

Gulyás Miklós - Csáti József - Aleksza László - Béres András

Házi komposztok érettségének vizsgálata

Miklós Gulyás, József Csáti, László Aleksza, András Béres: The examination of the maturity of home-made composts

Summary

In our study the stability and oxigen consumption were determined home made compost of different maturity. The results show that the oxigen consumption and the level of maturity of compost depend on the preparations, particle size of compost and the moisture content (wetting method). It is very important to adopt a standard policy in compost maturity determination. Standard EU directives are needed for the preparation and maturity determination.

Keywords: *compost maturity, oxigen consumption, AT₄*

ÖSSZEFOGLALÁS

A házi komposztokkal elvégzett vizsgálataink során meghatároztuk a különböző érettségű komposztok esetén a komposzt stabilitását, a komposztminták oxigénfogyasztását. Az elvégzett vizsgálataink bemutatott eredményei alapján megállapítható, hogy az előzetes feltételezéseinknek megfelelően a vizsgált komposztminták előkészítési módja, a vizsgálatok során alkalmazott szemcseméret és a minták nedvesítési módja alapvetően befolyásolja a komposztminták oxigénfogyasztását és így a komposzt meghatározott érettségi fokát. Az elvégzett vizsgálatok alapján fontosnak tűnik, hogy a komposztok esetén a vizsgált anyag tulajdonságait figyelembe véve kifejezetten a komposztok vizsgálatát és a komposztminták előkészítését is szabályozó, az érettség meghatározásának módszerét leíró egységes Európai Unió szabvány kerüljön kidolgozásra és bevezetésre. Ezen szabvány előkészítése során a minta előkészítési módszer megfelelő kialakítására és validálására természetesen további vizsgálatok elvégzése is szükséges.

Kulcsszavak: komposztérettség, oxigénfogyasztás, AT₄

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Hazánkban az évente keletkező, megközelítőleg 4,5 millió tonna települési szilárd hulladék jelentős része, évente 1,5-1,8 millió tonna az ún. biohulladék (zöldhulladék, konyhai hulladék stb.). Ezen biohulladék nagy része nem kerül hasznosításra, az egyéb települési szilárd hulladékokkal együtt vegyesen gyűjtik és hulladéklerakókba vagy hulladékégetőkbe kerül. Ezáltal mindenképp elveszítjük ezen biohulladékoknak a mezőgazdaságban, a növénytermesztésben a talajerő-gazdálkodás során hasznosítható, esetenként jelentős tápanyagtartalmát, és ezt a legtöbb esetben a talajra hosszú távon káros hatást gyakorló, a talaj leépülését eredményező műtrágya alkalmazásával helyettesítjük [2]. Ezen túlmenően ez a megoldás a rendelkezésre álló hulladéklerakási kapacitást is feleslegesen veszi igénybe, és növeli mind a hulladékégetés, mind a hulladéklerakás környezeti kockázatát.

A biohulladék egy másik része szelektív gyűjtés útján hasznosító telepekre (például komposztáló telepekre) jut el, ahol szabályozott körülmények között a mezőgazdaságban, a kertészeti ágazatban vagy a kommunális szférában felhasználható komposztot készítenek belőle. A biohulladék szintén jelentős része a házi komposztálás útján hasznosul. A házi komposztálás

esetén az alkalmazott módszerek, eszközök a technológiai szintjüket tekintve igen eltérőek, a képződő komposzt minősége szintén nagyon változó. A kész komposzt jellemzői alapvetően befolyásolják felhasználhatóságát és hasznosulását a háztáji kertészeti kultúrákban.

A KTIA_AIK_12-1-2013-0015 számú, a „Biohulladékok kezeléséből származó talajtermékenységet növelő anyagok – komposztok, erjesztési maradékok – minőségbiztosítási rendszerének tudományos megalapozása” című projekt fő célkitűzése a hazai komposzt- és erjesztési maradékok minőségének (tápanyagtartalom, fizikai tulajdonságok, toxikus elemtartalom, fertőzőképesség) teljes körű felmérése alapján ezen mezőgazdaságban felhasználható talajtermékenységet növelő anyagok minősítő eljárásainak, minőség besorolási rendszerének és minőségbiztosítási rendszerének tudományos megalapozása. A projekt megvalósításában résztvevő szervezetek a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Központja (konzorciumvezető), a Szent István Egyetem és a Magyar Minőségi Komposzt Társaság. A projekt keretein belül a komposztáló telepekről kikerülő komposztok minőségének vizsgálatán túlmenően a házi komposztok minőségének vizsgálatára is nagy hangsúlyt fektetünk.

