

A kommunális szennyvíziszap vermikomposztálása során alkalmazott trágyagiliszták (*Eisenia fetida*) elemanalitikai vizsgálatai

Kardos Levente PhD

Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék

Abstract

One of the possible solutions to communal sewage sludge treatment is vermicomposting with earthworms (redworms), where organic matter and nutrients in sludge are transformed into products that can be used in agriculture due to bacterial and earthworms metabolism. During our research, the vermicompost technology was investigated in laboratory scale, pilot scale and industrial scale in each 3-3 months experimental periods.

In the present research work elemental analytical examination of the starting communal sewage sludge samples, of earthworms samples and of compost samples are investigated. The following elements were determined: iron, lead, cobalt, nickel, zinc, manganese, chromium, boron, molybdenum, magnesium, sodium, potassium, calcium, barium, lithium. At the beginning and at the end of the laboratory scale, both the pilot scale and the industrial scale, we sampled the redworms to investigate the potential accumulation of potential toxic metal by the redworms. Sludge samples, compost samples and destroyed redworms samples were examined after nitric acid - hydrogen peroxide digestion with AURORA AI1200 atomic absorption spectrometer and FP910 (PG Instruments) flame photometer. Based on our results we can conclude that the redworms accumulated the examined elements at different levels on all three technology levels.

Összefoglaló

A kommunális szennyvíziszap kezelés egyik lehetséges megoldása a gilisztákkal történő vermikomposztálás, amely során az iszapban lévő szerves anyag, valamint tápanyagok a baktériumok és a giliszták anyagcsere-folyamatainak köszönhetően átalakulnak a mezőgazdaságban hasznosítható terméké. Kutatómunkánk során laboratóriumi körülmények, félüzemi és ipari körülmények között vizsgáltuk a vermikomposztálás folyamatát egyenként 3-3 hónapos kísérleti periódusokban. A jelenlegi kutatási munka keretében a korábbi kísérleti periódusokból származó giliszták, a kiindulási iszapminták és a komposztálási folyamatok lejátszódása utáni, elkészült iszapkomposzt minták elemanalitikai vizsgálatára (vas, ólom, kobalt, nikkel, cink, mangán, króm, bór, molibdén, magnézium, illetve nátrium, kálium, kalcium, bárium, lítium) került sor. Mind a laboratóriumi, mind a félüzemi, mind pedig az üzemi szintű kísérleti periódus kezdetén és végén mintát vettünk a gilisztákból, hogy vizsgálhassuk a giliszták általi potenciális toxikus fém akkumulációját. Az iszapmintákat, a komposztmintákat és az elpusztított giliszta mintákat salétromsavas – hidrogén-peroxidos feltárást követően vizsgáltuk AURORA AI1200 atomabszorpciós spektrométerrel, valamint FP910 (PG Instruments) lángfotométerrel. Az eddigi eredményeink alapján megállapítható, hogy a giliszták mind a három technológiai szinten eltérő mértékben akkumulálták a vizsgált elemeket.

Irodalmi áttekintés

A vermikomposztálás olyan szerves hulladékgazdálkodást jelent, mely során a gyűrűsférgék közé tartozó gilisztaféléket használunk fel a szerves anyag átalakítására. A víztelenített és rothasztott szennyvíziszapban lévő szerves anyag átalakítása többek között az *Eisenia fetida* tárgyiliszttalval lehetséges (Visvanathan et al. 2005). A giliszták anyagcseréjüknek köszönhetően eltávolítják az előregedő baktérium populációkat az iszapból, így teret engedve az újabb baktériumcsoportok megtelepedésének, amelyek hozzájárulhatnak a komposztálás folyamatának felgyorsulásához. A vermikomposztálás eredményeképpen javul a kezelt iszap nitrogén-, foszfor- és kálium-tartalma, valamint csökken a patogének száma. Ezen paraméterek a további, mezőgazdasági felhasználás szempontjából meghatározó jelentőségűek. A gilisztatenyésztés fenntartása viszonylag egyszerűen megoldható (Kasza et al. 2015).

