőmérséklet (talajhőmérővel) és a redoxipotenciál (hordozható ORP-mérővel). *Heti gyakorisággal mért változók*: küllem, szín, szag megállapítása, pH (H<sub>2</sub>O), száraz anyag tartalom, szerves anyag tartalom, EC (fajlagos vezetőképesség), amiből az összes só számolható, összes nitrogén tartalom, foszfor tartalom (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), kálium tartalom (K<sub>2</sub>O), kalcium tartalom, magnézium tartalom, humusz tartalom (H%), Hargitai-féle humusz minőség meghatározása, dehidrogenáz enzimaktivitás.

## A VIZSGÁLATI PARAMÉTEREK MÉRÉSÉNEK ALAPJAI

A *küllem, szín, szag* megállapítása helyszíni szemrevételezéssel történik minden mintavételkor.

A *kémhatás* [pH (H<sub>2</sub>O)] meghatározása 1:2,5 arányú komposzt:desztillált vizes kivonatból

történik 12 órás várakozás után kombinált üvegelektóddal rendelkező digitális pH-mérővel.

A *száraz anyag tartalom* mérésének alapja, hogy előzetesen lemért komposztot tömegállandóságig 105°C-on szárítószekrényben kiszárítjuk, majd a tömegvisszamérésből az eltávozott víz meghatározható, így a minta száraz anyag tartalma kiszámítható.

A *szerves anyag tartalom* a tömegállandóságig szárított minta 900°C-on történő izzítási veszteségének meghatározása. Az előzetesen lemért minta tömegvisszaméréseinek adataiból a minta szerves anyag tartalma kiszámítható.

A *fajlagos vezetőképesség (EC)* mérés alapja, hogy különböző közegekben, így a szennyvíziszapban lévő sók vizes oldatai elektrolitok, melyeknek egyik alapvető tulajdonsága, hogy jól vezetnek az áramot, ezért az összes sótartalom meghatározásánál a talaj-, illetve komposzt-kivonatok fajlagos vezetőképessége mérhető, melyből kiszámítható a sótartalom. A kivonatot 1:5 arányú komposzt:desztillált vizes oldatból készítjük el, majd szűrővel a szűrletet, amely fajlagos vezetőképességét platinaelektóddal meghatározzuk. A fajlagos elektromos vezetőképesség (mS/cm vagy  $\mu\text{S/cm}$ ) értékéből a komposzt-kivonat *összes sótartalma* kiszámítható.

A *foszfor tartalom ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )* meghatározás alapja, hogy a foszfátionok savas közegben molibdenáttal ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ) sárga színű foszformolibdenát-komplexet képeznek, amelyet redukálva jellegzetes kék színű vegyület, a  $(\text{MoO})_2(\text{MoO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  képletű molibdénkék keletkezik. A foszfátion a molibdenáttal a  $\text{H}_3\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4$  összetételű heteropolisavat képezi, amely megfelelő körülmények között könnyebben redukálható foszformolibdénkékké, mint a szabad molibdenátion. Redukálószerként leggyakrabban aszkorbinsav-oldatot, illetve aszkorbinsavas ón-klorid-oldatot használnak. A foszfortartalmat foszfor-pentaoxidban ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) mg/kg mértékegységben adjuk meg.

A *kálium tartalom ( $\text{K}_2\text{O}$ )* meghatározásának alapja az alkáli- és alkálifémionok lángfestése. A mérést reagens nélkül, közvetlenül határozzuk

meg az ammónium-laktátos kivonatból lángfotométer segítségével. A káliumtartalmat kálium-oxidban ( $\text{K}_2\text{O}$ ) mg/kg mértékegységben adjuk meg.

A *kalcium és magnézium tartalom* meghatározása vizes kivonatból történik. A kalcium- és magnéziumionokat EDTA-oldattal (etiléndiamin-tetraecetesav nátriumsója) történő komplexometriás titrálással határozhatjuk meg.

A talajvédelmi és mezőgazdasági termelés szempontjából meghatározó jelentőségű a vermikomposzt humusztartalmának mennyisége és minősége.