A komposztok minőségi vizsgálata a következő tényezőkre kiterjedhet ki [13]:

- a hasznosíthatóságra vonatkozó talajjavító tulajdonságok (pl. szervesanyag-tartalom);
- a hasznosíthatóságra vonatkozó, a trágyaértéket befolyásoló tulajdonságok (pl. tápanyagtartalom – N, P, K);
- biológiai tulajdonságok (pl. *érettség – stabilitás*, csírázóképes gyommag tartalom);

- általános anyagi tulajdonságok (pl. nedvességtartalom, térfogatsűrűség, szemcseméret-eloszlás, pH);
- a környezetvédelmi és egészségügyi szempontból lényeges higiéniai tulajdonságok (pl. kórokozók jelenléte);
- a környezetvédelmi és egészségügyi szempontból lényeges szennyezőanyag tartalom (pl. toxikus szennyezők).

A komposzt érettségének vizsgálata kiterjedhet a fizikai jellemzők (pl. szín, szag), a kémiai jellemzők (pl. C/N arány, nitrifikáció), a mikrobiológiai jellemzők (pl. önhevülési teszt, respiráció), a termesztett növényekre gyakorolt hatást befolyásoló jellemzők (pl. csírateszt) meghatározására és értékelésére [7, 3]. A komposzt érettségének vizsgálatára szolgáló vizsgálati módszereket az 1. ábrán mutatjuk be [7].



1. ábra

A komposztérettség vizsgálatának lehetséges módszerei [7]

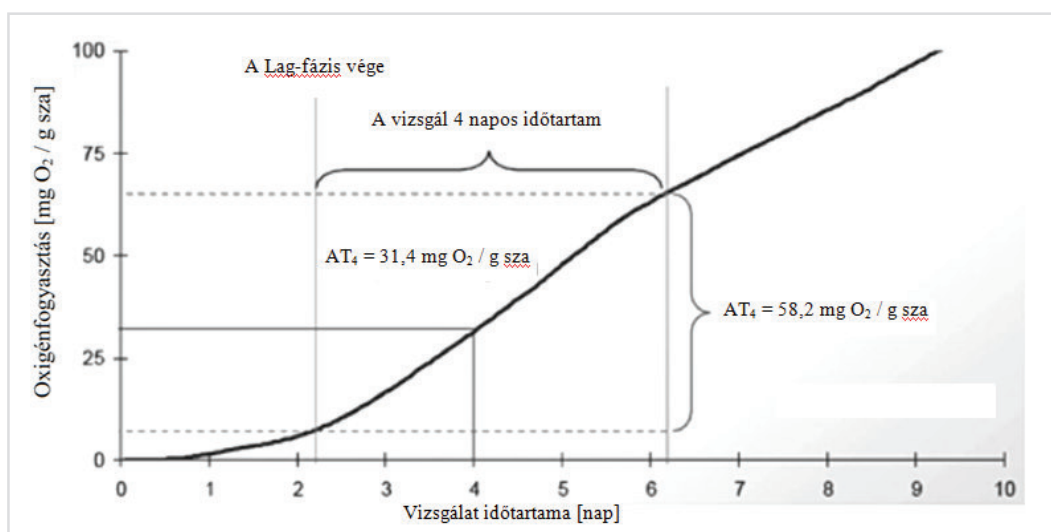
Az éretlen komposzt felhasználása sok esetben problémát okozhat a hasznosítás során, amelynek fő oka, hogy a komposztáláskor nem ment megfelelő módon végbe az a mineralizációs, humifikációs folyamat, amely a szerves anyagok teljes lebontását és stabilizálódást eredményezte volna. Ennek eredményeképp a nem megfelelően lebomlott szerves anyagok stabilizálódására a talajban kerül sor, amelynek során a mikroszervezetek egyrészt a talajban is megtalálható tápanyagokat is felhasználják; ez a talajban rendelkezésre álló, a növények számára felvehető formában jelen lévő nitrogén veszteségét okozhatja. Másrészt a stabilizálódási folyamat a talajlevegő oxigéntartalmát is

hátrányosan befolyásolhatja, amely a gyökérzónában kedvezőtlen állapotot, anaerob körülményeket idézhet elő. Ezen anaerob körülmények között a gyökérzónában fitotoxikus hatásokat előidéző ammóniaképződés is kialakulhat. A fent említett kedvezőtlen hatások elkerülésére elengedhetetlen a megfelelő minőségű, stabil, érett komposzt előállítás és felhasználása [7, 4, 2].