Az ezredforduló környékén több tanulmány született a földigiliszták nehézfém akkumulációs képességéről és annak szennyvíziszap kezelésre való alkalmazásáról. Iráni kutatók például arra keresték a választ, hogy a szennyvíziszap nehézfém-tartalmának csökkentése milyen módon valósítható meg a leggyakrabban alkalmazott gilisztafaj, az *Eisenia fetida* különböző területekről (Irán, Ausztrália) származó törzsei segítségével és milyen összefüggés figyelhető meg a szennyvíziszapban lévő egyedszám, illetve a nehézfém-koncentráció között. A kísérlet során alkalmazott törzsek egyedeinek testében nehézfémek (króm, kadmium, ólom, réz és cink) bioakkumulációját végezték el. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a szennyvíziszapban mérhető nehézfém-koncentráció a kísérlet során eltelt idő előrehaladásával csökken. A kétféle származási hellyel rendelkező faj közül az iránit magasabb mikrotápanyag (réz, cink) hasznosítás jellemezte, míg a nem-esszenciális elemek (króm, kadmium, ólom) bioakkumulációja az ausztráliai törzse esetén mutatott nagyobb értéket. A kutatás végeredményeként mindkét esetben azt állapították meg, hogy a *fetida* faj törzsei testszövetekben nehézfémek felhalmozására képesek (Shahmansouri et al., 2005).

Anyag és módszer

A laboratóriumi kísérleti periódus bemutatása

Kísérleteink laboratóriumi körülmények között zajló részét a Szent István Egyetem Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszékén végeztük. A laboratóriumi vermikomposztálást műanyag dobozokban valósítottuk meg. Ezen dobozokat előzetesen megfűrtük, hogy az aerob feltételeket biztosítsuk. Egy láda felülete: $40 \times 60 \text{ cm} = 0,24 \text{ m}^2$. A vizsgálatokat két különböző giliszta törzsállománnyal végeztük (érdei és gyöngyöstarjáni állomány), amelyek előzetesen adaptálva lettek szennyvíziszaphoz. Mindkét esetben három kontroll mellett három-három párhuzamos laboratóriumi vermikomposztálást hajtottunk végre. A kísérletet két eltérő környezeti feltétel között végeztük. Az egyik a laboratóriumon belüli (zárt) környezet, valamint egy külső, az aktuális meteorológiai viszonyoknak kitett környezetben (nyílt környezet). A legfontosabb meteorológiai adatokat (pl.: léghőmérséklet, légnyomás, csapadék mennyiség) is mértük. Összesen 18 ládában végeztük a kísérletet. A kísérleti periódus alatt nem használtunk fel egyéb szerves anyagot tartalmazó kevert iszapot vagy növényi hulladékot.

A félüzemi kísérleti periódus bemutatása

A félüzemi szintű vermikomposztálási technológiai kísérleteinket a Sós-kúti telephelyen kialakított területeken végeztük zárt (fólia sátor alatt), illetve nyitott körülmények között, így vizsgáltuk az eltérő környezeti feltételek hatását (hőmérséklet, csapadék intenzitás, a komposzthatalom nedvessége) a vermikomposztálás technológiájára.

A kísérletek 3 hónapig tartottak, összesen 21 komposzt-prizmát vizsgálva. A kísérletsorozat kezdetén minden komposzthalomból átlagmintát vettünk, amelyek laboratóriumi fizikai és kémiai vizsgálatait elvégeztük. A következő mintavételezés a kísérlet sorozat közepén (középső állapot), majd az utolsó mintavételezésre a kísérlet zárásakor került sor (végső állapot). Mind a nyitott, mind pedig a zárt környezetben 2-2 db, gilisztát nem tartalmazó (vak) komposzthalmot, valamint a nyitott környezetben 8 db, a zárt környezetben pedig 9 db, gilisztákat tartalmazó komposzthalmot alakítottunk ki.