A *humuszmennyiségi meghatározásának* alapja a szerves vegyületek könnyű oxidálhatósága, a kénsavas közegben fogyott oxidálószer (káliumbikromát,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) mennyiségéből a humusz mennyisége meghatározható (térfogatos elemzéses módszer) (MSZ-08-0012-6:1987).

A *humusz minőség* mérésének alapja a kioldott humuszanyagok fényelnyelésének spektrofotometriás mérése 4 különböző hullámhosszon (400 nm, 480 nm, 540 nm, 670 nm). A módszer (Hargitai 1988) két oldószert alkalmaz a humuszanyagok kioldásához: a 0,5%-os nátrium-hidroxid-oldatot (NaOH), amelyben a savasabb karakterű, gyengébb minőségű, kisebb moláris tömegű humuszkomponensek oldódnak jobban, míg a másik kivonószerben, az 1%-os nátrium-fluorid-oldatban (NaF) az értékesebb, nagyobb moláris tömegű humuszanyagok oldódnak jobban. A két kivonat fényelnyelésének (abszorbanciájának) hányadosa a humusz stabilitási szám, amelyet Q betűvel jelölünk. A humusz stabilitási szám az alábbi képlettel számolható ki, amely értéke minél nagyobb, annál több az értékes, azaz a nagyobb polimerizáltságú humuszanyagok mennyisége a vizsgált mintában:

$$Q = A_{\text{NaF}} / A_{\text{NaOH}}$$

## EREDMÉNYEK

A kommunális szennyvíziszap alapadatait (0. állapot) az 1. táblázat tartalmazza.

Az eddigi mérési eredményeink alapján megállapítható, hogy elkezdődött a szennyvíziszap

komposztálása. A komposztládák hőmérséklete a kiindulási hőmérséklethez képest növekedett illetve lebomlási szakaszára jellemző és a szakirodalomban is ismertett hőmérsékletnövekedéssel. A komposztládákban mért egyes redoxipotenciál értékek, valamint az átlagos redoxipotenciál értékek alapján megállapítható, hogy minden ládában aerob viszonyok uralkodnak. A környezeti tényezők változását a 2. táblázat mutatja be.

Paraméterek:	Mért értékek:
Nedvesség tartalom (%)	81,9
Szerves anyag tartalom (%)	49,6
pH(H <sub>2</sub> O)	6,72
Sótartalom (c <sub>só</sub> ) (mg/dm <sup>3</sup> )	2165
Humuszmenyiség (H%)	15,6%
Humuszminőség (Q):	
400 nm-en	0,364
480 nm-en	0,509
540 nm-en	0,365
670 nm-en	0,567
CaCO <sub>3</sub> %	1,47
Ca (mg/kg)	6063
Mg (mg/kg)	1223
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	2293
K <sub>2</sub> O (mg/kg)	293

1. táblázat: A kommunális szennyvíziszap alapadatai

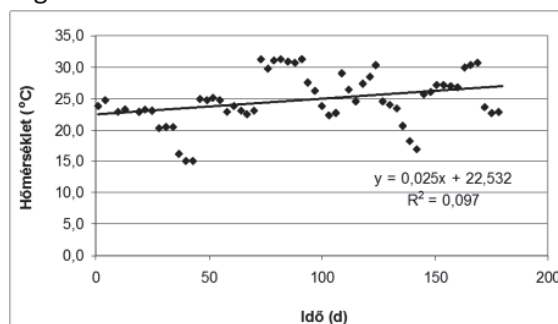
Paraméterek:	Nyílt környezetben:	Zárt környezetben:
Levegő hőmérséklet (°C)	26,7±5,2	22,8±2,5
Komposzt hőmérséklet (°C)	24,8±4,1	23,0±2,7
Redoxipotenciál (mV)	93,6±43,0	138,8±65,1

2. táblázat: A környezeti tényezők összefoglaló adatai (az összes kísérleti láda átlag adatai, n=179)

