

Animal welfare, etológia és tartástechnológia



Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 4

Issue 3

Gödöllő
2008



ÁLLATI EREDETŰ VESZÉLYES HULLADÉK, KOMPOSZTÁLÁSSAL TÖRTÉNŐ ÁRTALMATLANÍTÁSI MÓDSZEREINEK HATÉKONYSÁGA AZ ATEVSZOLG ZRT. TELEPHELYEIN

Tóth Zsuzsanna, Szabóné Willin Erzsébet

Összefoglalás

Újrahasznosítható szerves hulladék az emberi tevékenység velejárójaként sok helyen keletkezik, kezelése az emberi társadalomban fontos környezetvédelmi és közegészségügyi feladatként jelentkezik, az eltakarítása, ártalmatlanítása óriási erőfeszítéseket igényel világszerte, és rengeteg költséggel jár.

Alapvető változást a kezelés szabályaiban és a termékek hasznosításának lehetőségeiben az átvihető szivacsos agyvelőbántalmak (továbbiakban TSE) megjelenése okozott, bár Magyarországon ez a betegség még soha nem fordult elő. 2001-től nálunk is alkalmazni kellett az állati eredetű termékek jelentős import és export forgalmára tekintettel az Európai Unióban megszabott előírásokat, ezért jelentősen csökkent az állati hulladékból készült termékek újrahasznosításának lehetősége. Ma a feldolgozás újrahasznosítással vagy végső ártalmatlanítással valósul meg. Az újrahasznosítás jelentősége abban nyilvánul meg, hogy miközben a természetes környezet terhelését minimalizáljuk, a hulladék anyagaiban rejlő értékeket kihasználjuk.

Komposztálással csökkenthetjük a keletkezett hulladék mennyiségét, és az érett komposzt alkalmas a talaj javítására, termőképességének fokozására. A tápanyagok olyan formában vannak jelen benne, hogy azokat a növények fel tudják venni, javul a talaj szerkezete, vízháztartása és nő a biológiai aktivitása.

Figyelembe kell azonban venni, hogy az érett komposzt talajba juttatásával veszélyes hulladékot diszpergálunk a környezetben. A komposztálási technológiákkal szemben elengedhetetlen követelmény, hogy az érés során az alapanyagban lévő patogén szervezetek elpusztuljanak.

Vizsgálati anyag és módszer

Az ATEVSZOLG Innovációs és Szolgáltató Zrt. 1996. évtől kezdődően végez környezetvédelmi szakmai, szakértői tevékenységet. Ezek közül legjelentősebb a hulladékkezelési üzletág, mely három telephelyen, takarmánynak nem hasznosítható állati eredetű hulladékot hasznosít hőkezelést követően, vagy hőkezelés nélkül végzett komposztálással. A komposztálás célja, hogy az állati hulladékot ne földeljük el, hanem trágyaként a mezőgazdasági termelésben hasznosuljon.

A szennyvízkezelés és higiéniai üzletág működteti az ATEV ZRt. valamennyi szennyvízkezelő telepét, valamint ellátja a gyakorlati higiéniai tevékenységet.

A laboratóriumi üzletág akkreditált laboratóriumként végzi az ATEV ZRt. takarmány alapanyagainak és egyéb termékeinek vizsgálatát, valamint más hasonló vállalkozások termékeinek elemzését. A laboratóriumban történik az ATEVSZOLG Zrt. által üzemeltetett szennyvízkezelők és komposzttelepek szennyvizeinek, szennyvíziszapjainak és komposztjainak vizsgálata is.

A társaság innovációs, fejlesztési tevékenységet is folytat, melynek keretében elsősorban a hulladékkezelés technológiáját fejleszti (ATEVSZOLG Zrt., 2006).



A vizsgált telephelyeken a komposztálási folyamat egy-, és kétharmadánál, a komposztálási folyamat végén és az utóérlelés szakaszában vettem mintát.

A mintavétel során a komposztprizma tetejéből, közepéből és aljából vettem mintát, majd ezeket a mintákat homogenizáltam. Mindhárom telephelyen vizsgáltam télen és nyáron kialakított prizmákat. A laboratóriumban minden mintából a következő vizsgálatokat végeztem el: szín, szag, külső megjelenés; nedvességtartalom; pH; szerves anyag tartalom (izzítási veszteség), szervesetlen anyag tartalom (izzítási maradék) SZOE (szerves oldószer extrakt, zsírtartalom); ammónium-ion tartalom; összes nitrogén tartalom; összes foszfor tartalom; összes kálium tartalom. A vizsgálatokat minden mintánál háromszor ismételttem.

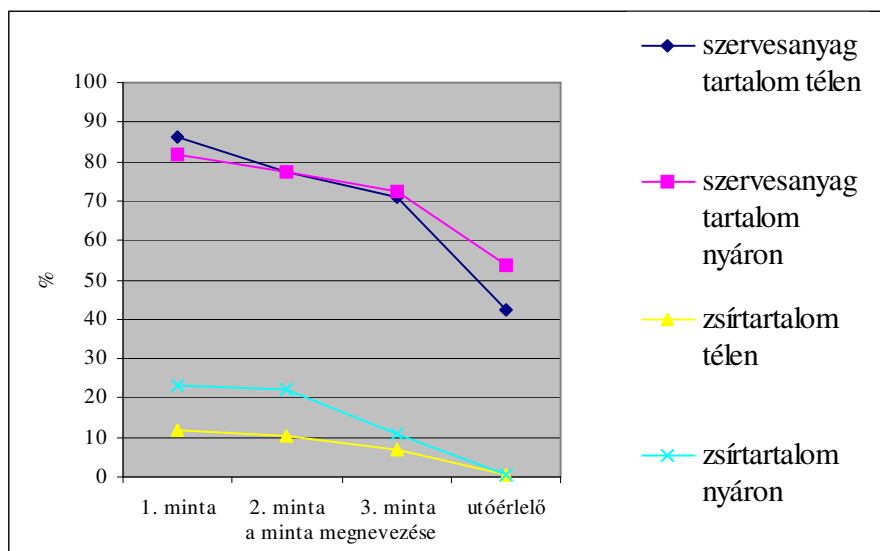
A vizsgálatok eredményeiből következtetéseket vontam le:

- a komposztálási folyamat során a beltartalmi adatok változásáról;
- az utóérlelés szerepéről;
- a komposztálás hatékonyságáról;
- az évszak hatásáról a komposztálás folyamatára;

Javaslatokat fogalmaztam meg a vizsgálati eredmények alapján a célszerű változtatásokra.

Eredmények és következtetések

A Hódmezővásárhelyen alkalmazott komposztálás nyitott technológia, a levegőztetés a prizma átrakásával, keverésével valósul meg. A komposzt prizmákat nem takarják, az időjárás befolyása a prizmák nedvességtartalmára, hőmérsékletére viszonylag nagy. A komposztálási folyamat hossza 6-8 hónap, az utóérlelés során a prizmákat már nem kezelik.



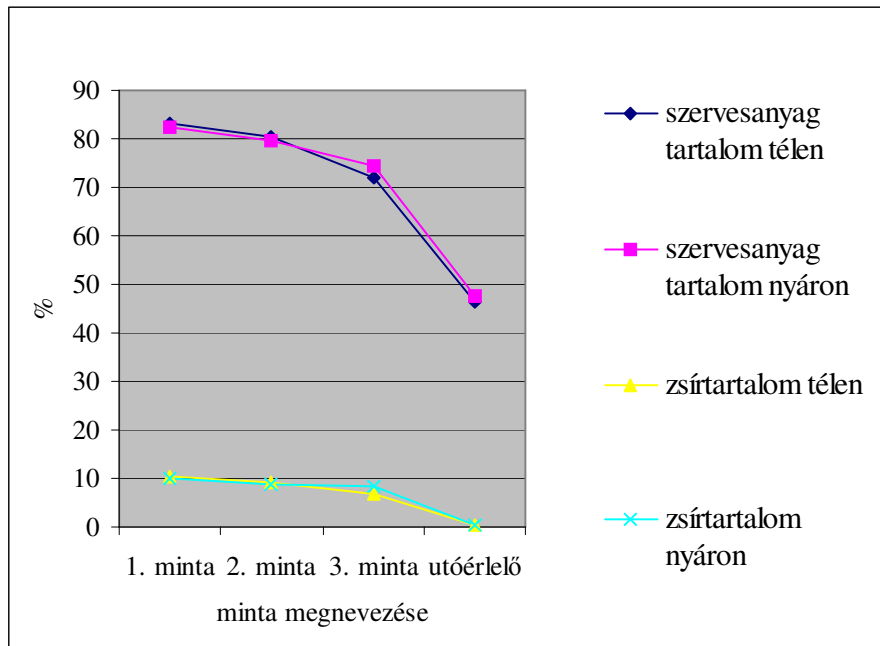
1. ábra: Szerves anyagok bomlása a hagyományos komposztálási technológia hatására (Hódmezővásárhely, 2006)

A vizsgálati eredmények alapján megállapítottam, hogy a nyári komposztálási folyamat nem volt olyan hatékony, mint a téli (1. ábra). Az anaerob körülményeket, és az alacsony nedvesség tartalmat okozhatta a nyári magasabb hőmérséklet. Ennek kiküszöbölésére a prizmát nedvesíteni, és hatékonyabban levegőztetni kellett volna, erre azonban ennél a technológiánál csak korlátozott lehetőségek vannak.



A komposztálási folyamat hosszú (6-8 hónap), de az utóérlelés hatása jelentősnek bizonyult, tehát nem célszerű a gyorsabb rotáció érdekében rövidíteni az érlelést.

A solti telephelyen a komposztálási folyamat, az ott kidolgozott K+F technológia, amely zárt, levegőztetett komposztálási rendszer. A folyamat hossza 3-4 hónap, a komposzt ezután kerül az utóérlelő térre.

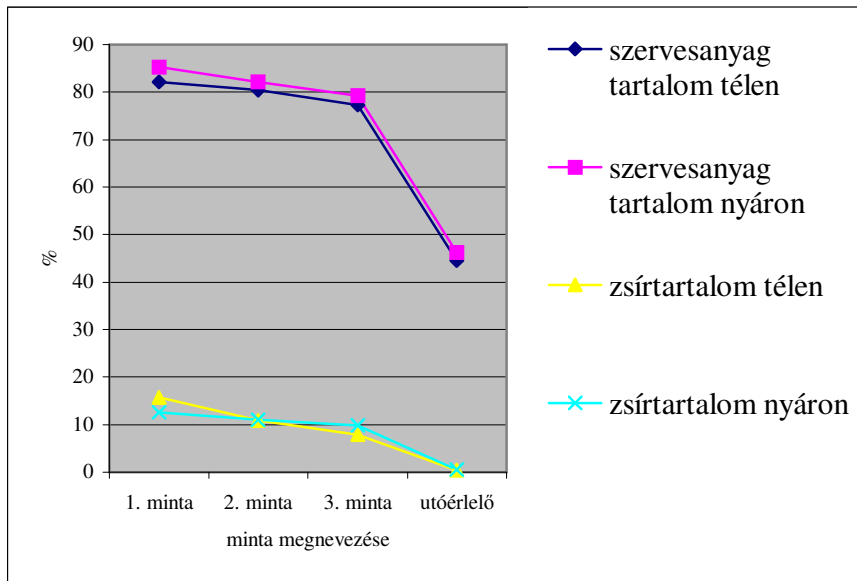


2. ábra: Szerves anyagok bomlása a saját komposztálási technológia hatására (Solt, 2006)

A solti telephelyen alkalmazott technológia zárt, megállapítottam, hogy az évszaknak van hatása a bomlás folyamatára. A nyári prizmában megfigyelt alacsony nedvesség tartalom okozója lehet a nyári magasabb hőmérséklet, amelynek következtében a bomlás folyamata kevésbé volt hatékony. Az intenzív levegőztetés hatására azonban a hagyományos technológiánál megfigyelt anaerob körülmények nem tudtak kialakulni (2. ábra).

A győri telepen a GORE Cover lamináttal takart, és irányított levegőztető rendszerrel ellátott eljárást alkalmazzák, amely eljárás technikai és ökológiai szempontokat figyelembe véve is egy EU-konform technológia. A komposztálási folyamat hossza ennél a technológiánál a legrövidebb, 8-10 hét, ezután a képződött komposzt itt is az utóérlelő térre kerül, ahol a prizmát már nem kezelik.