Az üzemi kísérleti periódus bemutatása

Az üzemi szintű vermikomposztálási technológiai kísérleteinket továbbra is a Sósikúti telephelyen kialakított területeken végeztük nyitott körülmények között, három eltérő technológiai kialakítás mellett. Az első technológiai kivitelezés során nem takartuk le a kommunális szennyvíziszap-komposzthalmokat, ezek mindvégig fedetlenek voltak, a második technológiai kialakítás során minden halmot geotextíliával fedtünk le, míg a harmadik technológiai kialakítás során szalmával fedtük le a komposzthalmokat. Minden technológiai kialakítás során három-három gilisztát tartalmazó komposzthalmot és egy, gilisztát nem tartalmazó (vak minta) komposztprizmát alakítottunk ki.

A kísérleteket 3 hónapig végeztük, összesen 12 komposzt-prizmát vizsgálva. A kísérletsorozat kezdetén minden komposzthalomból átlagmintát vettünk, amelyek laboratóriumi vizsgálatait szintén elvégeztük. A következő mintavételezés a kísérlet sorozat közepén (középső állapot), majd az utolsó mintavételezésre a kísérlet zárásakor került sor (végső állapot).

A felhasznált kommunális szennyvíziszap és giliszta állomány bemutatása

A szennyvíziszap előzetes, hivatalos vizsgálatok alapján minden esetben 15-20%-os száraz anyag tartalmú érdi kommunális szennyvíziszap volt. Száraz anyag tartalmának kb. 50 %-a a szerves anyag tartalom. Az 50/2001 (IV. 3.) kormányrendelet alapján az érdi szennyvíziszap összes toxikus elemtartalma az előzetes vizsgálatok alapján nem haladta meg a szennyvíziszapban megengedett mérgező elemek és káros anyagok határértékeit mezőgazdasági felhasználás esetén.

Kísérletbe bevont giliszta az *Eisenia Fetida*, ami a *Eisenia* nembe, a Lumbricidae családba, Haplotaxida rendbe, Nyergesképzők osztályába, Gyűrűsféreg törzsébe tartozik. A faj, mint bizonyos körülményekhez jól alkalmazkodott specialista, trágya-, illetve komposztlakóként a bomlásban lévő szerves anyagok további feltárásában vesz részt, miközben biztosítja saját szervezete tápanyag- és energia ellátását.

A jelenlegi kutatási munka keretében a három korábbi kísérleti periódusunkból származó giliszták, a kiindulási iszapminták és a komposztálási folyamatok lejátszódása utáni, elkészült iszapkomposzt minták elemanalitikai vizsgálatára (vas, ólom, kobalt, nikkel, cink, mangán, króm, bór, molibdén, magnézium, illetve nátrium, kálium, kalcium, bárium, lítium) került sor. Mind a laboratóriumi, mind a félüzemi, mind pedig az üzemi szintű kísérleti periódus kezdetén és végén mintát vettünk a gilisztákból, hogy vizsgálhassuk a giliszták általi potenciális toxikus fém akkumulációját. Az iszapmintákat, a komposztmintákat és az elpusztított giliszta mintákat megfelelő előkészítés után salétromsavas – hidrogén-peroxidos feltárást követően vizsgáltuk AURORA AI1200 atomabszorpciós spektrométerrel (1. ábra), valamint FP910 (PG Instruments) lángfotométerrel (2. ábra).