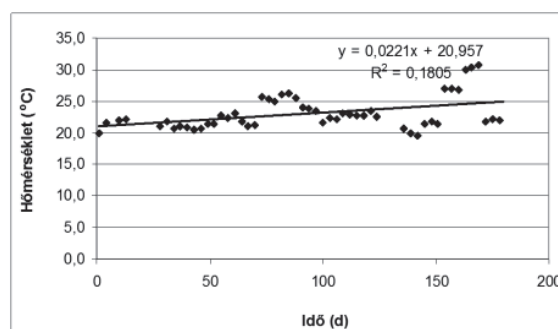
A kísérleti periódus első hetében összesen 34 átlagmintát vettünk és vizsgáltuk meg ezen minták legfontosabb fizikai és kémia tulajdonságait. A továbbiakban a hetes átlageredmények összehasonlítását mutatjuk be a kiindulási szennyvíziszap adatokhoz képest (3.–10. táblázatok). Minden egyes táblázatban feltüntetjük a nyílt és a zárt környezeti feltétel mellett mért értékek átlagát és szórását, valamint a G1 és a G2 gilisztaállományra vonatkozó értékek átlagát és a hozzá tartozó szórásokat is.

A nyílt környezetben lévő komposzt átlag hőmérsékletének változását az eltelt napok függvényében az 1. ábra, míg a zárt környezetben lévő komposzt átlag hőmérsékletének változását az eltelt napok függvényében a 2. ábra mutatja be. Az ábrákról megállapítható, hogy a kiindulási hőmérséklethez képest, a környezeti hőmérséklet befolyásoló, több esetben jelentős módosító hatása mellett is, növekedett a komposztok átlag hőmérséklete.

A kiindulási hőmérséklethez (18,8°C) képest a nyílt környezetben a komposzt átlagos hőmérséklete 24,8±4,1°C, amely 31,9%-os növekedést jelent. A zárt térben lévő komposzt hőmérséklete a kiindulási hőmérséklethez (18,8°C) képest 23,0±2,7°C, amely 22,3%-os növekedésnek felel meg.



1. ábra: A nyílt környezetben lévő komposzt átlagos hőmérsékletének változása az eltelt napok függvényében



2. ábra: A zárt környezetben lévő komposzt hőmérsékletének változása az eltelt napok függvényében

A hathetes kísérleti periódus alatt mért átlagos kémhatás [pH(H<sub>2</sub>O)] adatokat a 3. táblázat tartalmazza. Az adatok alapján megállapíthatjuk, hogy a kémhatás a kiindulási állapothoz képest mindkét környezeti feltétel mellett és mindkét vizsgált gilisztaállomány esetén nőtt. A kémhatás kismértékű növekedése az aerob lebontási folyamatokra utal, amely megerősíti azt a tényt, hogy a komposztálás beindult, aerob folyamatok uralkodnak.

A kémhatás csökkenése (savasodás) az anaerob lebontási viszonyokra utalna, ilyen még a vak minták esetében sem tapasztaltunk. A legnagyobb változást, amely a kiindulási állapothoz képest a hathetes kísérleti átlaga adat 6,25%-os pH növekedését (lúgosodás) jelenti, a G2 gilisztaállomány esetében, a zárt környezeti feltételek mellett tapasztaltuk.

	pH					
	Nyílt környezet			Zárt környezet		
	vak	G1	G2	vak	G1	G2
kiindulási állapot	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72
átlag	6,88	6,99	7,11	6,94	7,12	7,14
szórás	0,21	0,17	0,27	0,20	0,25	0,17

3. táblázat: A kémhatás változása a vizsgált kísérleti periódus alatt (n=6)

Az átlagos fajlagos elektromos vezetőképesség mérési eredmények a 4. táblázatban találhatóak. Az adatok alapján megállapítható, hogy a mintáknak jelentős az elektromos vezetőképessége és így jelentős sótartalommal rendelkeznek, de ezt az eredeti iszap sótartalmával magyarázhatjuk. A fajlagos vezetőképesség értékek a hathetes átlag adatok alapján közel azonosak, illetve kismértékű fajlagos vezetőképesség érték csökkenés és ezáltal kismértékű összes sótartalom csökkenés figyelhető meg,

amely a felépítő, humifikációs folyamatok beindulásával függ össze. A legnagyobb csökkenést a G2 gilisztaállomány esetén, nyílt környezeti feltételek mellett tapasztaltuk (21,85%-os csökkenés a kiindulási állapothoz képest). Az átlagos összes sótartalom adatokat az 5. táblázatban tüntettük fel. A legnagyobb összes sótartalom csökkenést szintén nyílt környezeti feltételek között a G2 gilisztaállomány esetében tapasztaltuk a hathetes átlagadatok alapján a kiindulási iszap adathoz képest (24,11%-os csökkenés).