A vizsgálati adatokból megállapítottam, hogy GORE technológiánál az évszaknak van hatása a bomlás folyamatára, ez a hatás azonban jóval kisebb, mint az előző két technológiánál. Jelentős eltéréseket a téli és a nyári prizmákból vett mintáknál nem tapasztaltam (3. ábra), a szerves anyagok bomlásának tendenciája azonos volt.



3. ábra: Szerves anyagok bomlása a GORE komposztálási technológia hatására (Győr, 2006)

A GORE technológia során, ami a legmodernebb, magas beruházási és kezelési költségek mellett a legrövidebb idő alatt zajlik le a komposztálás folyamata, ugyanakkor a bomlás a legkevésbé hatékony. A hagyományos technológia hosszú ideig tart ugyan, de a bomlás hatékonysága jó, és a költségek alacsonyabbak. A saját technológia minden szempontból a két másik technológia között található. Minden szempontot figyelembe véve a technológiák közötti különbségek kiegyenlítik egymást. Környezetvédelmi szempontból mindhárom technológia eredményes, mivel veszélyes hulladékból talajerő visszapótlásra alkalmas komposztot állít elő. Így amellet, hogy a környezetet tehermentesíti, a komposzt hasznosításával javul a talaj szerkezete, vízháztartása és nő a biológiai aktivitása.

Effectiveness of methods of animal waste treatment by composting at the sites of ATEVSZOLG PLC.

Abstract

The recycle organic waste is the human action ittendant more place spring up and the attention in the human society is very important exercise in the environment and public health, clearing and to make harmless are big effort demand all over the world and it is very expensive.

Basic changes were caused by transmissible spongiform encephalopathies (the TSE) presence, in the attention rule and the product recycling chances, although in Hungary this illness has never happened yet. From 2001 in Hungary must be used the import direction - considering the EU- for zoolite products signal import and export traffic. Therefore bring up the chances of animal waste recycling. Today the treatment materialization with recycling or final disposal. The significance of recycling based on the fact that while environmental effect is minimalized, the values hidden int he waste material are utilized.



The quantity of waste produced can be decreased by composting and mature compost can be used to improve soil and enhance fertility. In this the alimentary to be that these the plants can be adopt and be better the ground build, the water balance and grow up the biology activity.

Take notice when the mature compost admitted to the ground, we dispersible dangerous waste for the nature and the ground. In front of composting technology indispensable requirement that in the course of maturity patogen organization to consume.

Material and method

The ATEVSZOLG Innovation and Service Close Company from 1996 made environmental and professional agency. The most important the waste management line of business -that is three park- animal waste is developed after the heat treating, that isn't develop to food, or without heat treating composting. The game of composting that the animal waste are not entomb but like a munk will be recycling in the agrarian production.

The refuse water course and hygienic line of business are made some park of ATEV and attend the practical hygienic activity. The laboratory line of business make ATEV productions and others in accredited laboratory together with other similar companies products' dissection. In these laboratories happened to work with wastewateroperator and compostparks' refusewater, to refusewater dross and to compost audit too.

The company make an innovation, expansion activity, when first the waste attend will develop.

In the tested park the compost procedure by one- and twothird in the end composting procedure and in postageing period take a formula.

In the course of sampling I take out from the cap, from the middle, from the down of compost prizm and these formulas were homogenization. All the parks I analized prizm in summer and winter too. In the laboratory I made the analized from all the formulas like: colour, smell, appearance, percentage of moisture, pH, organic material matter, inorganic material matter, ammonium-ion matter, total of nitrogen-ion matter, total of phosphorus matter, total of potash matter. The tests were repeated three times.

I concluded things from the test achievements:

- the datas of volumen in the course of composting procedure
- about the cue of postcuring
- about the effective of composting
- About the effective of season for the course of composting

I drew up propositions by the testing achievement for the practical changes

Results and conclusions

The composting is used in Hódmezővásárhely, it is an opened technology, the aeration come tru with shifting and mixing of prizm. The compost don't cover the prisms, the inflow of weather is relatively great for the water of condition and for the temperature of prims. The course of composting is 6-8 months, the prizm is not attended int he course of postageing.

I appointed by investigational achievements, that the summer course of composting was not active as the winter (*Fig. 1*).

The summer high temperature can cause the conditions of anaerob and the low water of condition. The prizm have watered and ventilated for this elimination. However there are limited opportunities by this technology.

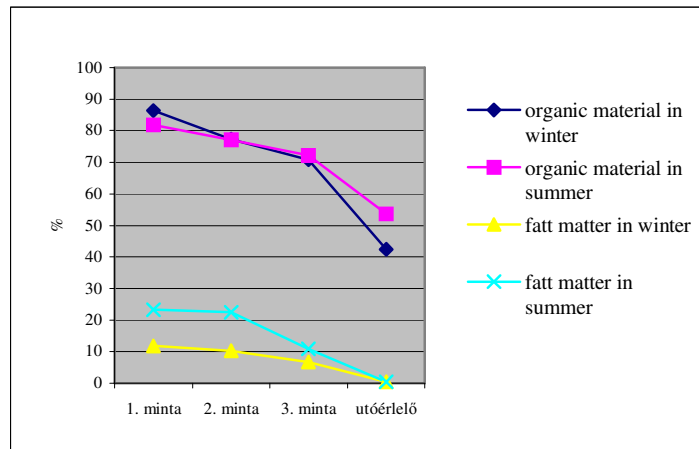


Fig. 1. Degradation of organic materials during traditional composting technology

The course of composting is 6-8 months, but the effect of postageing proved important, so in favour of rotation does not practical shorten the ageing.

In Solt the course of composting is a finished K+F technology what is a closed ventilated system. This course is 3-4 months, the compost get into the place of ageing.

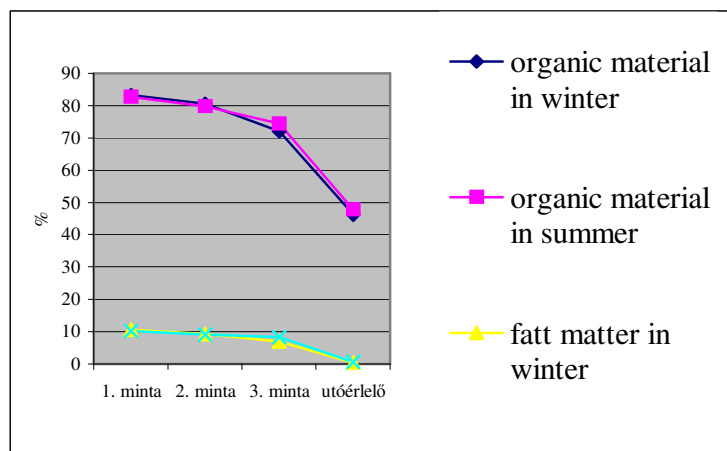


Fig. 2. Degradation of organic materials during our R+D composting technology

The technology is closed in Solt. I appointed, that the season has effect for the course of corruption. The low water of condition in the summer prism can be cause caused the higher temperature of summer, which through the course of corruption was less active. Because of the intensive aeration couldn't evolve the aerob condition by the traditional technology (Fig. 2).

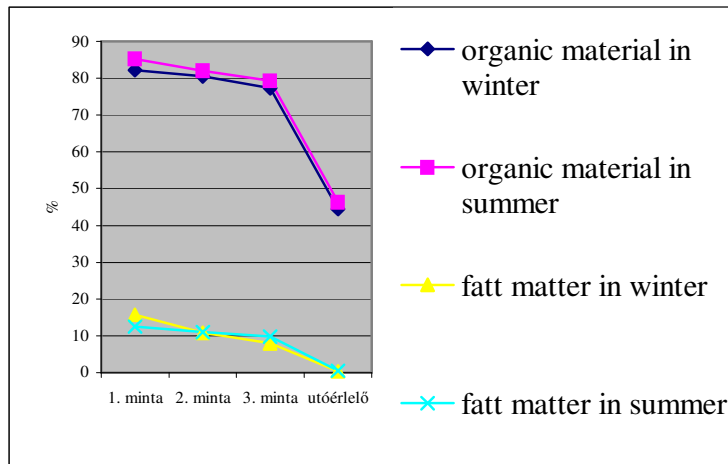


Fig. 3. Degradation of organic materials during GORE cover composting technology

They employ the way of the covered by GORE cover laminate and the managed aerated system, which way is an EU-conform technology by the technology and ecological viewpoints. The length of the course of composting is the shortest by this technology, 8-10 weeks, after the generated compost get into the postaging place too, where the prism were not attended yet. I appointed by the investigational datas, that the season take effect for the course of corruption by the GORE technology. However this effect is less as the previous two technologies. I did not notice important deflections by the design int he winter and summer prism (*Fig. 3*), the tendency of degradation of the organic materials were same.

In the course of the GORE technology, what is the modernest, the course of composting pass of the shortest time by the high investment and attention costs at the same time the degradation is the less effective. The traditional technology keep long time, but the effectiving of degradation is good, and the costs are lower. The own technology is between the other two technologies in all viewpoints. From all sights the differences between technologies are liquidated each other. From environment protection sights the three technologies are effective because it produces compost, what able to the groundforce backcomplementing from dangerous waste. So besides, that the environment is relieved, the build of ground and the water regime are got better by cycling of compost the biology activity is grown up.



1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

1.1. Állati eredetű hulladékok

Magyarországon 2003-ban 197422 t állatok feldolgozásából származó, emberi fogyasztásra alkalmatlan hulladék keletkezett, ami az összesen keletkezett veszélyes hulladék 16,77%-át teszi ki (KvVM, 2006).

Az 1774/2002/EK rendelet az állati eredetű hulladékokat három kategóriába sorolja kezelési és ártalmatlanítási szempontból. Az első osztályba sorolt állati eredetű hulladékok egészségügyi kockázat jelentős, ártalmatlanításuk csak égetéssel történhet. A második osztályba tartozók komposztálhatók, illetve biogáz termelhető belőlük hőkezelés után. A harmadik osztályba sorolt állati hulladékokból takarmány-alapanyag állítható elő hőkezelés után, vagy közvetlenül biogáz termelhető, vagy a hulladék komposztálható.

1.2. Történeti áttekintés

Újrahasznosítható szerves hulladék az emberi tevékenység velejárójaként sok helyen keletkezik, kezelése, eltakarítása az emberi társadalomban fontos környezetvédelmi és közegészségügyi feladatként jelentkezik. Táplálékaink előállításakor ilyen hulladék keletkezik az állattartó telepeken óriási tömegben felhalmozódó trágya formájában, az élelmiszer feldolgozóiparban a vágóhídi és a növényi termékeket feldolgozó konzervgyárakban, az ipari és kommunális szennyvíztisztító telepeken és a szilárd kommunális hulladékok lerakóiban. Ezeknek a hulladékoknak az eltakarítása, ártalmatlanítása óriási erőfeszítéseket igényel világszerte, és rengeteg költséggel jár (Kovács, 2006).

Ezen hulladékok szervezett formában történő begyűjtését, kezelését, és újrahasznosítás céljából történő feldolgozását Magyarországon 1949-től az Állatifehérje Takarmányokat Előállító Vállalat végezte. A gyáregységek a kijelölt begyűjtési körzetükből származó valamennyi állati hulladékot azonos módon kezelték, és a belőlük készült termékek teljes egészében haszonállatok és később kedvtelésből tartott állatok takarmányainak alapanyagául szolgáltak (ATEV Zrt., 2005).

Alapvető változást a kezelés szabályaiban és a termékek hasznosításának lehetőségeiben az átvihető szivacsos agyvelőbántalmak (továbbiakban TSE) megjelenése okozott, bár Magyarországon ez a betegség még soha nem fordult elő. 2001-től nálunk is alkalmazni kellett az állati eredetű termékek jelentős import és export forgalmára tekintettel az Európai Unióban megszabott előírásokat, ezért jelentősen csökkent az állati hulladékból készült termékek újrahasznosításának lehetősége.



Ma a feldolgozás újrahasznosítással vagy végső ártalmatlanítással valósul meg. Az újrahasznosítás jelentősége abban nyilvánul meg, hogy miközben a természetes környezet terhelését minimalizáljuk, a hulladék anyagaiban rejlő értékeket kihasználjuk.

1.3. Komposztálás

A komposzt latin eredetű szó, a "compositus", azaz "összetett" szóból ered (*Bihariné Krekó, 2006*).