A mikrobiológiai komposztérettség vizsgálatok sorában gyakran alkalmazott módszer a komposzt respirációjának vizsgálata. A respirációs vizsgálatoknál a komposztminta esetén a minta biológiai bomlása során kialakuló szén-dioxid fejlődést vagy a minta oxigénfogyasztását mérhetjük. Az oxigénfelvételen alapuló vizsgálatok statikus és dinamikus módszerekre különíthetők attól függően, hogy folyamatos oxigénellátás mellett vagy annak hiánya esetében végezzük a méréseket [1]. A komposztok stabilitásával kapcsolatosan elvégzett vizsgálataink során a komposztminták oxigénfogyasztását vizsgáltuk, statikus módszerrel. A vizsgált AT_4 légzési aktivitási érték egy nemzetközileg elfogadott, a komposzt érettségét, stabilitás, felhasználhatóságát meghatározó jellemző, arra az összegzett oxigén-mennyiségre vonatkoztatott számérték, amely 4 nap vizsgálati idő alatt a vizsgált minta biológiailag lebontható szervesanyag-tartalmának mikrobiológiai átalakulása során felhasználásra kerül (a vizsgált paraméter, a

légzési aktivitás ill. oxigénfogyasztás mértékegysége $mg\ O_2/g\ sz.a.$) [9]. A vizsgálataink során az AT_4 légzési aktivitási érték meghatározásához az OxiTop Control B6M-2,5 mérőrendszert használtuk.

A mérőedényben elhelyezett komposztminta aerob biológia bomlása során képződő szén-dioxid az edény légteréből abszorber (2M NaOH) segítségével megkötésre kerül, így az edény légterében nyomáscsökkenés következik be. A mérőfej ezt a nyomáscsökkenést méri, regisztrálja, mely arányos a vizsgált minta biológiai aktivitásával (stabilitásával), így oxigénfogyasztásával. Az oxigénfogyasztást tükröző AT_4 légzési aktivitási érték arra az oxigénmennyiségre vonatkoztatott számérték, amely 4 nap vizsgálati idő alatt a vizsgált minta biológiailag lebontható szervesanyag-tartalmának mikrobiológiai átalakulása során elhasználódik. Egyes minták vizsgálata esetén a mérés kezdeti szakaszában ún. lappangási fázis (Lag-fázis) alakulhat ki, amely időszakban a vizsgált minta szervesanyag-tartalmának biológiai bomlása és így az ehhez kapcsolódó oxigénfogyasztás még igen kis mértékű. Ezen Lag-fázis végén az oxigénfogyasztás már exponenciálisan emelkedik (2. ábra). Amennyiben a mérés során ilyen Lag-fázis mutatkozik, az AT_4 légzési aktivitási értéket a lappangási fázis végétől számítva kell meghatározni.



2. ábra

AT_4 érték értelmezése Lag-fázis esetén [5]

A vizsgálatok során nyomon követtük a légzési intenzitás mértékének változását különböző stabilitású házi komposztok esetén, és különböző Európában alkalmazott, szabványos minta előkészítési módszerek alkalmazásával határoztuk meg a légzési intenzitás (AT_4) mértékét.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgált különböző stabilitású házi komposztok hagyományos házi komposztálási technológiából származtak, a komposztálás fedett komposztáló ládában történt. A komposztálás során az alapanyag (3. ábra) a következő összetevőket tartalmazta: nyírt fű, egyéb kerti zöldhulladék, maximum 2 cm átmérőjű metszett ágak, konyhai zöldhulladék, tojáshéj. A komposztálás előtt a nyersanyagokat maximum 5 cm-re aprították, a komposztálás során pedig havonta végeztek átfogatást. Az érlelés 1 (részben érett komposzt) ill. 2 évig (érett komposzt)történt.