	EC (mS/cm)					
	Nyílt környezet			Zárt környezet		
	vak	G1	G2	vak	G1	G2
kiindulási állapot	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33
átlag	4,34	4,01	3,38	3,97	5,56	4,23
szórás	0,68	0,52	0,37	0,50	1,00	0,53

4. táblázat: Az átlagos fajlagos elektromos vezetőképesség változása a vizsgált kísérleti periódus alatt (n=6)

	c (só)(mg/dm <sup>3</sup> )					
	Nyílt környezet			Zárt környezet		
	vak	G1	G2	vak	G1	G2
kiindulási állapot	11150	11150	11150	11150	11150	11150
átlag	10826	10026	8461	9877	13825	10593
szórás	1591	1393	981	1229	2481	1293

5. táblázat: Az átlagos összes sótartalom változása a vizsgált kísérleti periódus alatt (n=6)

Az átlagos foszfortartalom változását a 6. táblázat tartalmazza. A hathetes kísérleti periódus

átlag adatai alapján a foszfortartalom kismértékű csökkenés figyelhető meg. A legnagyobb

csökkenést a zárt környezetben lévő vakminták esetében tapasztaltuk (9,61%-os csökkenés), minden más esetben a csökkenés nem érte el a 9,00%-ot. A csökkenés ellenére is a komposzt-minták foszfortartalma jónak tekinthető. Az általánosan elfogadott 150-160 mg/kg-os értékhez képest, amely a természetett növénytől

és a talajtípustól függetlenül megállapított érték, a mért foszfor koncentrációk egy nagyságrenddel nagyobbak minden környezeti feltétel mellett és mindkét gilisztaállomány esetén.

	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg					
	Nyílt környezet			Zárt környezet		
	vak	G1	G2	vak	G1	G2
kiindulási állapot	2293	2293	2293	2293	2293	2293
átlag	2313	2111	2216	2073	2142	2087
szórás	707	462	311	325	318	378

6. táblázat: Az átlagos foszfortartalom változása a vizsgált kísérleti periódus alatt (n=6)

Az átlagos káliumtartalom mérési eredményeket a 7. táblázatban közöljük. A hathetes kísérleti periódus alatt mindkét környezeti feltétel mellett, mindkét gilisztaállomány esetében jelentős, egy nagyságrendet meghaladó növekedést tapasztaltunk. A legnagyobb növekedés szinte azonosnak tekinthető a nyílt környezeti

feltételek között lévő G1 (506,33%-os), valamint G2 (507, 85%-os) állomány esetében. Az általánosan elfogadott 180-200 mg/kg-os értékhez képest, amely a természetett növénytől és a talajtípustól függetlenül megállapított érték, a minták káliumtartalma nagyobb, amely kedvező lehet a mezőgazdasági termelés szempontjából.

	K <sub>2</sub> O mg/kg					
	Nyílt környezet			Zárt környezet		
	vak	G1	G2	vak	G1	G2
kiindulási állapot	293	293	293	293	293	293
átlag	1400	1777	1782	1729	1546	1528
szórás	712	423	576	479	608	699

7. táblázat: Az átlagos káliumtartalom változása a vizsgált kísérleti periódus alatt (n=6)

A komposztminták átlagos nedvességtartalmának változását a 8. táblázat tartalmazza. Az adatok alapján megállapítható, hogy egy kísérleti beállítástól eltekintve (zárt körülmények, G2 állomány) minden esetben kismértékű csökkenést tapasztaltunk. A hathetes átlagos nedvesség adatok megfelelnek a gilisztaállomány életfeltételeinek. A legnagyobb csökkenést (25,26%) a nyílt környezeti feltételek mel

lett a vakminták esetében tapasztaltuk. A mérési adatokat megerősítik a helyszíni szemrevételezés során tapasztaltak is, amely során megállapítottuk, hogy a vakminták néhány centiméteres felső rétege szárad ki a legjobban és jelennek meg a rögzépződés jelei. Szemmel látható nedvesség-tartalom csökkenést még a nyílt környezeti feltételek mellett lévő G2 állomány esetében tapasztaltunk.