A komposztálás kialakulása az emberiség fejlődése évezredeinek homályába tűnik. A növénytermesztés és állattartás megindulásával a keletkező hulladékok hasznosításának az ilyen formáját az emberek bizonyára igen gyorsan ellesték a természettől (*Kárpáti, 2002*).

A komposztálásról az embereknek általában a növényi hulladékokból képződött, házi vagy más néven kiskerti komposzt jut az eszébe. Napjainkban azonban az állati hulladékok korlátozott hasznosítási lehetőségei miatt egyre nagyobb jelentősége van e hulladékok ipari méretű komposztálásának.

Komposztálással csökkenthetjük a keletkezett hulladék mennyiségét, és az érett komposzt alkalmas a talaj javítására, termőképességének fokozására. A tápanyagok olyan formában vannak jelen benne, hogy azokat a növények fel tudják venni, javul a talaj szerkezete, vízháztartása és nő a biológiai aktivitása.

Figyelembe kell azonban venni, hogy az érett komposzt talajba juttatásával veszélyes hulladékot diszpergálunk a környezetben. A komposztálási technológiákkal szemben elengedhetetlen követelmény, hogy az érés során az alapanyagban lévő patogén szervezetek elpusztuljanak.

A komposztálási eljárás végterméke olyan anyag, amely földszerű, nedvesség tartalma 40-50% közötti, nagy százalékban tartalmaz humuszképző anyagokat és növényi tápanyagokat. Ez az anyag a mezőgazdaságban jól hasznosítható a talajtermékenység növelésére (*Barótfi, 2000*).

1.4. Célkritizálás

A munkám során vizsgáltam az ATEVSZOLG Zrt. győri telephelyén alkalmazott GORE komposztálási rendszert, a hódmezővásárhelyi telephelyen alkalmazott hagyományos, és a solti telephelyen alkalmazott K+F (továbbiakban saját technológia) komposztálási technológiákat. Az összehasonlítás alapjául az általam – az ATEVSZOLG Zrt. Központi Laboratóriumában – végzett vizsgálatok szolgálnak. A vizsgálatokhoz mintát vettem mindhárom telephelyen az állati eredetű veszélyes hulladék komposztálása során kialakított prizmákból. A mintákból végzett vizsgálatok mérési eredményei alapján következtetéseket vontam le, a folyamat során a beltartalmi adatok változásáról, az utóérlelés szerepéről, a komposztálás hatékonyságáról és az évszak hatásáról a komposztálás folyamatára.



Célom ezzel bemutatni az állati eredetű hulladékok komposztálással történő ártalmatlanításának technológiai lehetőségeit, különös tekintettel arra, hogy a különböző eljárások során a technológiai különbségek – úgymint: zárt és nyitott technológia, a komposztálási folyamat hossza, automatizál vagy manuálisan irányított rendszer - milyen hatással vannak a komposztálás folyamatára, és a képződött komposzt minőségére.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Az ATEVSZOLG Innovációs és Szolgáltató Zrt.

Az ATEVSZOLG Innovációs és Szolgáltató Zrt.-t 1992-ben hozta létre az ATEV Fehérjefeldolgozó ZRt., és 1996. évtől kezdődően határozta meg feladataként a környezetvédelmi szakmai, szakértői tevékenység végzését. Ezek közül legjelentősebb a hulladékkezelési üzletág, mely három telephelyen, összesen 30.000 tonna/év engedélyezett kapacitással takarmánynak nem hasznosítható állati eredetű hulladékot hasznosít hőkezelést követően, vagy hőkezelés nélkül végzett komposztálással. A komposztálás célja, hogy az állati hulladékot ne földeljük el, hanem trágyaként a mezőgazdasági termelésben hasznosuljon.

A szennyvízkezelés és higiéniai üzletág működteti az ATEV ZRt. valamennyi szennyvízkezelő telepét, valamint ellátja a gyakorlati higiéniai tevékenységet.

A laboratóriumi üzletág akkreditált laboratóriumként végzi az ATEV ZRt. takarmány alapanyagainak és egyéb termékeinek vizsgálatát, valamint más hasonló vállalkozások termékeinek elemzését. A laboratóriumban történik az ATEVSZOLG Zrt. által üzemeltetett szennyvízkezelők és komposzttelepek szennyvizeinek, szennyvíziszapjainak és komposztjainak vizsgálata is.

A társaság innovációs, fejlesztési tevékenységet is folytat, melynek keretében elsősorban a hulladékkezelés technológiáját fejleszti (ATEVSZOLG Zrt., 2006).

2.1.1. A vizsgált telephelyek és az alkalmazott technológiák

A cég négy fióktelepen tevékenykedik:

1. Szolnok, Tószegi út 57. cím alatt bérelt telephelyen működik a társaság laboratóriuma;
2. Hódmezővásárhely, Tanya 1232 hrsz. cím alatti bérelt telephelyen 10.000 t/év kapacitású komposztáló telep működik.



Az ártalmatlanítást biztosító komposztálás a NATURA Kisszövetkezet által kidolgozott – folyamatosan továbbfejlesztett, szabadalmaztatott – nyitott komposztálási módszer, amelynek hasznosítási jogával a HOLOGÉN Kft. Rendelkezik (továbbiakban hagyományos technológia).

3. Solt, Pólyfoki zsilip 0188/43. hrsz. cím alatti saját tulajdonú telephelyen 10.000 t/év kapacitású telep működik. A komposztálási folyamat itt a telephelyen kidolgozott K+F technológia, amely zárt, levegőztetett komposztálási rendszer. A technológiának külön nevet nem jegyeztek be, ezért a továbbiakban a saját technológia elnevezést használom.
4. Győr, I. sz. főút mellett 0715. hrsz. alatti bérelt telephelyen 10.000 t/év kapacitású komposztáló telep működik, a társaság tulajdonában lévő hőkezelő berendezéssel együtt. A telepen a GORE Cover lamináttal takart, és irányított levegőztető rendszerrel ellátott eljárást alkalmaznak, amely eljárás technikai és ökológiai szempontokat figyelembe véve is egy EU-konform technológia. Jellemző az egyszerű és rugalmas kezelhetőség, a rövid komposztálási időtartam és a nagy üzembiztonság.

Az ATEVSZOLG Zrt. telephelyein és székhelyén MSZ EN ISO 9001:2001 szabvány szerinti minőségirányítási rendszer, a győri és solti telephelyen, valamint székhelyén MSZ EN ISO 14001:1997 szabványnak megfelelő környezetközpontú irányítási rendszer működik.

2.1.2. Vizsgált paraméterek

A vizsgált telephelyeken a komposztálási folyamat egy-, és kétharmadánál, a komposztálási folyamat végén és az utóérlelés szakaszában vettem mintát.

A mintavétel során a komposztprizma tetejéből, közepéből és aljából vettem mintát, majd ezeket a mintákat homogenizáltam. Mindhárom telephelyen vizsgáltam télen és nyáron kialakított prizmákat. A laboratóriumban minden mintából a következő vizsgálatokat végeztem el:

- szín, szag, külső megjelenés;
- nedvességtartalom;
- pH;
- szerves anyag tartalom (izzítási veszteség), szerves anyag tartalom (izzítási maradék)
- SZOE (szerves oldószer extrakt, zsírtartalom);
- ammónium-ion tartalom;
- összes nitrogén tartalom;
- összes foszfor tartalom;



- összes kálium tartalom.

A mintákból a nitrit és nitrát tartalom vizsgálatok nem voltak elvégezhetőek. A vizsgálatokat minden mintánál háromszor ismételttem.

2.2. Vizsgálati módszerek

A mintavétel a szállítás és a laboratóriumi vizsgálatok módszereit a 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat: A vizsgált paraméterek típusa, mérési tartománya, mértékegysége, és módszerének azonosítója

Vizsgált/mért jellemző	Vizsgálat típusa	Mértékegység	Mérési tartomány	Vizsgálati/mérési módszer azonosítója
Mintavételezés				MSZ 318-2:1985
Minta-előkészítés				MSZ-10-509:1991 4.pont
Szín, szag külső megjelenés	érzékszervi vizsgálat			MSZ 6830-1:1983
Nedvesség-tartalom	szárítás, tömegmérés	m/m%	10-20% között: 0,8%A 20% felett: 4,0%R	MSZ ISO 6496:2001
pH	potenciometria			MSZ 318-4:1979
Izzítási maradék, izzítási veszteség	bepárlás, szárítás, izzítás, tömegmérés	m/m%	alsó méréshatár 0,01 m/m%	MSZ 318-3:1979
Szerves oldószer extrakt	extrakció, tömegmérés	m/m%	alsó méréshatár 0,01 m/m%	MSZ 318-6:1979
Ammónium-ion tartalom	desztilláció, acidi-alkalimetria	g/kg	alsó méréshatár 0,1g/kg	MSZ 260-9:1988
Összes nitrogén tartalom	Kjeldahl módszer, acidi alkalimetria	g/kg	alsó méréshatár 0,1g/kg	MSZ 318-18:1981
Összes foszfor tartalom	spektrofotometria	g/kg	alsó méréshatár 0,1g/kg	MSZ 318-19:1981 4.2.pont
Összes kálium tartalom	Atom-abszorpció	g/kg	alsó méréshatár 0,1g/kg	MSZ 08-1744-3:1988

Forrás: ATEVSZOLG Zrt., 2006



A nedvességtartalom jelentőségét a komposztálási folyamatban játszott kiemelt szerepe adja. A szerves-, szervesanyag tartalom és a zsírtartalom változása szemlélteti a komposztálási folyamat előrehaladását. Az összes nitrogén, foszfor és kálium tartalom a képződött komposzt tápanyagtartalma meghatározásában jelentős.

A vizsgálatok eredményeiből következtetéseket vontam le:

- a komposztálási folyamat során a beltartalmi adatok változásáról;
- az utóérlelés szerepéről;
- a komposztálás hatékonyságáról;
- az évszak hatásáról a komposztálás folyamatára.

Javaslatokat fogalmaztam meg a vizsgálati eredmények alapján a célszerű változtatásokra.

3. SAJÁT VIZSGÁLATOK

A sikeres mezőgazdasági termelés manapság elképzelhetetlen a rendszeres talajerő-pótlás nélkül. A szükséges tápanyagok utánpótlásának egyik eddig kevésbé elterjedt, környezetkímélő módja a komposztálás. Az érett humuszképzők: a jól érett istállótrágya, a megfelelően előkészített komposzt és a biohumusz (Fehérné, 2001).

Az állattenyésztés, az állathizlalás, az állatvágás és a húsfeldolgozás melléktermékei és hulladékai potenciális veszélyt jelentenek az ember és az állatok egészségére. Ezen termékek közé tartoznak az elhullott állatok, az emberi fogyasztásra alkalmatlan vágóhídi melléktermékek, a húsfeldolgozási maradékok, illetve a romlott állati eredetű élelmiszerek. Az ilyen állati eredetű anyagok, mivel gyorsan romlanak, valamint patogén mikroorganizmusokat tartalmaznak, ártalmatlanításra szorulnak.

Az ártalmatlanításra különböző módszerek állnak rendelkezésre, de valamennyi módszer alapkövetelménye, hogy az anyagot teljes mértékben sterilizálni legyen képes (Hegedüs és mtsai, 1998).

A komposztálás tudatos emberi tevékenység által előkészített, szabályozott és irányított biológiai folyamat, melynek során a biológiailag bontható szerves-anyagok az aerob mikroorganizmusok (főként baktériumok és gombák), valamint más talajlakó élő szervezetek működésének hatására lebomlanak, átalakulnak, és belőlük nagy molekulájú, stabil humuszanyagok keletkeznek (Vermees és mtsai, 2006).



A komposztálás a szerves-anyag tartalmú hulladékok ártalmatlanításának régóta ismert és alkalmazott módszere. A komposztálás lényege, hogy a szerves anyagot tartalmazó hulladékok (szemét, szennyvíziszap) megfelelő környezeti feltételek mellett, elsősorban mikroorganizmusok és oxigén hatására lebomlanak, szervesen ásványi és stabil szerves anyagok keletkeznek. A komposztálási folyamat hőfejlődéssel jár, amely az alkalmazott technológiai tényezőktől függően eléri az 50–70 °C-ot is. Ezáltal a hulladékokban jelenlevő patogén mikroorganizmusok – a spórások kivételével – elpusztulnak, a lebomlott szerves anyag (komposzt) már nem tartalmaz kórokozókat.