1. ábra: AURORA AII200 atomabszorpciós spektrométer



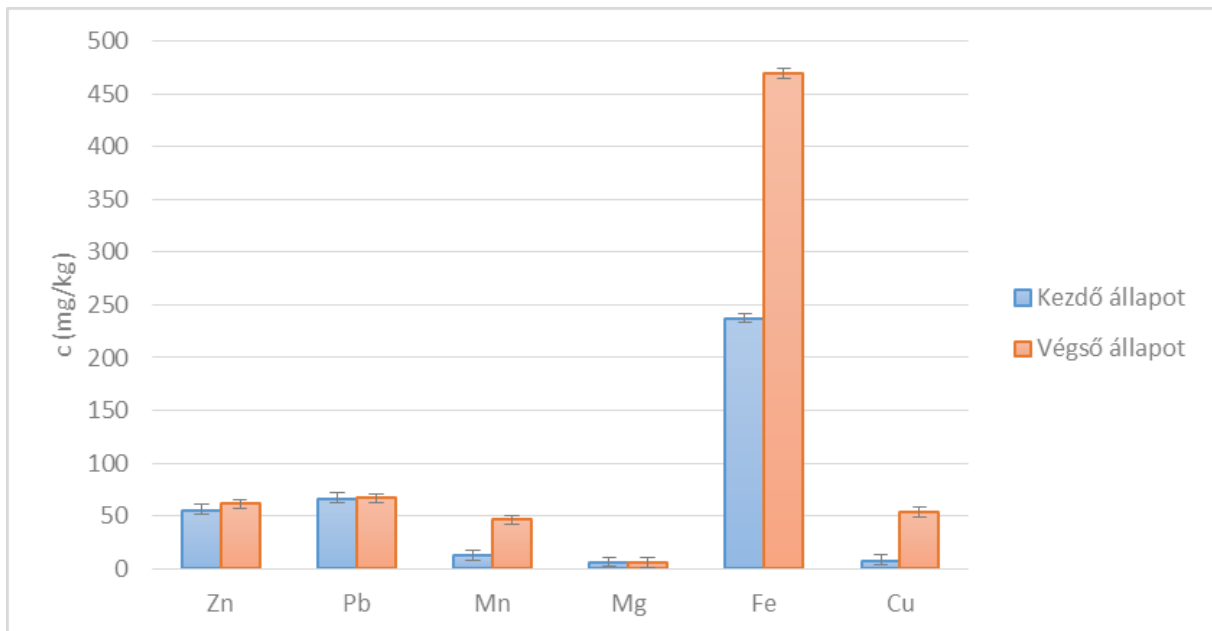
2. ábra: FP910 (PG Instruments) lángfotométer

Eredmények és értékelésük

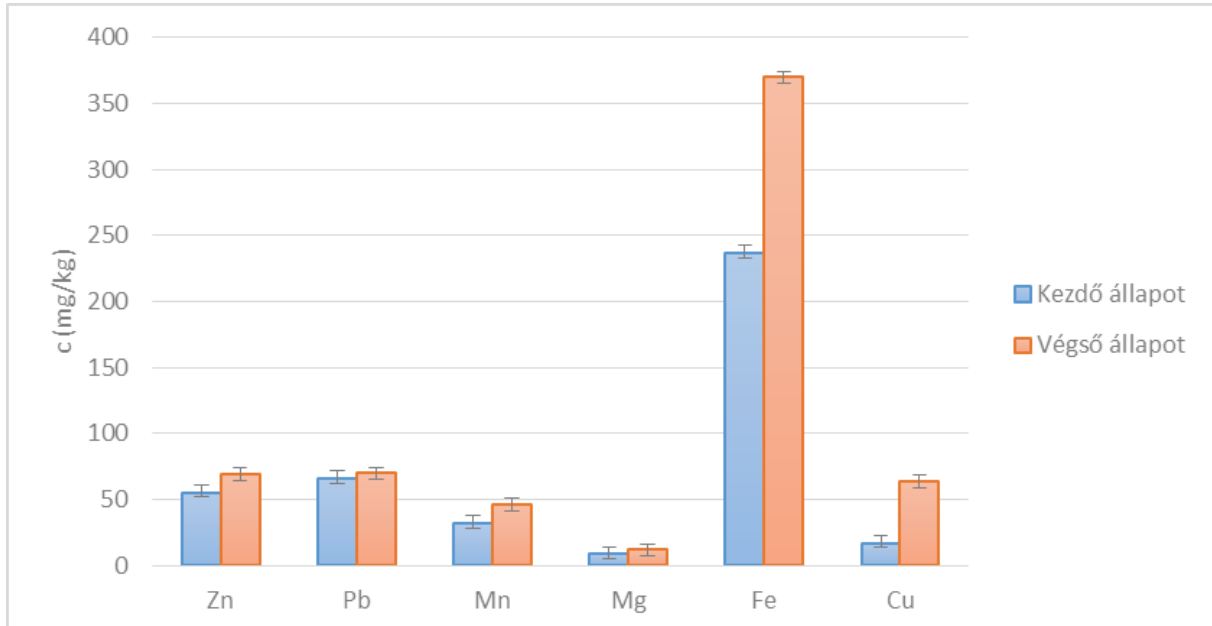
Eredményeink alapján megállapítható, hogy a vermikomposztálás folyamata minden kísérleti periódusban megfelelően zajlott, ezt támasztják alá a fizikai, a kémiai paraméterek változásai és ezt erősítették meg az enzimaktivitás vizsgálataink eredményei is. A vermikomposztálás során a baktériumok és a giliszták megfelelő együttélésével értékes talaj-utánpótló anyag állítható elő. Az elemanalitikai vizsgálatok eredményeit a kísérleti technológiai szinteknek megfelelően ismertetjük.