3. ábra

A vizsgált érett házi komposzt

Hangsúlyozni szeretnénk, hogy a komposztok légzési aktivitásának meghatározására sem hazánkban, sem a legtöbb Európai Unió országában nem állnak rendelkezésre érvényben lévő szabványok, a vizsgálatokat ennek megfelelően mi is a mechanikai-biológiai hulladékkezelésen átesett hulladékok biológiai stabilitásának meghatározásával foglalkozó szabványokban leírtak szerint végeztük el. A mechanikai-biológiai hulladékkezelésen átesett hulladékok biológiai aktivitásának, az oxigénfogyasztásnak a vizsgálatához kapcsolódóan az Európai Unió egyes országaiban az érvényben lévő szabványok különböző minta előkészítést írnak elő.

Ennek megfelelően az elvégzett vizsgálatok célkitűzése alapvetően annak meghatározása volt, hogy a különböző minta előkészítési módszerek milyen hatással vannak a vizsgált komposztminta meghatározott oxigénfogyasztására. A vizsgálatok során a mintákat egyrészt eltérő szemcseméret alapján készítettük elő:

- 20 mm alatti szemcseméret (Ausztriában érvényes előírás, ÖNORM S 2027-4:2012 Evaluation of waste from mechanical-biological treatment – Part 4: Stability parameters – Respiration activity (AT_4)) [12] illetve
- 10 mm alatti szemcseméret (Németországban érvényes előírás, Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27. April 2009) [14].

A vonatkozó magyar szabványban (MSZE 21420-16:2004. Hulladékok jellemzése. 16. rész: Minta-előkészítés. [10]) előírt minta előkészítést a szemcseméret tekintetében nem vizsgáltuk, ugyanis az elővizsgálatok során megállapításra került, hogy az abban előírt 4 mm alatti szemcseméretre történő aprítás a komposztmintát a további stabilitási vizsgálatok elvégzésére alkalmatlanná teszi, ez az előkészítési módszer egyrészt túlzottan apró szemcséket eredményez, másrészt a gyakorlati alkalmazás szempontjából nem életszerű körülményeket idéz elő a mintában.

A vizsgálatok során másrészt a komposztminták nedvességtartalmát is eltérő módszerekkel állítottuk be:

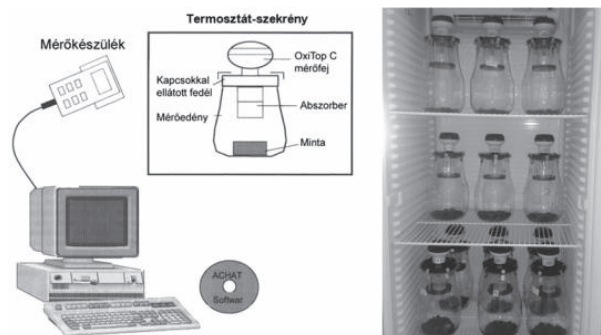
- Az OxiTop Control mérőrendszer gyártója által javasolt módszer során a komposztot a vízfelvevő képességéig kell nedvesíteni, ennek során 300 g komposztot 300 ml vízzel kell megnedvesíteni, majd a nedvesített komposztból a fel nem vett vizet 30 percig Nutsch szűrőn vízsugárszivattyú alkalmazásával kell eltávolítani. A gyártó által javasolt módszerben az így előkészített komposzttal kell elvégezni a vizsgálatokat [15].

- Az osztrák, német ill. vonatkozó magyar szabványban rögzítettek alapján a fenti módszerrel szintén meg kell határozni a komposzt (mechanikai, biológiai hulladékkezelésen átesett stabilizált hulladék) vízfelvevő képességét, és ennek figyelembe vételével kell egy újabb 300 grammos komposztmintát a szükséges mértékben nedvesíteni.