Az eljárás végterméke a földszerű kb. 40–50% nedvességtartalmú anyag, mely humuszképző szerves-anyag és növényi tápanyag-(NPK) tartalma miatt a mezőgazdaságban a talajtermelékenység növelésére hasznosítható (*Barótfi, 2000*).

A helyesen végrehajtott komposztálás után olyan anyagi rendszert juttathatunk vissza a talajba, amely humuszban és ásványi anyagokban gazdag, mindamelllett elősegíti a talaj nehezen oldható tápanyagainak feltáródását, valamint a víz- és tápanyag megkötésében is jelentős (*Késmárki-Petróczki, 2003*).

Komposztnak nevezzük azt a földszerű, sötétbarna, magas szervesanyag-tartalmú anyagot, amely szerves hulladékokból, maradványokból, elsősorban mikroorganizmusok tevékenységének hatására jön létre, megfelelő környezeti feltételek mellett (oxigén, nedvességtartalom).

A lebontás és az átalakulás eredményeképpen jól irányított körülmények között a talaj humuszanyagaihoz hasonló, nagy molekulájú szerves anyagban gazdag termék képződik (*Bihariné Krekó, 2006*).

A komposztálás problémája napjainkban előtérbe került. Ez részben a mezőgazdasági termelés környezetkímélő, természetes anyagok alkalmazásához való közelítésének köszönhető. A kérdés másrészt környezetvédelmi jelentőségű, ugyanis ily módon a hulladék mennyisége jelentősen csökkenthető. Az EU országokban jelenleg törvények tiltják az 5%-nál nagyobb szerves-anyag tartalmú hulladék hulladék-lerakóba történő deponálását, szabályozzák azok kezelését és komposztálását (*Lampkin, 1990*).

3.1. Komposztálási technológiák

Az állati eredetű hulladékok eltávolítása, kezelése, ártalmatlanítása, megsemmisítése a BSE és egyéb járványos állatbetegségek okán napjainkban egyre nagyobb jelentőséget kap. A BSE megjelenése és széles körű elterjedése szigorúbb és részletesebb szabályozás kidolgozását vonta maga után. Jelenleg különösen a speciális kockázatot képviselő anyagok (kérődzők testének egyes részei) vágás alatti eltávolítását, ennek részletes metodikáját, ezeknek a hulladékoknak a kezelését, tárolását és megsemmisítését írják le részletesen a közösségi joganyagban.



A tagországokban azonban jelentős nehézséget okoz a nagy mennyiségű, speciális kockázatot képviselő anyagok kategóriájába tartozó hulladék környezetvédelmi szempontoknak is megfelelő megsemmisítése (Feketéné Horváth, 2002).

Komposztálásakor gondoskodnunk kell arról, hogy a mikroorganizmusok számára kedvező körülményeket biztosítsunk és így, a 8-10 hét alatt, a kívánt minőségű komposzt keletkezzen. Melyek ezek a körülmények?

- Megfelelő tápanyag-összetétel (C/N arány)
- Nedvességtartalom
- Oxigénellátás

A nyersanyagok összeállításánál az egyik legfontosabb tényező a C/N arány, mert a komposztálás során a mikroorganizmusok helyes tápanyagellátásával a veszteséget (elsősorban a nitrogénvesztést) minimalizálni, és a folyamatot irányítani lehet

A komposztálás során a mikroorganizmusok számára a tápanyagok mellett megfelelő mennyiségű vizet is biztosítanunk kell. Abban az esetben, ha vízhiány lép fel, a spórás mikroorganizmusok inaktíválódnak, és csak a megfelelő nedvességtartalom visszaállítása után kezdenek újra dolgozni. Ez az optimális nedvességtartalom 40-60%.

Az általában gyakoribb túl magas nedvességtartalom, kiszorítva a pórusokból az oxigént, anaerob feltételeket teremt, és így rendkívül kedvezőtlen rothadási folyamatot okoz.

A komposztálási folyamatokban résztvevő aerob mikroorganizmusoknak jelentős mennyiségű oxigénre van szükségük. Ha a komposztban megfelelő mennyiségű struktúra anyag van, és a nedvességtartalom optimális, akkor a levegőellátás is jó (Rabi, 2005).

3.1.1. Hódmezővásárhelyi komposzt telep és a telepen alkalmazott komposztálási technológia

Hódmezővásárhely, Tanya 1232 hrsz. cím alatti bérelt telephelyen 10.000 t/év kapacitású komposztáló telep működik.

Az állati eredetű hulladékok fogadása a komposztter e célra készült fogadómedencéiben történik. A két medencét mindenkor egymást váltva használják. A fogadómedence területét az anyag érkezése előtt 10-12 cm vastagságban szalmával kell borítani és erre üríthető a hulladék. A hulladékok fogadó medencébe öntése addig ismétlődik, amíg a fogadómedence teljes egészében megtelik.



Az összes átvett anyagot a prizmanaplóban kell rögzíteni, mely megfelel a telephelyen működő MSZ EN ISO 9001:2001 minőségirányítási rendszernek. A prizmanaplót a komposztkezelő vezeti, és műszak végén aláírja.



1. kép: Komposztprizma (ATEVSZOLG Zrt., Hódmezővásárhely)

A betelt medencéből 2-4 nap után a szalmával kevert hulladékot markolóval a komposztterre a medencével párhuzamos prizmába kell kiszedni. Oltóanyagként Lipoil nevű preparátumot használnak. Segédanyagként szalma (az aláterített és a fogadómedencében bekevert mennyiséggel együttesen 15-20 tf%), méshidrát ($1-3 \text{ kg/m}^3$ vagy az ezt helyettesítő $5-10 \text{ kg/m}^3$ cukorgyári mésziszap), érett trágya ($10-20 \text{ kg/m}^3$) adagolható. $5-10 \text{ kg/m}^3$ élelmiszer-pezsőtabletta gyártási hulladékot is adagolhatnak. A hulladék jellegétől függően szükség esetén PK műtrágyát is lehet a keverékhez adagolni.

E technológiai folyamatban van lehetőség arra, hogy a városból származó zöldhulladékot, illetve fanyesedéket maximum 20 tf% arányban a hulladékhoz keverik.

A prizma felületét vékony rétegben szalmával fedik.

A megfelelően kialakított komposztprizmában marad az anyag 8-10 napig (1. kép). Az anyag hőmérséklete emelkedni kezd a biológiai bontódás beindulásának következtében, és az említett időszak végére $45-60 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra emelkedik. Ekkor az anyagot át kell keverni a másik prizmahelyre (2. kép). A következő művelet 2-3 hét eltelté után újabb átrakás, átkeverés a harmadik prizmahelyre, ahol a kezelés megkezdésétől számított harmadik hónap végéig marad az anyag. Ha a prizma hőmérséklete túl alacsony ($40 \text{ }^\circ\text{C}$ alatti), rendkívüli átfogatást kell végezni. Ha túl magas ($60 \text{ }^\circ\text{C}$ -nál melegebb), vízzel kell locsolni.



2. kép: Komposztprizma átkeverése (ATEVSZOLG Zrt., Hódmezővásárhely)

Az előbbi komposztálási fázis után ismételt átkeveréssel az érlelő térre kerül a kezelt anyag, és itt kb. 3-3,5 méter magas halomban lezajlik a 6-8 hónapos érlelési szakasz. Ez időszak alatt a hulladék a környezetre veszélyes jellegét elveszti, és egy sárgás-barnás színű, géppel jól szórható anyaggá alakul (ATEVSZOLG Zrt.).

3.1.2. Solti komposzt telep és a telepen alkalmazott komposztálási technológia

Solt, Pólyfoki zsilip 0188/43. hrsz. cím alatti saját tulajdonú telephelyen 10.000 t/év kapacitású telep működik. A komposztálási folyamat itt a telephelyen kidolgozott K+F technológia, amely zárt, levegőztetett komposztálási rendszer.

A nyersanyag fogadása a hódmezővásárhelyi telepen is alkalmazott fogadómedencében történik (3. kép).

A komposztáló berendezés három részből áll:

- gépészeti rendszer;
- elektromos működtetésű vezérlés;
- kertészeti öntözővíz rendszer.



3. kép: Fogadómedence (ATEVSZOLG Zrt., Solt)

A prizma fekete, stabilizált polietilénfólia borítással van ellátva, a fóliát a betonhoz szalmabálákkal kell rögzíteni.



4. kép: Levegőztető csőrendszer (ATEVSZOLG Zrt., Solt)



A prizma alján helyezkedik el a 6 db 100 mm átmérőjű perforált kemény polietilén (KPE) cső, amelyeken keresztül történik váltakozó ütemben a szívás, illetve fúvás (4. kép) ventilátor segítségével (5. kép). A prizma oldalán van a szintén 100 mm átmérőjű 3 db perforált cső, ezen keresztül szívják el felül a levegőt, amikor az alsó cső fúvás ütemben dolgozik. Amikor az alsó perforált cső szívás ütemben van, a felső cső nem üzemel. A felső csövek környezetvédelmi szempontok figyelembe vétele miatt vannak beépítve. A fúvás üteme alatt ugyanis a levegő az alsó csövön keresztül jut be a prizmába, majd azon áthaladva a fólia alatti térbe kerül. A túlnyomás miatt a fólia felfúvódna, ennek megakadályozását szolgálja a felső szívócső vezeték. Ha az alsó cső szívás ütemben van, a levegő útja megfordul, és prizma külső felületén át áramlik az alsó cső felé. Ilyenkor a fóliaborítás résein keresztül befelé áramlik a levegő, emiatt környezetszennyezés nem lehetséges. A szívás üteme alatt a felső cső zárt állapotban van. A külső csőrendszer úgy van kialakítva, hogy mind az alsó csövön, mind a felső csövön elszívott komposztgázok egy közös vezetéken keresztül távozzanak. A fóliát ezért nem szükséges szorosan a betonhoz illeszteni, mert a fólia és a beton közti réseken keresztül a levegő csak befelé áramolhat.

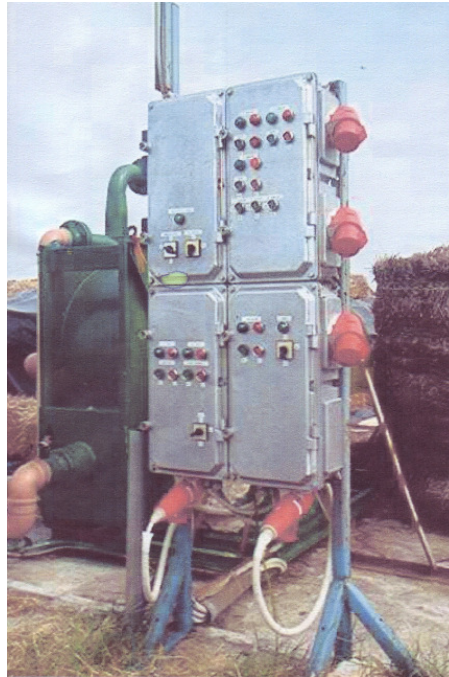
A prizma végénél található még a szívó-fúvó végén 6 db golyóscsap, ezeken lehet leereszteni az alsó szívó-nyomó csőben esetlegesen összegyűlt kondenzvizet. Ezek inkább biztonsági szerepet töltenek be.

A ventilátorok és a 3 db motoros mágnes szelep megfelelő ütemű vezérlését elektromos relés kapcsolórendszer biztosítja (6. kép).

A beállításokat egyszer kell elvégezni, ezután az automatika emberi beavatkozás nélkül korlátlan ideig (hetekig, hónapokig) vezérli a szelepek és a ventilátorok időbeli ütemváltását. A prizmákat nedvesíteni szükséges a komposztgázokkal eltávozó víz pótlása miatt. A prizma tetején elhelyezett 32 mm átmérőjű perforált KPE csöveken keresztül szakaszos ütemben érkezik az öntözővíz. A komposztálás folyamatát a hőmérséklet mérésével, kazalhőmérővel tudjuk nyomon követni (ATEVSZOLG Zrt.).



5. kép: Ventilátor



6. kép: Kapcsolórendszer

(ATEVSZOLG Zrt., Solt)

3.1.3. Győri komposzt telep és a telepen alkalmazott komposztálási technológia

Győr, I. sz. főút mellett 0715. hrsz. alatti bérelt telephelyen 10.000 t/év kapacitású komposztáló telep működik, a társaság tulajdonában lévő hőkezelő berendezéssel együtt. A telepen a GORE Cover lamináttal takart (7. kép), és irányított levegőztető rendszerrel ellátott eljárást alkalmaznak, amely eljárás technikai és ökológiai szempontokat figyelembe véve is egy EU-konform technológia.