A laboratóriumi kísérlet sorozat eredményei közül a 3. ábrán a nyitott környezetben lévő vermikomposztálásból származó gilisztaminták eredményeit ismertetjük. Jelentős akkumulációt a vas, a réz és a mangán elemek esetében tapasztaltunk. A 4. ábrán a zárt

környezetben lévő vermikomposztálásból származó gilisztaminták eredményei láthatóak. Zárt környezeti feltételek között is a vas, a réz, a mangán, valamint kisebb mértékben a cink elem giliszták általi akkumulációja volt jelentős. Összeségében kijelenthető, hogy a vizsgált elemeket a giliszták mindkét környezeti feltétel mellett is akkumulálták.



3. ábra: A giliszták fémakkumulációja a nyitott környezetben lévő laboratóriumi kísérletsorozatban



4. ábra: A giliszták fémakkumulációja a zárt környezetben lévő laboratóriumi kísérletsorozatban

A félüzemi kísérletsorozatban is hasonló eredményeket kaptunk, amelyeket a 1. és 2. táblázatban ismertetünk.

1. táblázat: A fém koncentrációk változása nyitott környezetben lévő félüzemi kísérletsorozatban

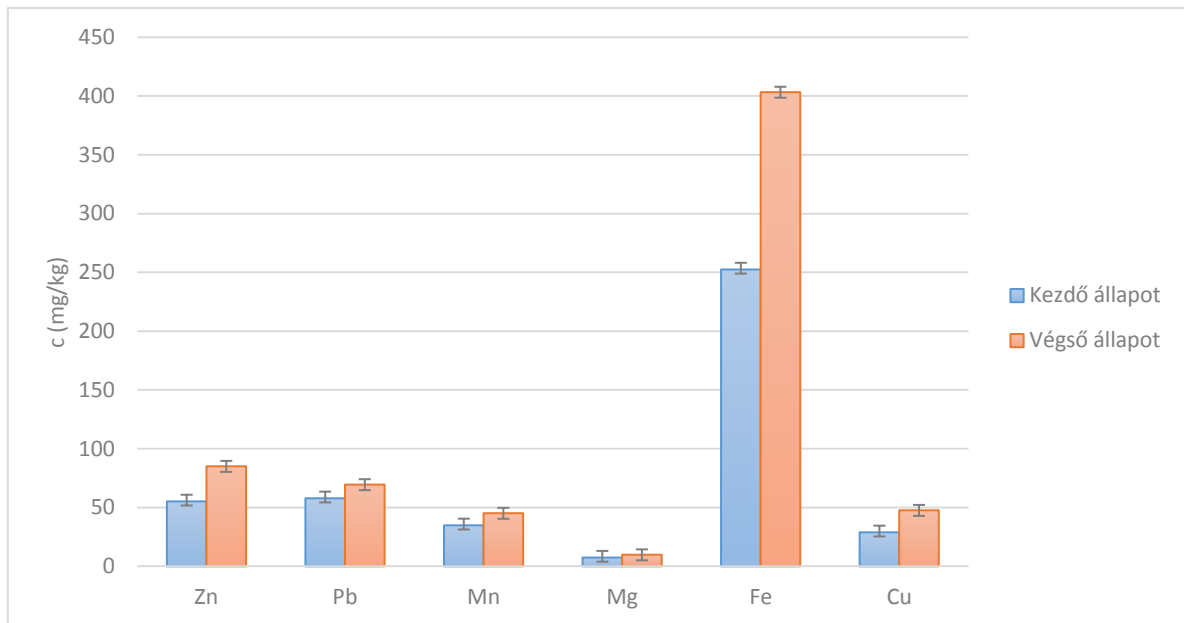
mg/kg	Kezdő állapot		Végső állapot		%
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
Zn	55,28	4,58	79,12	3,52	43,13
Pb	61,91	4,68	69,76	8,75	12,68
Mn	36,91	2,47	46,21	5,66	25,18
Mg	8,41	0,51	11,88	0,70	41,31
Fe	296,53	47,66	469,74	79,87	58,41
Cu	27,01	1,29	49,69	1,45	83,99