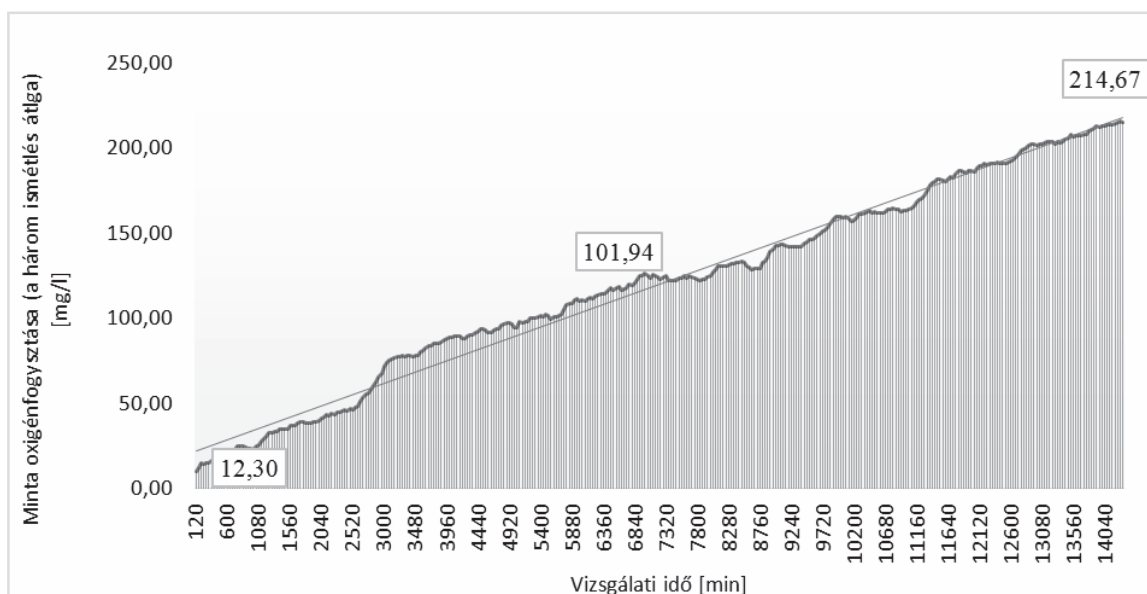
Az alkalmazott módszerekkel beállított mintarészletek nedvességtartalma jellemzően 45-60 % között alakult. Az AT_4 légzési aktivitási érték meghatározásához kapcsolódóan a vizsgálatok során a minta nedvességtartalmát a MSZE 21420-18:2005 [11] alapján határoztuk meg.

A komposztminták biológiai aktivitását (stabilitását) a minták légzési aktivitásának, az AT_4 légzési aktivitási értéknek a meghatározásával, a vonatkozó szabványokban előírt módon há-

romszoros ismétlésben vizsgáltuk. Az AT_4 légzési aktivitási értéket OxiTop Control mérőrendszer alkalmazásával határoztuk meg (4. ábra). Az oxigénfogyasztás meghatározása során a mérőedényeket az előírásoknak megfelelően termosztát szekrényben helyeztük el, a vizsgálatok során folyamatosan 20 °C-os hőmérsékletet biztosítva (4. ábra).



4. ábra
OxiTop Control mérőrendszer [15]



5. ábra

A mérés során a mérőfej által rögzített oxigénfogyasztás (primer mérési eredmények) A mérés során a mérőedényben aerob körülmények között elhelyezett minta a biológiai aktivitásától (stabilitásától) függő mértékben indul biológiai bomlásnak, amely bomlás során a mérőedény légterében található oxigén részben felhasználásra kerül, mennyisége csökken. A minta aerob biológia bomlása során képződő szén-dioxid az edény légteréből abszorber

segítségével megkötésre kerül, így az edény légterében nyomáscsökkenés következik be. Az AT_4 légzési aktivitási értéket a minta szárazanyagtartalmára vetítve adjuk meg ($mg O_2/g$ szá). A mérőrendszer részét képezi egy mérőkészülék, amelynek segítségével a mérőfejekből a mérési adatok kiolvashatók, tárolhatók és számítógépre továbbíthatók.

VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

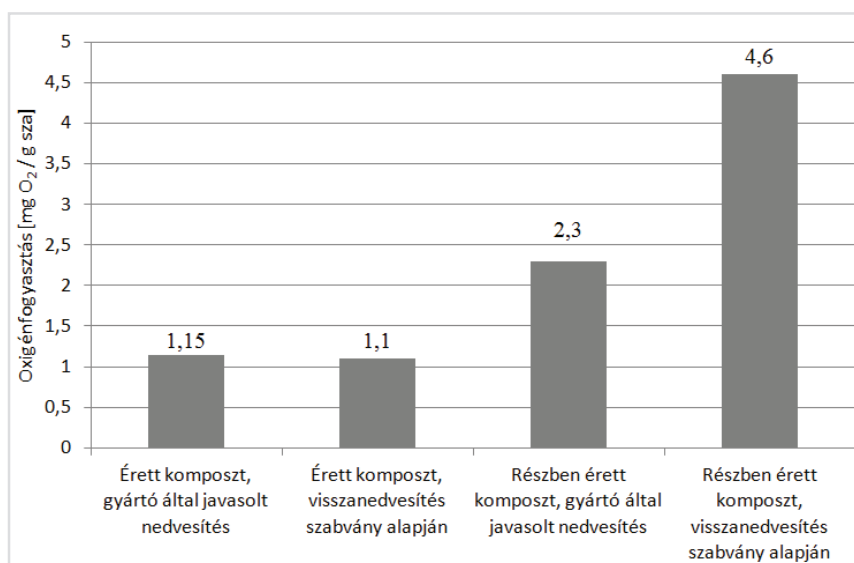
A vizsgálatok során nyert primer mérési eredményeket mutatja be az 5. ábra, ahol a mérőfej által rögzített oxigénfogyasztás látható a minta egy liternyi térfogatára vonatkoztatva. Az elvégzett vizsgálatok során egyébként egyik vizsgált mintánál sem volt megfigyelhető ún. lappangási fázis (Lag-fázis) – amint ez az 5. ábrán közölt primer mérési eredmények alapján is megállapítható.

Az elvégzett vizsgálatokat követően az adatgyűjtő mérőkészületről (kontrollerről) leolvasott mérési adatokat MS Excel-ben értékeltük, a szabványokban meghatározott korrekciókat (térfogattömeg, szárazanyag) elvégeztük, és ennek megfelelően meghatároztuk az egyes, különböző módon előkészített, vizsgált komposztminták oxigénfogyasztását.

A szemcseméret tekintetében különböző módon előkészített érett (2 éves érlelési idő) komposztminták oxigénfogyasztását a 6. ábrán mutatjuk be (a minták nedvesítése mindkét esetben az OxiTop Control mérőrendszer gyártója által javasolt módszer alapján történt, amely a párhuzamosan elvégzett, a komposztminta tápanyagtartalmára irányuló vizsgálatok alapján a komposztminta jelentős tápanyagvesztését okozta). A vizsgálati eredmények

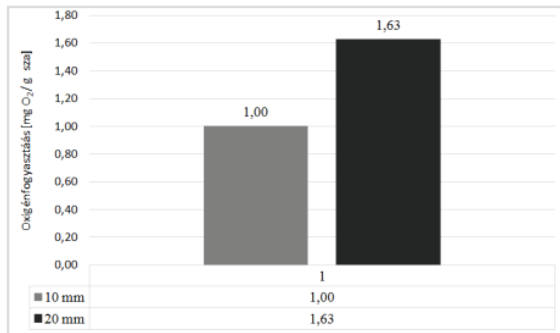
alapján megállapítható, hogy a komposztminta előkészítése során a megválasztott szemcseméret jelentősen befolyásolja az előkészített komposztminta oxigénfogyasztását, ennek megfelelően a mérési eredmények alapján a komposzt érettségi fokára vonatkozó megállapításokat. Ez a vizsgálati eredmény összecseng a kérdéssel foglalkozó szakirodalomban található megállapításokkal [8].

Az azonos szemcseméretre (10 mm) beállított komposztminták (érett és részben érett minták) esetén a nedvesítés módjától függően mérhető oxigénfogyasztást a vizsgálati eredmények alapján a 7. ábrán mutatjuk be. A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy nedvesítés módja az érett komposztok esetén alig, a részben érett komposztminták esetén jelentősen befolyásolja a komposztminta meghatározott oxigénfogyasztását. Ez utóbbi esetben a jelentősen eltérő oxigénfogyasztás oka lehet, hogy az OxiTop Control mérőrendszer gyártója által javasolt nedvesítés során a minta tápanyagtartalma jelentősen csökkent, részben a biológiai stabilizálást végző mikroszervezetek számára hasznosítható tápanyagok egy része is kimosásra került a mintákból, amely a mikroszervezetek élettevékenységét jelentősen befolyásolta, gátolta.