A rendszer 3 fontos elemből tevődik össze:

- Az aktív levegőztető egységgel a komposztálásban közreműködő mikroorganizmusokat látják el oxigénnel.
- A levegőztetést az érő anyagban mért hőmérséklet és oxigéntartalom jellemzőivel, visszacsatolással szabályozzák.
- A komposztálás zártrendszerű megvalósulását a GORE™ Cover membrántakaróval biztosítják.



7. kép: A takarás leeresztett és felfújott állapotban (ATEVSZOLG Zrt., Győr)

A nyersanyagot előkészítés és homogenizálás után homlokrakodóval prizmákba rakják.



8. kép: A kültéri irányítástechnikai egység (ATEVSZOLG Zrt., Győr)

A prizma felrakása után a levegőztetés irányításához szükséges hőmérséklet-, és oxigéntartalom-mérő szondákat helyeznek el. Az adatátviteli kábelt közvetlenül a kültéri irányítástechnikai dobozhoz csatlakoztatják (8. kép).

A levegőztetés alapvető fontosságú, nyomó-rendszerű levegőztetést alkalmaznak, amely a környező levegőt beszívja, majd az érő anyag alatt elhelyezett levegőztető perforált csöveken át az érő anyagba fújja.



A takarás után indítják a hőmérséklet és oxigéntartalom-mérő szondák adatainak visszacsatolásával működtetett levegőztető rendszert. A 4 hetes érési időtartam alatt a levegőztetés a hőmérsékleti és oxigéntartalmi határértékek alapján működik (ATEVSZOLG Zrt.).

3.2. Komposztálási technológiák hatékonysága

A komposztálás folyamat során a szerves anyagok mikroorganizmusok és oxigén hatására szervesen ásványi anyagokká és stabil szerves anyagokká bomlanak le. Ezért a komposztálási folyamatot, és annak hatékonyságát legjobban a minták szerves- és szervesen-anyag tartalmának vizsgálatával követhetjük. A komposztálás során a zsír anyagok szinte teljesen lebomlanak, a zsírtartalom mérése így szintén jól mutatja a komposztálási folyamat előrehaladtát.

3.2.1. Hagyományos komposztálási technológia

A Hódmezővásárhelyen alkalmazott komposztálás nyitott technológia, a levegőztetés a prizma átrakásával, keverésével valósul meg. A komposzt prizmákat nem takarják, az időjárás befolyása a prizmák nedvességtartalmára, hőmérsékletére viszonylag nagy. A komposztálási folyamat hossza 6-8 hónap, az utóérlelés során a prizmákat már nem kezelik.

3.2.1.1. Komposztálás hatékonysága beltartalom szerint, télen

A laboratóriumba érkezett mintákból először az érzékszervi vizsgálatokat – szín, szag, külső megjelenés – végeztem el.

A bomlás legjobban a szalmaszálakon figyelhető meg. Kezdetben sárga színűek, majd a bomlás előrehaladtával barnulnak, végül már egyáltalán nem lehet megkülönböztetni a szerves hulladéktól.

A komposzt prizma pH-ja optimális esetben közel semleges az érett komposztból vett minta (3. minta) pH-ja savas irányba tolódott, az ammónia-nitrogén tartalom megemelkedett, ami az oxigénszegény állapot jele. Az anaerob körülmények gátolják a komposztálás folyamatát, az anyag rothadni kezd, ezt jelzi a minta szúrós szaga is, a felszabaduló ammónia pedig nitrogén veszteséget okoz.

A nedvességtartalom meghatározó a komposztálás folyamatában – 45 és 55 % között optimális – ugyanakkor az érett komposzt átrakásánál, szállításánál a magas nedvesség tartalom hátrányos ezért a nedvesség tartalmat lecsökkentik 48,5%-ról 27,1%-ra. Az utóérlelés szakaszában nem szükséges a magas nedvesség tartalom, a mikroorganizmusok már nem olyan aktívak, a bomlás gyakorlatilag befejeződik.



A komposztálási folyamat hatékonyságát a szervesanyag-tartalom változása, és a zsírtartalom (SZOE) csökkenése jellemzi, mivel ezek az anyagok a folyamat során elbomlanak.

Ezt a két paramétert vizsgálva megállapítottam, hogy a komposztálási folyamat nem megy végbe teljesen a prizmában eltöltött idő alatt. A szerves anyag tartalom 86,4%-ról 70,9%-ra csökkent. Az utóérlelés hatására tovább csökken 42,4%-ra, a zsírtartalom pedig 0,3% lesz ami azt mutatja, hogy a zsírszerek teljesen elbomlanak.

A felhasználás szempontjából jelentős a képződött komposzt tápanyag tartalma. A mért eredményekből megállapítottam, hogy a tápanyagtartalom a komposztálási folyamat során jelentősen nem változott, tehát az érett komposzt tápanyagtartalma az alapanyag nitrogén-, foszfor- és kálium-tartalmától függ (2. táblázat).

3.2.1.2. Komposztálás hatékonysága beltartalom szerint, nyáron

A második és harmadik mintánál megjelenő szúrós szagot valószínűleg erjedés okozta, ennek jelei a savas pH és a magasabb ammónia-nitrogén tartalom, oka pedig valószínűleg anaerob körülmények kialakulása, annak ellenére, hogy a prizma nedvességtartalma alacsony. Az anaerob körülményeket okozhatta a prizma túl magas hőmérséklete, közvetve a nyári magas hőmérséklet, aminek kiküszöbölésére a prizmát intenzívebben kellene levegőztetni.



2. táblázat: Hagyományos komposztálási technológia hatása az állati eredetű hulladék bomlására, télen

Vizsgált paraméter	Mértékegység	1. minta	2. minta	3. minta	Utóérlelő
Érzékszervi vizsgálat		szalma-szálak jól láthatók, sárga színűek, szaghatás minimális	bomlás jelei jól láthatók, szalma barnás színű, szaghatás nincs	szalma darabok nem megkülönböztethetőek, szaghatás van	a minta teljesen homogén földszerű, szagú
pH		7,2	7,3	5,4	7,2
Ammónia-nitrogén tartalom	(g/kg)	6,2	6,8	10,2	1,5
Szárazanyag tartalom	(%)	46,5	51,5	72,9	76,6
Szerves anyag tartalom *	(%)	86,4	77,4	70,9	42,4
Szervetlenanyag tartalom*	(%)	13,6	22,6	29,1	57,6
SZOE*	(%)	11,9	10,3	6,8	0,3
Összes nitrogén tartalom*	(g/kg)	41,7	33,4	31,8	33,8
K ₂ O*	(g/kg)	6,7	5,3	4,9	5,6
P ₂ O ₅ *	(g/kg)	65,5	70,4	68,9	69,9

* szárazanyagra vonatkoztatva

**3. táblázat: Hagyományos komposztálási technológia hatása az állati eredetű hulladék bomlására, nyáron**

Vizsgált paraméter	Mértékegység	1. minta	2. minta	3. minta	Utóérlelő
Érzékszervi vizsgálat		szalma-szálak jól láthatók, sárga színűek, szaghatás minimális	szalma barnás színű, szaghatás van	szalma darabok nem megkülönböztethetőek, szaghatás van	a minta teljesen homogén földszerű, szagú
pH		6,9	5,2	5,2	7,1
Ammónia-nitrogén tartalom	(g/kg)	4,7	6,6	10,9	0,9
Száranyag tartalom	(%)	64,2	58,9	70,9	75
Szerves anyag tartalom *	(%)	81,8	77,1	72,2	46,4
Szervetlenanyag tartalom*	(%)	18,2	22,9	27,8	53,6
SZOE*	(%)	23,3	22,4	10,8	0,4
Összes nitrogén tartalom*	(g/kg)	44,1	38,8	36,3	35,8
K ₂ O*	(g/kg)	6,8	6,3	7,2	7
P ₂ O ₅ *	(g/kg)	70,2	70	68,9	69,3

*száranyagra vonatkoztatva

Az alacsony nedvesség tartalom befolyással van a komposztálás folyamatában központi szerepet játszó mikroorganizmusok életére, abban az esetben, ha vízhiány lép fel, a spórás mikroorganizmusok inaktiválódnak, és csak a megfelelő nedvességtartalom visszaállítása után kezdenek újra dolgozni, a bomlás nem lesz olyan hatékony.

A nyári prizmából vett mintáknál a szervesanyag-tartalom csökkenése kisebb mértékű, 81,8%-ról 72,2%-ra csökkent, majd az utóérlelés hatására 46,4%-ra.. A zsírtartalom viszont a folyamat utolsó fázisában jelentősen csökkent 22,4%-ról 10,4%-ra, ami szintén a nyári magas hőmérséklet hatására következhetett be.



A magasabb nyári hőmérséklet okozta problémákkal a globális felmelegedés jelensége miatt, komolyan foglalkozni kell. Megoldás lehet a komposzt prizma nagyobb mértékű locsolása, de a csurgalékvíz megfelelő kezeléséről gondoskodni kell.

Az utóérlelés hatása itt is jelentős, gyakorlatilag a bomlás folyamatának harmada ebben a szakaszban játszódik le.

A tápanyagtartalom változása a nyári mintákban sem volt jelentős, de a nitrogéntartalom kismértékű csökkenése jelzi az ammónia formájában eltávozott nitrogén mennyiségét. Ez a környezet terhelése mellett tápanyag veszteség is, ami a komposzt trágyaként való felhasználásánál fontos szempont (3. táblázat).

3.2.1.3. Évszak hatása a bomlás folyamatára

A vizsgálati eredmények alapján megállapítottam, hogy a nyári komposztálási folyamat nem volt olyan hatékony, mint a téli (1. ábra). Az anaerob körülményeket, és az alacsony nedvesség tartalmat okozhatta a nyári magasabb hőmérséklet. Ennek kiküszöbölésére a prizmát nedvesíteni, és hatékonyabban levegőztetni kellett volna, erre azonban ennél a technológiánál csak korlátozott lehetőségek vannak.

A komposztálási folyamat hosszú (6-8 hónap), de az utóérlelés hatása jelentősnek bizonyult, tehát nem célszerű a gyorsabb rotáció érdekében rövidíteni az érlelést.

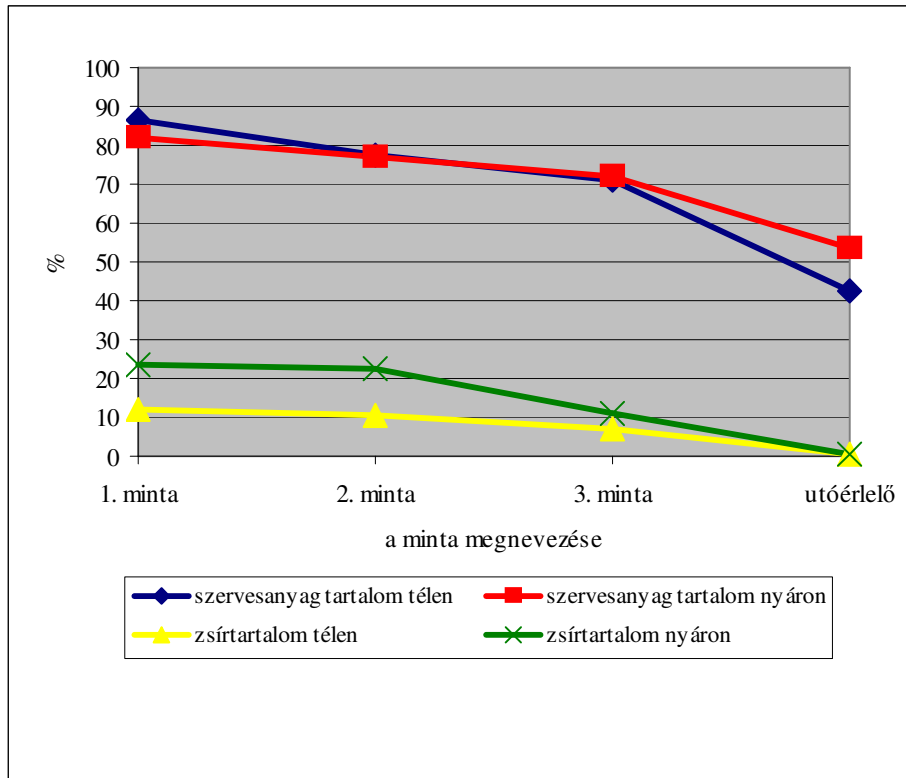
3.2.2. Saját komposztálási technológia

A komposztálási folyamat a solti telephelyen kidolgozott K+F technológia, amely zárt, levegőztetett komposztálási rendszer. A folyamat hossza 3-4 hónap, a komposzt ezután kerül az utóérlelő térre.