2. táblázat: A fém koncentrációk változása nyitott környezetben lévő félüzemi kísérletsorozatban

mg/kg	Kezdő állapot		Végső állapot		%
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
Zn	53,28	4,77	63,18	3,17	18,58
Pb	56,99	4,75	63,26	7,85	10,99
Mn	33,14	2,07	41,10	4,62	24,03
Mg	6,64	0,67	10,38	0,98	56,37
Fe	286,69	42,56	439,70	51,87	53,37
Cu	31,01	1,86	52,69	1,19	69,93

A legnagyobb giliszták általi akkumulációt a réz esetében tapasztaltuk. Jelentős továbbá a vas és a magnézium akkumulációja is.

Az üzemi körülmények között végzett kísérleteink közül a szalmával fedett komposztálási körülmények közötti eredményeket ismertetjük az 5. ábrán. A diagramról jól látható, hogy hasonlóan a laboratóriumi és félüzemi kísérlet sorozat eredményeihez a legnagyobb mértékű akkumulációt a réz esetében tapasztaltuk (átlagos $28,96 \pm 1,29$ mg/kg-ról $47,69 \pm 1,45$ mg/kg-ra, amely 64,66%-os növekedést jelent). A második legnagyobb növekedést (59,72%) a vas esetében mértük (átlagos $252,55 \pm 47,66$ mg/kg-ról $403,39 \pm 79,87$ mg/kg-ra).



5. ábra: A giliszták általi fém akkumuláció a szalmával fedett üzemi kísérlet sorozatból származó minták esetében

Következtetések

Mind a három technológiai szinten megfelelően zajlott a kommunális szennyvíziszap giliszták általi vermikomposztálása. A giliszták és a baktériumok közötti együttműködés hatékonyabb szerves anyag átalakítást eredményezett, ezt támasztják alá a nagyobb dehidrogenáz enzimaktivitás értékek a gilisztát nem tartalmazó vakmintákhoz képest, illetve a nagyobb humusz mennyiségi és minőségi adatok is. Vizsgálataink alapján megállapítható volt, hogy a giliszták akkumulálták a vizsgált nehézfémeket, jelentősen a rezet és a vasat. Nyitott környezetben akkumuláció mértéke nagyobb volt.

További feladatunk a vizsgált fémekre vonatkozóan egy anyagmérleg számítása, amely hozzájárulhat a kommunális szennyvíziszap fém- és nehézfém-tartalmának pontosabb nyomonkövetésére.

Felhasznált irodalom

Kasza Gy., Bódi B., Sárközi E., Mázsa Á., Kardos L. 2015. Vermicomposting of sewage sludge – Experiences of a laboratory study. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*. 5(1), 1-10.

Shahmansouri M R, Pourmoghadas H, Parvareh AR, Alidadi H (2005): Heavy Metals Bioaccumulation by Iranian and Australian Earthworms (*Eisenia fetida*) in the Sewage Sludge Vermicomposting, *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 2005, Vol. 2, No. 1, pp. 28-32

Visvanathan C., Trankler J., Jospheh K., Nagendran R. (eds.) 2005. Vermicomposting as an Eco-Tool in Sustainable Solid Waste Management. *Asian Institute of Technology, Annamalai University, Chidambaram*. 25-45.