	Nedvesség-tartalom (%)					
	Nyílt környezet			Zárt környezet		
	vak	G1	G2	vak	G1	G2
kiindulási állapot	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9
átlag	61,2	76,6	76,1	72,8	71,9	84,2
szórás	19,2	4,5	7,6	8,9	15,3	7,4

8. táblázat: Az átlagos nedvességtartalom változása a vizsgált kísérleti periódus alatt (n=6)

Az átlagos összes szerves anyag (izzítási veszteség) változását a 9. táblázatban tüntettük fel. Az adatok alapján megállapítható, hogy az összes szerves anyag tartalom két esetet leszámítva növekedett. A zárt környezetben lévő vak minták esetén és a nyílt környezetben lévő G2 gilisztaállomány esetén. Ez utóbbi minták esetében fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy a jelentős hőmérsékletváltozás (a vízpótlás ellenére) hozzájárult a komposzt nedvességtartalmának csökkenéséhez, s így a gilisztaállomány

és baktérium populáció életfeltételeinek romlását okozta, ezzel magyarázhatjuk a szerves anyag csökkenését.

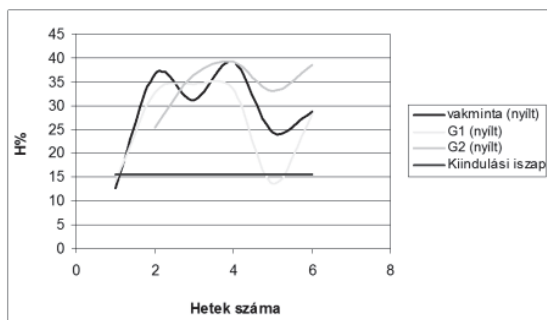
A humuszmennyiség változását a 10. táblázat foglalja össze, amelyből megállapítható, hogy a kiindulási iszap humusz mennyiségéhez képest a hathetes átlag adatok mindkét környezeti eltétel mellett, mindkét gilisztaállomány esetében jelentősen növekedtek. A legnagyobb növekedést a nyílt környezetben lévő G2 állomány esetében tapasztaltuk.

	Izzítási veszteség (szerves anyag tartalom) (%)					
	Nyílt környezet			Zárt környezet		
	vak	G1	G2	vak	G1	G2
kiindulási állapot	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6
átlag	52,9	53,3	49,4	44,8	54,8	57,5
szórás	2,7	2,8	5,0	8,5	1,1	1,6

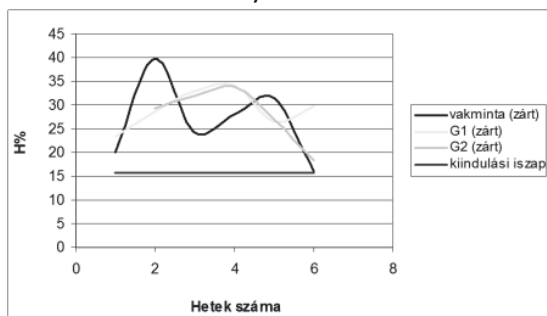
9. táblázat: Az átlagos összes szerves anyag tartalom változása a vizsgált kísérleti periódus alatt (n=6)

	H%					
	Nyílt környezet			Zárt környezet		
	vak	G1	G2	vak	G1	G2
kiindulási állapot	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
átlag	28,8	26,1	34,5	26,6	29,2	26,0
szórás	9,5	9,7	5,6	8,5	4,0	10,3

10. táblázat: Az átlagos humuszmennyiség változása a vizsgált kísérleti periódus alatt (n=6)