3.2.2.1. Komposztálás hatékonysága beltartalom szerint, télen

A technológia zárt, a levegőztetés folyamatos, így az oxigénszegény állapot kialakulásának esélye minimális. A kiegyenlített, közel semleges pH és az alacsony ammónia tartalom mutatja, hogy nem alakult ki anaerob körülmény, a bomlás folyamata oxigéndús környezetben megy végbe.

A prizma szárazanyag tartalma is kiegyenlített, csak a folyamat végére növelik meg, mivel a kész komposzt szállításánál, terítésénél az alacsonyabb nedvesség tartalom gazdaságosabb.



1. ábra: Szerves anyagok bomlása a hagyományos komposztálási technológia hatására (Hódmezővásárhely, 2006)

Az alapanyag zsírtartalma ebben az esetben alacsony volt, ami elősegíti a bomlás folyamatát, a magas zsírtartalmú anyagok nehezebben komposztálhatók. A szerves, szervesanyag tartalom változása ez esetben is jól jellemzi a folyamat előrehaladtát.

A 4. táblázat adataiból megállapítottam, hogy a komposztálás során a bomlási folyamat viszonylag lassan indult be, a bomlás a folyamat második harmadában volt jelentős. Az utóérlelés ennél a technológiánál is fontos, jól látható, hogy a bomlás az utóérlelés során jelentős mértékben folytatódott.

A komposzt tápanyagtartalmában jelentős változást nem tapasztaltam, a nitrogén tartalom változása 2 g/kg volt, mivel nem távozott el ammónia formájában, ennek jelentősége környezetvédelmi szempontból nagy.



4. táblázat: Saját komposztálási technológia hatása az állati eredetű hulladék bomlására, télen

Vizsgált paraméter	Mértékegység	1. minta	2. minta	3. minta	Utóérlelő
Érzékszervi vizsgálat		szalma-szálak jól láthatók, sárga színűek, szaghatás minimális	szalma barnás színű, szaghatás minimális	szalma darabok nem megkülönböztethetőek, szag hatás nincs	a minta teljesen homogén földszerű, szagú
pH		6,4	6,8	7,3	7,1
Ammónia-nitrogén tartalom	(g/kg)	2	2,6	2,5	0,7
Száranyag tartalom	(%)	47,2	50	72,6	75,3
Szerves anyag tartalom*	(%)	83,3	80,6	72,1	46,3
Szervetlenanyag tartalom*	(%)	16,7	19,4	27,9	53,7
SZOE*	(%)	10,6	9,2	6,9	0,4
Összes nitrogén tartalom*	(g/kg)	38,2	37,6	35,9	36,2
K ₂ O*	(g/kg)	8,2	8,6	9,4	8,9
P ₂ O ₅ *	(g/kg)	64,3	63,7	65,2	65,3

*száranyagra vonatkoztatva



3.2.2.2. Komposztálás hatékonysága beltartalom szerint, nyáron

A minták vizsgálatát itt is az érzékszervi vizsgálatokkal kezdtem. A minták a bomlási fokra jellemző tulajdonságokkal rendelkeztek.

A prizma szárazanyag tartalma magasabb volt, mint a téli prizmáé, amit okozhatott a nyári meleg, habár ezt az automatizált technológiának ki kellett volna küszöbölnie.

A prizma nedvesség tartalma nem érte el a kívánt érték minimumát (45%), így a mikroorganizmusok nem tudtak megfelelően dolgozni, a bomlás folyamata lassúbb és kevésbé hatékony volt, ezt mutatja az 5. táblázat.

5. táblázat: Saját komposztálási technológia hatása az állati eredetű hulladék bomlására nyáron

Vizsgált paraméter	Mértékegység	1. minta	2. minta	3. minta	Utóérlelő
Érzékszervi vizsgálat		szalma-szálak jól láthatók, sárga színűek, szaghatás nincs	bomlás látható, szalma barnás színű, szaghatás nincs	szalma darabok nem megkülönböztethetőek, szag hatás nincs	a minta teljesen homogén földszerű, szagú
pH		6,6	6,8	7,2	7
Ammónia-nitrogén tartalom	(g/kg)	2,3	2,6	1,5	0,7
Szárazanyag tartalom	(%)	64	62,3	76,6	75,8
Szerves anyag tartalom *	(%)	82,6	79,8	74,4	47,7
Szervetlenanyag tartalom*	(%)	17,4	20,2	25,6	52,3
SZOE*	(%)				
Összes nitrogén tartalom*	(g/kg)	32,9	34,1	33,8	32,6
K ₂ O*	(g/kg)				
P ₂ O ₅ *	(g/kg)	7,2	6,8	7,6	7,2

*szárazanyagra vonatkoztatva



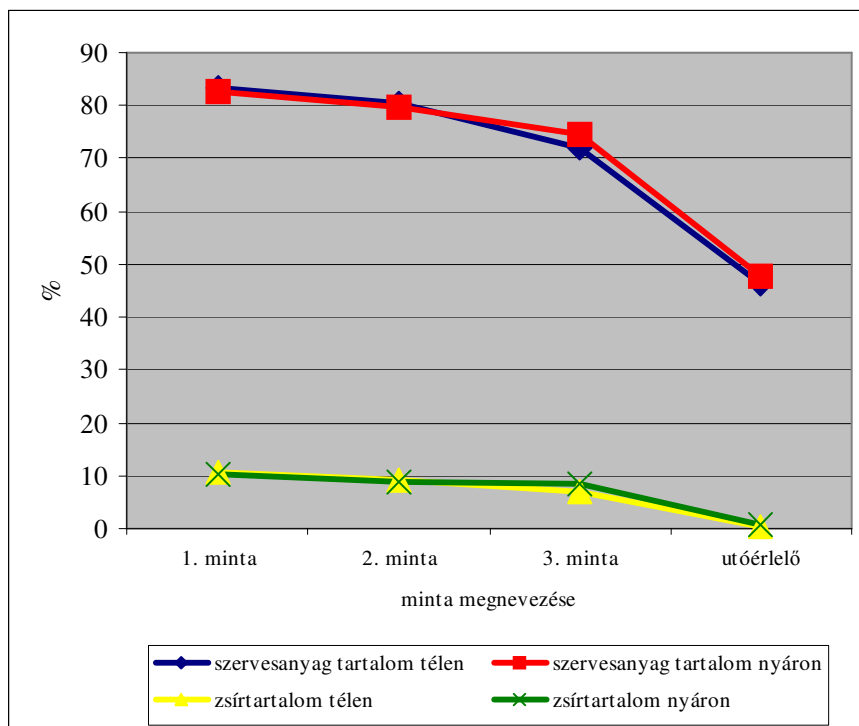
A szerves anyag tartalom 82,6%-ról 74,4%-ra csökkent az érés során, majd az utóérlelés hatására 47,7%-ra. Ennek elkerülése érdekében a prizmát jobban kellett volna locsolni.

Az intenzív levegőztetés hatására nem alakultak ki anaerob körülmények, így a prizma pH-ja közel semleges, ammónia-nitrogén tartalma alacsony volt.

A tápanyagtartalom a komposztálási folyamat során, ebben az esetben sem változott jelentősen, így fenntartható az az állítás, hogy a komposzt tápanyagtartalma az alapanyag tápanyagtartalmától függ, a bomlás folyamatának befolyása a tápanyagtartalomra minimális.

3.2.2.3. Évszak hatása a bomlás folyamatára

A solti telephelyen alkalmazott technológia zárt, megállapítottam, hogy az évszaknak van hatása a bomlás folyamatára (2. ábra). A nyári prizmában megfigyelt alacsony nedvesség tartalom okozója lehet a nyári magasabb hőmérséklet, amelynek következtében a bomlás folyamata kevésbé volt hatékony. Az intenzív levegőztetés hatására azonban a hagyományos technológiánál megfigyelt anaerob körülmények nem tudtak kialakulni.



2. ábra: Szerves anyagok bomlása a saját komposztálási technológia hatására (Solt, 2006)



3.2.3. GORE komposztálási technológia

A győri telepen a GORE Cover lamináttal takart, és irányított levegőztető rendszerrel ellátott eljárást alkalmaznak, amely eljárás technikai és ökológiai szempontokat figyelembe véve is egy EU-konform technológia. A komposztálási folyamat hossza ennél a technológiánál a legrövidebb, 8-10 hét, ezután a képződött komposzt itt is az utóérlelő térre kerül, ahol a prizmát már nem kezelik.

3.2.3.1. Komposztálás hatékonysága beltartalom szerint, télen

Az érzékszervi vizsgálat során a mintáknál nem tapasztaltam az anaerob körülményekre jellemző szúrós szagot.

A prizma szárazanyag tartalma a bomlási folyamat során végig ideális értéket mutatott. Ennek jelentősége nagy, mivel a bomlásért felelős mikroorganizmusok megfelelő mennyiségű nedvesség hiányában inaktiválódnak.

A folyamat elején a pH eltolódott a savas tartományba és ezzel párhuzamosan megnövekedett az ammónia-nitrogén tartalom. A későbbiekben azonban ezek az értékek is az ideálishoz közelítettek. Az utóérlelés szakaszában az ammónia tartalom alacsony volt (0,9g/kg), ez azt jelenti, hogy a nitrogén már nem távozott el a komposztból ammónia gáz formájában. Ez jelentős, mind a környezet terhelése, mind a komposzt tápanyagtartalma szempontjából.

A szerves anyag bomlása folyamatos, és egyenletes volt, ugyanakkor a folyamat végére a bomlás hatékonysága kevésbé volt jó, amit valószínűleg a rövid komposztálási folyamat okoz, az utóérlelés szerepe jelentős. A zsírtartalom az alapanyagban nem volt túl magas, így a komposztálódás folyamatát jelentősen nem befolyásolta (6. táblázat).

A vizsgált makroelemek mennyisége, melyek jelentősége a komposzt trágyaként való felhasználása során nagy, mivel a trágya tápanyagát adják, a bomlás során nem változott szignifikánsan. A nitrogén tartalom növekedésének oka lehetett, hogy nem voltak anaerob körülmények, így a nitrogén nem távozott ammónia formájában. A kálium tartalom csökkenését valószínűleg kimosódás okozta.

3.2.3.2. Komposztálás hatékonysága beltartalom szerint, nyáron

A GORE technológiánál a szárazanyag tartalom a nyári mintákban is ideális volt. Mivel a rendszer zárt, a nedvesítést automatika végzi, az időjárási jelenségek nem befolyásolják nagymértékben a folyamatot. Kiegyenlített volt a prizma pH-ja, az ammónia-nitrogén tartalom viszonylagosan alacsony volt. Anaerob körülmények kialakulását semmilyen adatok nem jelezték.



A bomlási folyamat a téli prizmához hasonlóan kiegyenlített, de kevésbé hatékony volt. Az utóérlelés jelentősége különösen nagy, ugyanis a szerves-anyag tartalom csökkenése a folyamat végére nem volt jelentős, az utóérlelés szakaszában zajlott a bomlás nagy része. A zsíryanagok bomlása is lassú volt.

6. táblázat: GORE komposztálási technológia hatása az állati eredetű hulladék bomlására télen

Vizsgált paraméter	Mértékegység	1. minta	2. minta	3. minta	Utóérlelő
Érzékszervi vizsgálat		Kezdődő bomlás, szalma-szálak jól láthatók, szaghatás minimális	szalma barnás színű, szaghatás nincs	szalma darabok nem megkülönböztethetőek, szag hatás nincs	a minta teljesen homogén földszerű, szagú
pH		5,5	6,2	7,2	7
Ammónia-nitrogén tartalom	(g/kg)	7,6	6,3	5,4	0,9
Száranyag tartalom	(%)	50,9	50,6	73	79,2
Szerves anyag tartalom *	(%)	82,2	80,5	77,3	44,5
Szervetlenanyag tartalom*	(%)	17,8	19,5	22,7	55,5
SZOE*	(%)				
Összes nitrogén tartalom*	(g/kg)	30,7	32,9	32,5	35
K ₂ O*	(g/kg)				
P ₂ O ₅ *	(g/kg)	11,6	9,7	9,5	8,6

* szárazanyagra vonatkoztatva

3.2.3.2. Komposztálás hatékonysága beltartalom szerint, nyáron

A GORE technológiánál a szárazanyag tartalom a nyári mintákban is ideális volt. Mivel a rendszer zárt, a nedvesítést automatika végzi, az időjárási jelenségek nem befolyásolják nagymértékben a folyamatot. Kiegyenlített volt a prizma pH-ja, az ammónia-nitrogén tartalom viszonylagosan alacsony volt. Anaerob körülmények kialakulását semmilyen adatok nem jelezték.