7. ábra

Az azonos szemcseméretre (10 mm) beállított komposztminták (érett és részben érett minták) esetén a nedvesítés módjától függően mérhető oxigénfogyasztás



6. ábra

A szemcseméret tekintetében különböző módon előkészített érett (2 éves érlelési idő) komposztminták oxigénfogyasztása (azonos nedvesítés mellett)

KÖVETKEZTETÉSEK

Az elvégzett vizsgálataink bemutatott eredményei alapján megállapítható, hogy az előzetes feltételezéseinknek megfelelően a vizsgált

komposztminták előkészítési módja, a vizsgálatok során alkalmazott szemcseméret és a minták nedvesítési módja alapvetően befolyásolja a komposztminták oxigénfogyasztását és így a komposzt meghatározott érettségi fokát. Az előkészítés móddal összefüggésben mérhető oxigénfogyasztás éppen a még nem megfelelően stabilizálódott, részben érett komposztok esetén mutat jelentős különbségeket. Az elvégzett vizsgálatok alapján fontosnak tűnik, hogy a komposztok esetén a vizsgált anyag tulajdonságait figyelembe véve kifejezetten a komposztok vizsgálatát és a komposztminták előkészítését is szabályozó, az érettség meghatározásának módszerét leíró egységes Európai Uniós szabvány kerüljön kidolgozásra és bevezetésre. Ezen szabvány előkészítése során a minta előkészítési módszer megfelelő kialakítására és validálására természetesen további vizsgálatok elvégzése is szükséges.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatómunka a KTIA_AIK_12-1-2013-0015 jelű projekt „*Biohulladékok kezeléséből származó talajtermékenységet növelő anyagok – komposztok, erjesztési maradékok – minőségbiztosítási rendszerének tudományos megalapozása*” részeként az Európai Unió támogatásával valósult meg. Külön köszönet illeti azokat, akik hozzásegítettek a kutatómunka sikerességéhez.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1.] Adani F., Lozzi P, Genevini P: Determination of Biological Stability by Oxygen Uptake on Municipal Solid Waste and Derived Products. *Compost Science & Utilization*, 2001, 9:2, p. p. 163-178.
- [2.] Aleksza L., Dér S.: Szakszerű komposztálás: Elmélet és gyakorlat. Profikomp könyvek, Gödöllő, 2001, Profikomp Kft., 264 p.
- [3.] Aleksza L., Dér S., Béres A., Gulyás M.: Biohulladékok kezeléséből származó talajtermékenység-növelő anyagok minőség-biztosítási rendszere. In: A környezetvédelmi mérés és mintavétel aktuális kérdései 2014. KSZGYSZ Konferencia, Budapest, 2014. május 27.
- [4.] Ábrahám et al.: Növényvédelem. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, 2011, Pannon Egyetem.
- [5.] http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_08_Novenyvedelem/ch05s02.html [olvasva: 2014. október 31.]
- [6.] Bozym M.: Analytical issues in the assessment of waste stabilisation degree after biological treatment. *CHEMIK* 2012, 66, 11, p. 1211-1218.
- [7.] Csáti J.: Komposzt érettségi vizsgálatok AT4-es módszerrel. Szakdolgozat, SZIE Gödöllő, 2014.
- [8.] Hunyadi G.: Hulladékból előállított komposztok degradációs folyamatainak nyomon követése. Doktori (Ph.D.) értekezés, Debrecen, 2012.

- [9.] https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/2437/132346/1/doktori_ertekezes_Hunyadi_Gergely.pdf [olvasva: 2014. október 31.]
- [10.] Köppel S., Denner M.: DOC/TOC IM ELUAT VON ABFÄLLEN AUS DER MBA. Evaluierung der Bestimmungsverfahren. REPORT REP-0298, Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich. Wien, 2010.
- [11.] <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0298.pdf> [letöltés dátuma:: 2014. október 31.]
- [12.] MSZ 21420-2:2006. Hulladékok jellemzése. 2. rész: Mechanikailag-biológiailag előkezelt hulladékok stabilitásának paramétere. A légzési aktivitás (AT₄) meghatározásának mód-szere
- [13.] MSZE 21420-16:2004. Hulladékok jellemzése. 16. rész: Minta-előkészítés.
- [14.] MSZE 21420-18:2005 Hulladékok jellemzése. 18. rész: A nedvesség- és a szárazanyag-tartalom meghatározása.
- [15.] ÖNORM S 2027-4:2012 Evaluation of waste from mechanical-biological treatment – Part 4: Stability parameters – Respiration activity (AT₄)
- [16.] Study report on End-of-waste criteria for Biodegradable waste subjected to biological treatment. Draft Final Report, July 2013, IPTS Seville, Spain
- [17.] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27. April 2009.
- [18.] WTW alkalmazási tájékoztató