3. ábra: A humuszmennyiség változása a nyílt környezetben



4. ábra: A humuszmennyiség változása a zárt környezetben

A 3. és a 4. ábrákról megállapítható, hogy a kiindulási iszap humuszmennyiségéhez képest mindkét környezeti feltétel mellett és gilisztaállomány esetében (egy méréstől eltekintve) növekedést tapasztalunk. A humuszmennyiség változását jelölő görbék lefutását vizsgálva feltételezhetjük, hogy a meteorológiai viszonyoknak, a komposzthőmérsékletnek és a nedvesség-tartalomnak jelentős hatása lehet a humusz mennyiségére. A statikus laboratóriumi kísérleteinkben nem használtunk további szerves anyag (szubsztrát) utánpótlást, így annak fogyásával feltételezhető, hogy elérkezik a „komposztpopuláció” hanyatlásának időszaka is. A helyszíni szemrevételezések alapján a nyílt környezetben lévő G2 állomány ritkulását is ezzel magyarázhatjuk.

Folyamatosan vizsgálatuk a komposztládák humuszminőségének alakulását is.

A kiindulási iszap humuszminőségét jellemző humusz stabilitási szám (Q) változását a 4 különböző hullámhosszon (400 nm, 480 nm, 540 nm és 670 nm)

nyílt környezetben a 11. táblázat, valamint zárt környezetben a 12. táblázat tartalmazza. Megállapítható, hogy a kiindulási értékhez képest mindkét környezeti feltétel mellett (nyílt és zárt körülmények) és mindkét gilisztaállomány esetén (G1 és G2) növekedett a hathetes kísérleti periódus alatt a humusz stabilitási szám, amely az értékesebb, nagy moláris tömegű humusz mennyiségének növekedését jellemzi.

## ÖSSZEFOGLALÁS, TOVÁBBI FELADATOK

Az eddigi, hathetes kísérleti periódusunk alatt meghatározott eredmények alapján is megállapítható, hogy az általunk vizsgált kommunális szennyvíziszap vermikomposztálása beindult és folyamatosan, megfelelően zajlik, amit az alapvető fizikai és kémia paraméterek (pl: hőmérséklet, humusz mennyiség és minőség) változásai is alátámasztanak. A mezőgazdasági felhasználhatóság szempontjából kiemelt fontosságú változók a humusz mennyiségét és minőségét jellemző értékek a kezdeti visszaesés ellenére átlagosan növekedést mutatnak.

		Humuszminőség - Nyílt környezet											
		vak				G1				G2			
mintavétel		400 nm:	480 nm:	540 nm:	670 nm:	400 nm:	480 nm:	540 nm:	670 nm:	400 nm:	480 nm:	540 nm:	670 nm:
0.	07.máj	<b>0,364</b>	<b>0,509</b>	<b>0,364</b>	<b>0,566</b>	<b>0,364</b>	<b>0,509</b>	<b>0,364</b>	<b>0,566</b>	<b>0,364</b>	<b>0,509</b>	<b>0,364</b>	<b>0,566</b>
1.	23.máj	0,457	0,644	0,769	1,181	0,446	0,573	0,692	1,102	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2.	29.máj	0,449	0,571	0,702	1,197	0,361	0,428	0,652	0,940	0,529	0,666	0,887	1,248
3.	06.jún	0,685	1,040	1,211	3,173	0,804	1,149	1,265	1,576	0,978	1,480	1,752	3,028
4.	12.jún	0,583	0,741	0,892	1,768	0,429	0,826	1,061	2,062	0,322	0,729	0,878	1,286
5.	19.jún	0,113	1,914	3,000	1,944	0,734	0,915	1,404	3,571	0,774	1,218	1,211	2,040
6.	27.jún	0,871	1,176	1,389	1,573	1,235	1,654	2,086	3,606	0,480	0,611	0,753	1,181
Átlag:		<b>0,526</b>	<b>1,014</b>	<b>1,327</b>	<b>1,806</b>	<b>0,668</b>	<b>0,924</b>	<b>1,193</b>	<b>2,143</b>	<b>0,617</b>	<b>0,941</b>	<b>1,096</b>	<b>1,757</b>
Szórás:		0,256	0,499	0,861	0,736	0,330	0,439	0,531	1,186	0,259	0,386	0,404	0,792
Növekedés (%):		44,6	99,3	264,6	219,1	83,6	81,6	227,8	278,6	69,4	84,8	201,2	210,4