A bomlási folyamat a téli prizmához hasonlóan kiegyenlített, de kevésbé hatékony volt. Az utóérlelés jelentősége különösen nagy, ugyanis a szerves-anyag tartalom csökkenése a folyamat végére nem volt jelentős, az utóérlelés szakaszában zajlott a bomlás nagy része. A zsíryananyagok bomlása is lassú volt.

7. táblázat: GORE komposztálási technológia hatása az állati eredetű hulladék bomlására nyáron

Vizsgált paraméter	Mértékegység	1. minta	2. minta	3. minta	Utóérlelő
Érzékszervi vizsgálat		szalma-szálak jól láthatók, sárga színűek, szaghatás minimális	szalma barnás színű, szaghatás nincs	szalma darabok nem megkülönböztethetőek, szaghatás nincs	a minta teljesen homogén földszerű, szagú
pH		5,8	6,7	7,1	7,2
Ammónia-nitrogén tartalom	(g/kg)	4,7	6,3	6,1	0,8
Száranyag tartalom	(%)	49,3	53,4	75,2	78,4
Szerves anyag tartalom *	(%)	85,3	82,1	79,3	46,3
Szervetlenanyag tartalom*	(%)	14,7	17,9	20,7	53,7
SZOE*	(%)				
Összes nitrogén tartalom*	(g/kg)	34,5	36,8	33,2	34,6
K ₂ O*	(g/kg)				
P ₂ O ₅ *	(g/kg)	6,3	6,9	7	6,8

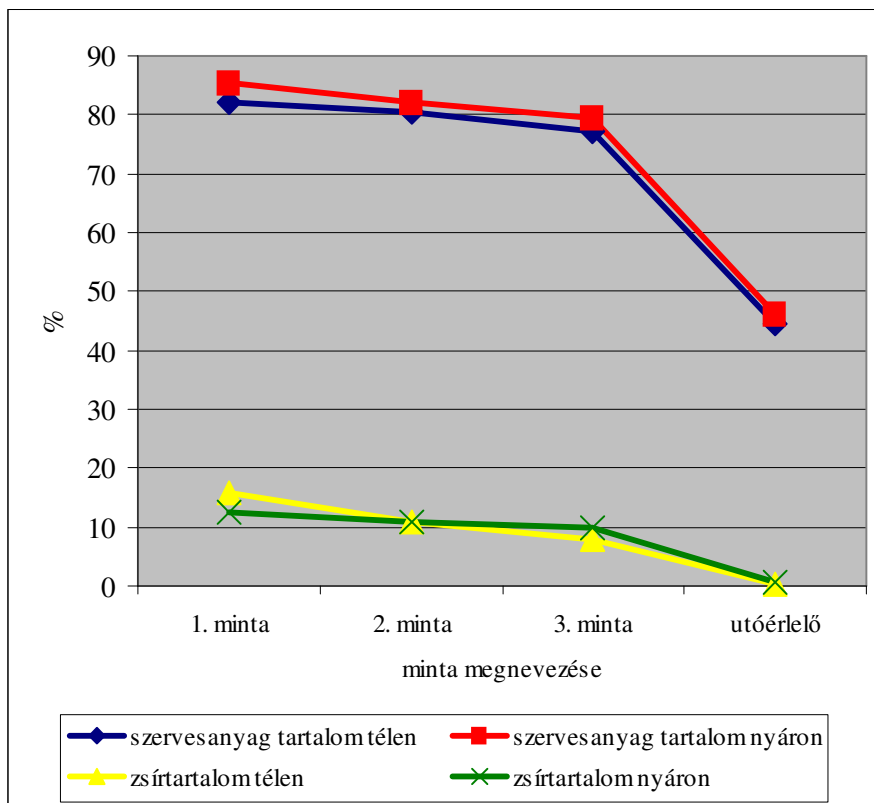
* szárazanyagra vonatkoztatva

A tápanyagtartalom változását itt sem okozta a komposztálás folyamata, tehát erre a technológiára is igaz az a megállapítás, miszerint a komposztálás folyamata nincs hatással a tápanyagtartalom alakulására, az kizárólag az alapanyag tápanyagtartalmától függ (7. táblázat).



3.2.3.3. Évszak hatása a bomlás folyamatára

A vizsgálati adatokból megállapítottam, hogy GORE technológiánál az évszaknak van hatása a bomlás folyamatára, ez a hatás azonban jóval kisebb, mint az előző két technológiánál. Jelentős eltéréseket a téli és a nyári prizmákból vett mintáknál nem tapasztaltam (3. ábra) a szerves anyagok bomlásának tendenciája azonos volt.



3. ábra: Szerves anyagok bomlása a GORE komposztálási technológia hatására (Győr, 2006)

E technológia hatékonysága az előző két technológiával összehasonlítva kevésbé jó, ha az időtényezőt – mint a komposztálási folyamat hosszát – figyelmen kívül hagyjuk. Az utóérlelésnek ennél a technológiánál van a legnagyobb szerepe, mivel a bomlási folyamat fele ebben a szakaszban játszódik le.



3.3. Az eltérő technológiák hatékonyságának összehasonlítása

A komposztálási folyamat hatékonyságát legjobban a szervesanyag-tartalom változásának megfigyelésével követhetjük, mivel a folyamat során az alapanyag szervesanyag-tartalma átalakul szervesanyagokká, valamint stabil szerves-anyagokká.

Jól követhető a folyamat a zsírtartalom változásának megfigyelésével is, a folyamat során a zsírszámok teljesen elbomlanak.

Az összehasonlítás során az utóérlelés hatásával külön foglalkozom, mivel ez nem tartozik szorosan az egyes technológiákhoz, az utóérlelés során a komposztprizmákat már nem kezelik.

3.3.1. Az eltérő technológiák hatékonysága télen

A 8. táblázatban összefoglaltam a téli prizmákból vett mintákból mért szervesanyag-tartalmat a bomlás során telephelyenként.

8. táblázat: Téli prizmákból vett minták szervesanyag-tartalma (% , szárazanyagra vonatkoztatva)

Technológia	1. minta	2. minta	3. minta	Utóérlelő
Hagyományos technológia	86,4	77,4	70,9	42,4
Saját technológia	83,3	80,6	72,1	46,3
GORE technológia	82,2	80,5	77,3	44,5

A hagyományos technológiánál volt a szerves-anyag tartalom a legmagasabb, és a komposztálás során itt volt a legjobb mértékű a lebomlás, kisebb mértékű volt a saját technológiánál, és a legkisebb mértékű a GORE technológiánál. Ha azonban figyelembe veszem a komposztálási folyamat hosszát, ami a hagyományos technológiánál 6-8 hónap, a saját technológiánál 3-4 hónap, a GORE technológiánál pedig 4 hét, akkor a komposztálás hatékonysága a GORE technológiánál volt a legjobb.

Ezeket a megállapításokat alátámasztja a prizmák zsírtartalmának vizsgálati eredménye is (9. táblázat). A prizmák zsírtartalma gyakorlatilag a felére csökkent a komposztálási folyamat során, tehát a folyamat hosszát is figyelembe véve a leghatékonyabb eljárás a GORE technológia, ezt követi a saját technológia majd a hagyományos technológia. Az utóérlelés során a zsír teljesen lebomlott.

**9. táblázat: Téli prizmákból vett minták zsírtartalma (% , szárazanyagra vonatkoztatva)**

Technológia	1. minta	2. minta	3. minta	Utóérlelő
Hagyományos technológia	11,9	10,3	6,8	0,3
Saját technológia	10,6	9,2	6,9	0,4
GORE technológia	15,7	10,9	7,9	0,4

A komposzt, mint trágya, értékét a makroelem tartalom adja. Az évszaknak legnagyobb hatása a nitrogén tartalomra van. Ha az időjárási feltételek hatására anaerob körülmények alakulnak ki, a nitrogén tartalom ammónia formájában eltávozik, ami a mellett, hogy csökkenti a trágya értékét, erősen környezet szennyező is.

3.3.2. Az eltérő technológiák hatékonysága nyáron

10. táblázat: Nyári prizmákból vett minták szervesanyag-tartalma (% , szárazanyagra vonatkoztatva)

Technológia	1. minta	2. minta	3. minta	Utóérlelő
Hagyományos technológia	81,8	77,1	72,2	46,4
Saját technológia	82,6	79,8	74,4	47,7
GORE technológia	85,3	82,1	79,3	46,3

A nyári prizmákból vett minták szervesanyag-tartalmát a 10. táblázat mutatja be.

A lebomlás mértéke a nyári prizmákban is a hagyományos technológiánál volt a legnagyobb, ugyanakkor a különbség nincs akkora, hogy ha figyelembe vesszük a folyamat hosszát, akkor a másik két technológia ne tűnjön hatékonyabbnak

A zsírtartalom változásának elemzéséből is ugyan ezt a következtetést vontam le (11. táblázat).

A nyári mintáknál a zsírtartalom csökkenése nem volt olyan mértékű, mint a téli mintáknál. A csökkenés mértéke a hagyományos technológiánál volt a legjelentősebb, ennek oka valószínűleg a kiindulási magas zsírtartalom volt. A másik két technológiánál a csökkenés kisebb mértékű volt.

**11. táblázat: Nyári prizmákból vett minták zsírtartalma (% , szárazanyagra vonatkoztatva)**

Technológia	1. minta	2. minta	3. minta	Utóérlelő
Hagyományos technológia	23,3	22,4	10,8	0,4
Saját technológia	10,2	9	8,3	0,6
GORE technológia	12,6	11	9,8	0,5

3.3.3. Az utóérlelés hatása

Az utóérlelés során a komposztprizmákat már nem kezelik, ez mindhárom technológiára igaz. Ennek jelentősége az, hogy az utóérlelés nem igényel ráfordítást sem munkaerőben, sem anyagiakban.

Az utóérlelés hatása mindhárom technológiánál jelentős volt, ezt támasztják alá a vizsgálati adatok (12. táblázat).

A komposztálási folyamat során a szerves anyag nem bomlik el teljesen, keletkeznek stabil szerves anyagok is, amik nem bomlanak tovább. Azonban a zsír anyagok teljes egészében elbomlanak, így annak megfigyelése, hogy a bomlási folyamat mennyire teljes, a zsírtartalom mérésével követhető.

Az adatokból (12. táblázat) megállapítottam, hogy a technológiák eltérő hatására a bomlás sosem teljes, az utóérlelés során zajlik a bomlási folyamat jelentős része, tehát az utóérlelés fontos és nem hagyható el, egyik technológiánál sem, ezért a komposztálási idő nem rövidíthető.

12. táblázat: Az utóérlelés hatása a szerves anyag és a zsír bomlására

Technológia	Szervesanyag-tartalom* (%)		Zsírtartalom* (%)	
	komposztálási foly. végén	utóérlelés végén	komposztálási foly. végén	utóérlelés végén
Téli minták				
hagyományos	70,9	42,4	6,8	0,3
saját	72,1	46,3	6,9	0,4
GORE	77,3	44,5	7,9	0,4
Nyári minták				
hagyományos	72,2	46,4	10,8	0,4
saját	74,4	47,7	8,3	0,6
GORE	79,3	46,3	9,8	0,5

*szárazanyagra vonatkoztatva



3.4. Komposztálási módszerek hatékonyságának rangsora

A módszerek hatékonyságának rangsorát a 13. táblázatban állítottam fel, különböző szempontok alapján. Minden szempontnál egyes számmal jelöltem a leghatékonyabb, kettessel a második és hármassal a legkevésbé hatékony technológiát. A beruházási és kezelési költségek nagyságánál a legkevésbé költséges technológiát jelöltem eggyessel és a legköltségesebbet hármassal.