11. táblázat: A humuszminőség változása a vizsgát kísérleti periódus alatt nyílt környezetben (n=6) (n.a.=nincsen adat)

		Humuszminőség - Zárt környezet											
		vak				G1				G2			
mintavétel		400 nm:	480 nm:	540 nm:	670 nm:	400 nm:	480 nm:	540 nm:	670 nm:	400 nm:	480 nm:	540 nm:	670 nm:
0.	07.máj	<b>0,364</b>	<b>0,509</b>	<b>0,364</b>	<b>0,566</b>	<b>0,364</b>	<b>0,509</b>	<b>0,364</b>	<b>0,566</b>	<b>0,364</b>	<b>0,509</b>	<b>0,364</b>	<b>0,566</b>
1.	23.máj	0,336	0,417	0,521	0,992	0,579	0,813	1,046	1,692	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2.	29.máj	0,354	0,431	0,497	0,782	0,489	0,680	0,869	1,179	0,421	0,538	0,693	0,872
3.	06.jún	0,702	1,016	1,316	3,060	1,133	1,480	1,670	2,620	0,510	0,917	1,102	2,012
4.	12.jún	1,429	1,918	1,561	1,166	0,929	0,895	0,976	1,054	2,479	2,119	4,183	7,473
5.	19.jún	0,886	1,244	1,845	0,114	1,773	1,958	2,217	2,899	0,789	1,015	1,174	2,563
6.	27.jún	0,498	0,555	0,722	0,973	1,102	0,822	0,874	0,813	1,919	2,134	2,078	2,394
Átlag:		<b>0,701</b>	<b>0,930</b>	<b>1,077</b>	<b>1,181</b>	<b>1,001</b>	<b>1,108</b>	<b>1,275</b>	<b>1,710</b>	<b>1,224</b>	<b>1,345</b>	<b>1,846</b>	<b>3,063</b>
Szórás:		0,415	0,589	0,575	0,991	0,462	0,502	0,550	0,867	0,922	0,736	1,401	2,552
Növekedés (%):		92,5	82,7	195,9	108,7	175,0	117,7	250,4	202,0	236,2	164,2	407,1	441,1

12. táblázat: A humuszminőség változása a vizsgát kísérleti periódus alatt zárt környezetben (n=6) (n.a.=nincsen adat)



A két, szennyvíziszapra előzetesen adaptált gilisztatörzs között eddig számottevő különbséget nem tapasztaltunk. Mindkét törzs egyedei adaptálódtak az új környezeti feltételekhez, szemmel láthatólag fejlődtek (nagyobb, vastagabb gilisztákat tapasztaltunk szemrevételezés-kor). Bár megjegyzendő, hogy a helyszíni vizsgálatok során, a mintavételkor jelentősen lecsökkent egyedszámmal találkoztunk a nyílt környezetben lévő G2 állomány mintázásakor. Ezt a

csökkenését a szubsztrát elfogyásával és az időnként extrém hőmérsékleti viszonyokkal magyarázhatjuk. Az iszap színének mélyülése a vak, gilisztát nem tartalmazó mintákhoz képest már a kísérleti periódus 2. hetétől elkezdődött. Továbbra is folytatjuk a laboratóriumi kísérlet-sorozatot mindkét környezeti feltétel mellett, mindkét gilisztaállománnyal és vizsgáljuk az eddig fizikai és kémia paramétereiket is.

### **KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

A kutatás a PIAC13-1-2013-0143 (Szigépszerek Kft.) számú projekt keretében valósul meg.

### **IRODALOM**

- [1.] Hargitai L. (1988): A talaj szerves anyagának meghatározása és jellemzése. In: Buzás I. (szerk.): talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv2. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- [2.] Rohlich, G., A. (ed.)(1981): Food, Fuel, and Fertilizer from Organic Wastes, BOSTID Report, National Academy Press., Washington D. C. 152-156.