13. táblázat: Technológiák hatékonysága

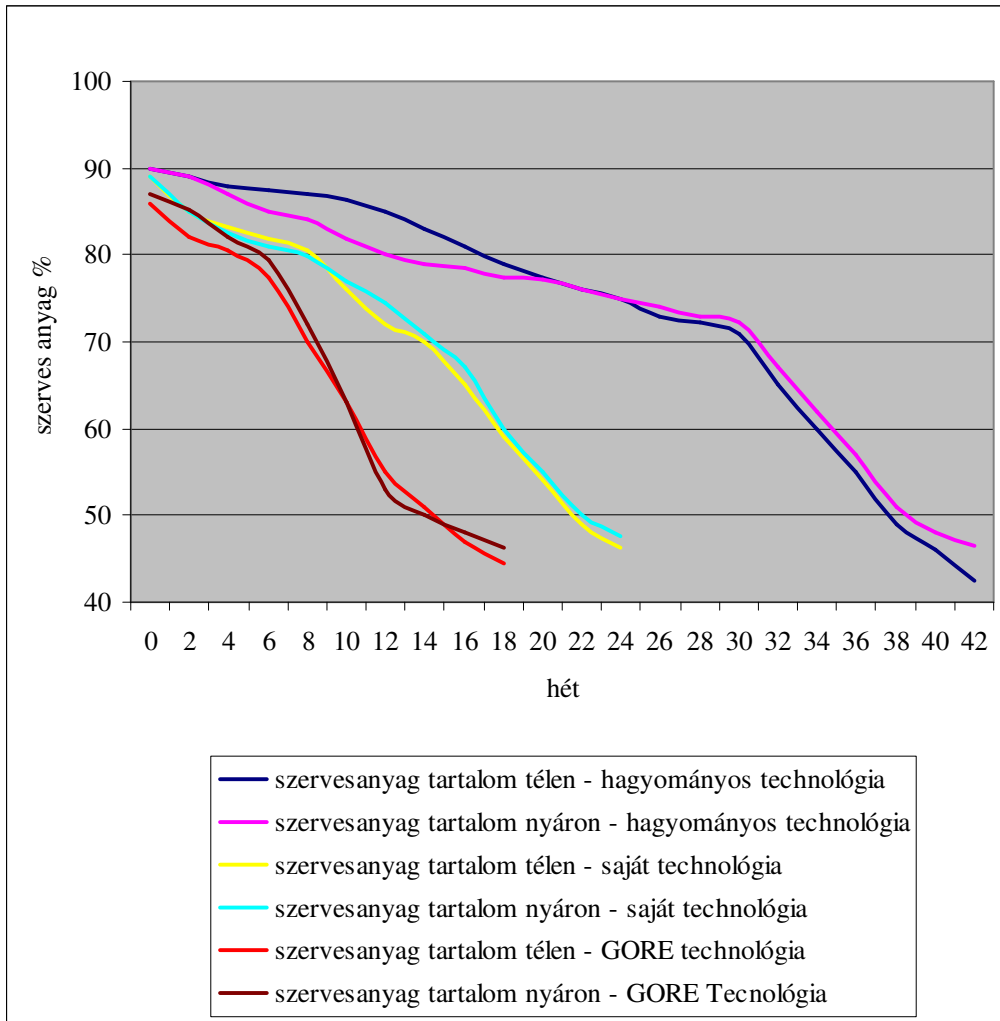
Vizsgált szempont	Technológiák		
	Hagyományos	Saját	GORE
A komposztálás ideje	3	2	1
Bomlás hatékonysága a folyamat során	1	2	3
Beruházási és kezelési költségek nagysága	1	2	3
Optimális komposztálási körülmények biztosítása	3	2	1

A táblázat jól megmutatja az egyes technológiák közötti különbségeket. A GORE technológia során, ami a legmodernebb, magas beruházási és kezelési költségek mellett a legrövidebb idő alatt zajlik le a komposztálás folyamata, ugyanakkor a bomlás ennél a technológiánál a legkevésbé hatékony.

A hagyományos technológia hosszú ideig tart ugyan, de a bomlás hatékonysága jó, és a költségek alacsonyabbak. A saját technológia minden szempontból a két másik technológia között található.

A 13. táblázatot összességében vizsgálva megállapítottam, hogy minden szempontot figyelembe véve a technológiák közötti különbségek kiegyenlítik egymást. Az egyes szempontokra adott értékek összege megegyezik.

A 4. ábra az eltérő technológiák hatását a bomlás folyamatára időarányosan szemlélteti.



4. ábra: Szerves anyag bomlása az eltérő technológiák hatására

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

4.1. A bomlás hatékonysága

- A bomlás legjobban a szalmaszálakon figyelhető meg. Kezdetben sárga színűek, majd a bomlás előrehaladtával barnulnak, végül már egyáltalán nem lehet megkülönböztetni a szerves hulladéktól.
- A komposztálási folyamat hatékonyságát a szervesanyag-tartalom változása, és a zsírtartalom (SZOE) csökkenése jellemzi.



- Az adatokból megállapítottam, hogy a komposztálási folyamat nem megy végbe teljesen a prizmában eltöltött idő alatt, az utóérlelés hatására a szerves-anyag tartalom tovább csökken, gyakorlatilag az eredeti érték felére, a zsírtartalom pedig a minimálisra csökken.
- A néhol megfigyelhető alacsony nedvesség tartalom befolyással van a komposztálás folyamatában központi szerepet játszó mikroorganizmusok életére. Vízhány esetén, a spórás mikroorganizmusok inaktiválódnak, és csak a megfelelő nedvességtartalom visszaállítása után kezdenek újra dolgozni, a bomlás kevésbé hatékony. Ez a probléma különösen meleg, száraz időjárás esetén jelentős.
- A zárt technológiáknál a levegőztetés folyamatos, így az oxigénszegény állapot kialakulásának esélye minimális. A kiegyenlített, közel semleges pH és az alacsony ammónia tartalom mutatja, hogy nem alakultak ki anaerob körülmények, a bomlás folyamata oxigéndús környezetben ment végbe.
- A hagyományos technológiánál volt a szervesanyag-tartalom a legmagasabb, és a legjobb mértékű a lebomlás. Kisebb mértékű volt a saját technológiánál, és a legkisebb mértékű a GORE technológiánál.
- Ha azonban figyelembe veszem a komposztálási folyamat hosszát, ami a hagyományos technológiánál 6-8 hónap, a saját technológiánál 3-4 hónap, a GORE technológiánál pedig 8 hét, akkor a komposztálás hatékonysága a GORE technológiánál volt a legjobb.
- Az adatokból megállapítottam, hogy az eltérő technológiák során a bomlás sosem teljes, az utóérlelés során zajlik a bomlási folyamat jelentős része, tehát az utóérlelés fontos és nem hagyható el, egyik módszernél sem.
- Környezetvédelmi szempontból fontos a komposztprizma megfelelő kezelése. Anaerob körülmények kialakulása esetén a keletkezett ammónia komoly problémákat okozhat. Fontos a csurgalékvíz talajba szivárgásának megakadályozása.

4.2. A komposzt tápanyagtartalma

A komposzt értékét a nitrogén-, foszfor- és káliumtartalma adja. A komposztálás során a kialakult anaerob körülmények hatására képződött ammónia a környezetszennyezés mellett nitrogén veszteséget is okoz. A mért eredményekből megállapítottam, hogy a tápanyagtartalom a komposztálási folyamat során jelentősen egyik technológiánál sem változott, tehát az érett komposzt tápanyagtartalma az alapanyag nitrogén-, foszfor- és kálium-tartalmától függ.



4.3. Évszak hatása a bomlás folyamatára

- A vizsgálati eredmények alapján megállapítottam, hogy a nyári komposztálási folyamat a hagyományos technológiánál kevésbé volt hatékony, mint a télen. Az anaerob körülményeket, és az alacsony nedvesség tartalmat okozhatta a nyári magasabb hőmérséklet. Ennek kiküszöbölésére a prizmát nedvesíteni, és hatékonyabban levegőztetni kellett volna, erre azonban ennél a technológiánál csak korlátozott lehetőségek vannak.
- A solti telephelyen alkalmazott saját technológia zárt technológia, az évszaknak mégis van hatása a bomlás folyamatára. A nyári prizmában megfigyelt alacsony nedvesség tartalom okozója lehet a nyári magasabb hőmérséklet, amelynek következtében a bomlás folyamata lassúbb. Az intenzív levegőztetés hatására azonban a hagyományos technológiánál megfigyelt anaerob körülmények nem tudtak kialakulni.
- A GORE technológiánál a szárazanyag tartalom a nyári mintákban is ideális. Kiegyenlített volt a prizma pH-ja, az ammónia-nitrogén tartalom viszonylagosan alacsony volt. Anaerob körülmények kialakulását semmilyen adatok nem jelezték.

4.4. Utóérlelés hatása

Az utóérlelés során a komposztprizmákat már egyik technológiai változatban sem kezelik, így az nem igényel ráfordítást

Az utóérlelés hatása mindhárom technológiánál jelentős volt, ezt támasztják alá a vizsgálati adatok

4.5. Összegzés

- Összességében megállapítottam, hogy, a GORE technológia során, ami a legmodernebb, magas beruházási és kezelési költségek mellett a legrövidebb idő alatt zajlik le a komposztálás folyamata, ugyanakkor a bomlás ennél a technológiánál a legkevésbé hatékony.
- A hagyományos technológia hosszú ideig tart ugyan, de a bomlás hatékonysága jó, és a költségek alacsonyabbak.
- A saját technológia minden szempontból a két másik technológia közé helyezhető.
- Minden szempontot figyelembe véve a technológiák közötti különbségek kiegyenlítik egymást.
- Környezetvédelmi szempontból mindhárom technológia eredményes, mivel veszélyes hulladékból talajerő visszapótlásra alkalmas komposztot állít elő. Így amellet, hogy a környezetet tehermentesíti, a komposzt hasznosításával javul a talaj szerkezete, vízháztartása és nő a biológiai aktivitása.



Felhasznált irodalom

- ATEV Zrt. (2005): Minőségirányítási kézikönyv. 05. 20.
- ATEVSZOLG Zrt. (2002): Hulladékkezelési utasítás az ATEVSZOLG Zrt. Hódmezővásárhelyi telephelyén
- ATEVSZOLG Zrt. (2004): Technológiai utasítás, a GORE technológiájú komposztálási tevékenységre az ATEVSZOLG Zrt. Győri telephelyén.
- ATEVSZOLG Zrt. (2006) Minőségirányítási kézikönyv
- ATEVSZOLG Zrt. (2004) Technológiai utasítás, a kísérleti technológiájú komposztálási tevékenységre az ATEVSZOLG Zrt. Solti telephelyén
- BARÓTFI I. (2000): Környezettechnika, Mezőgazda Kiadó Bp. p. 352.
- BIHARINÉ KREKÓ I. (2006): Komposztálás, Környezetünk Magazin, 2006/02 p.5-7.
- FEHÉR B.-NÉ (2001): A komposzt tápanyagtartalma és haszna, Mezőhír, V. évf. 9. szám p. 25-26.
- FEKETÉNÉ HORVÁTH A. (2002): Állati eredetű hulladékok kezelése, Agrárágazat, 2002/05 p. 32.
- HEGEDŰS M. – SCHMIDT J. – RAFAI P. (1998): Állati eredetű melléktermékek hasznosítása, Mezőgazda Kiadó, Budapest p 366.
- KÁRPÁTI A. (2002): Szennyvíziszap rothasztás és komposztálás. Veszprémi Egyetem Környezetmérnöki és Kémiai Technológiai Tanszék, p. 93.
- KÉSMÁRKI I. – PETRÓCZKI F. (2003): Komposztálás – zöldtrágyázás, Agronapló, VII. évf./7, p.19.
- KOVÁCS K. (2006): A megújuló energiához kell a komoly stratégia, Magyar Hírlap, 2006. 02. 15., p.5.
- KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI MINISZTERIUM: Hazánk környezeti állapota (2005)
- LAMPKIN, N. (1990): Organic Farming. Press Books and Videos, United Kingdom, p. 715.
- RABI B. (2005): Magas szerves anyag tartalmú hulladékok biológiai módszerekkel történő ártalmatlanítási lehetőségei, ATEVSZOLG ZRt. Budapest, p. 29.
- VERMES L – ALEXA L. – FORRÓ E. (2006): A minőségi komposzt készítésének követelményei, Magyar Minőségi Komposzt Társaság, Gödöllő, p. 25.