

MEMBRÁN-

TECHNIKA

IPARI

BIOTECHNOLÓGIA



IV. évfolyam 4. szám

2013. december

TARTALOM

oldal

Rózsenberszki T., Nemestóthy N., Táborosi A., Kurdi R.,
Bélafiné Bakó K.: Hulladéklerakó telepről származó szerves
anyag anaerob fermentációs vizsgálata.....58

PERMEA konferencia.....69

Közelgő membrános konferenciák, kurzusok.....71

Hulladéklerakó telepről származó szerves anyag anaerob fermentációs vizsgálata

**Rózsenszki Tamás¹, Nemestóthy Nándor², Táborosi Attila¹,
Kurdi Róbert¹, Bélafiné Bakó Katalin²**

¹Környezetmérnöki Intézet

*²Biomérnöki Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Intézet,
Pannon Egyetem, 8200 Veszprém Egyetem u. 10.*

Bevezetés

A környezetvédelmet és a gazdasági érdekeket sokszor nehéz összehangolni, azonban vannak olyan lehetőségek, amikor ez teljesülhet. Egy ilyen jellegű, a jövő számára ígéretes kezelési vagy ártalmatlanítási módszer az anaerob biodegradáció. Az eljárás során szabályozott körülmények között, a bonyolult szerves anyagokat mikroorganizmusok segítségével lebontjuk, és a folyamat végeredményeként számunkra hasznos anyagokat kapunk. Ezt az eljárást már évszázadok óta ismerjük, mégis az utóbbi évtizedekben kezdett el igazán fejlődni. Egyik nagy előnye, hogy a terméke (a biogáz) megújuló energiaforrásnak tekinthető, emellett széleskörű alapanyagforrással rendelkezik. Környezetvédelmi szempontból talán a legelőnyösebb, hogy a hulladék és egyéb melléktermékek (élelmiszeripari, mezőgazdasági, kommunális, települési stb.) is kezelhetők általa, csökkentve ezzel a környezet terhelését [1,2]. Másik nagy előnye, hogy az eljárás végtermékei a biogáz és biotrágya felhasználási lehetőségei szintén szerteágazók.

Biogáz keletkezése

A közvetett energianyerés egyik formája, amikor a napenergiát először biomassza formájában megkötjük, majd ezután a biomasszában tárolt kémiai energiát kinyerjük. Az így kinyerhető egyik energiahordozó lehet pl. a metán. A biológiai metántermelés három mikrobiológiai tevékenység köré csoportosítható (1. ábra), melyeket nem lehet egymástól természetes körülmények között szétválasztani. Egymásra épülnek, mivel a természetben több tucat mikroorganizmus összehangolt működéséről van szó. Minden egyes fajnak, külön meghatározott szerepe van [3].

Hidrolizáló mikroorganizmusok

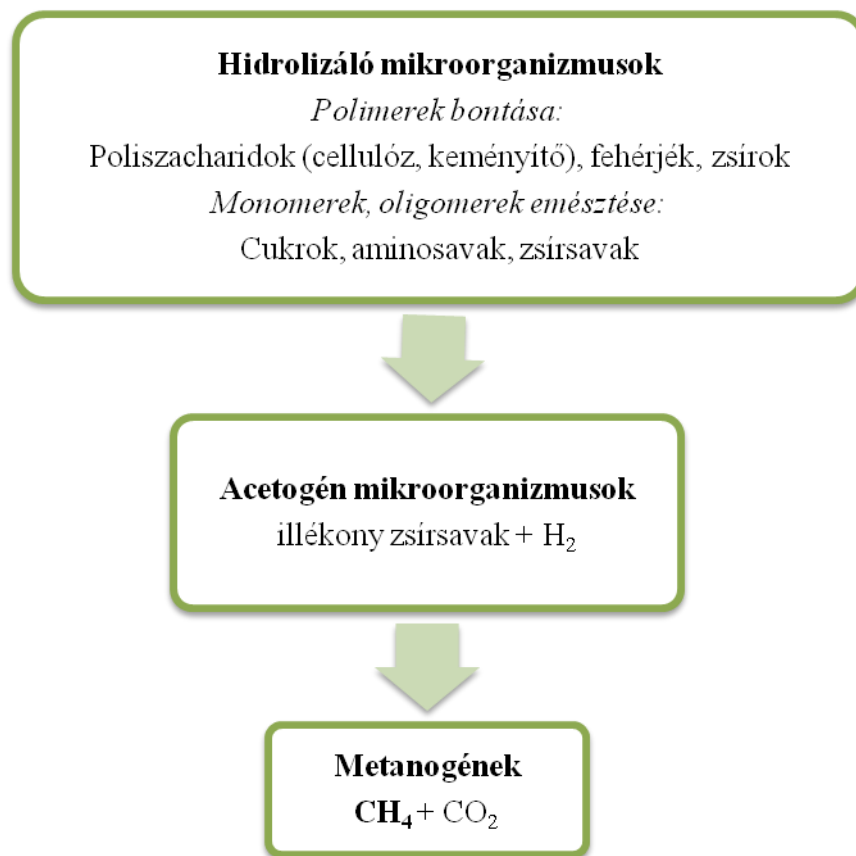
A kezdeti folyamatok során a komplex szerves anyagokat elsőként a fakultatív és obligát anaerob mikroorganizmusok bontják le alkotóelemeikre enzimek segítségével. A lebontásra kerülő anyagok jellemzően a cellulóz, keményítő és lipidek. Mivel az ilyen makromolekulákat a nagy méretük miatt ezek a mikroorganizmusok nem tudják bekebelezni és sejten belül lebontani, ezért intracelluláris enzimekkel (sejten kívüli enzimek) történik a hidrolízis, eldarabolás. A keletkező kisebb molekulákat már tápanyagként képesek felvenni és hasznosítani. A felszakadó kémiai kötésekben tárolt energiával pedig képesek ellátni saját bioszintetikus folyamataikat. A kémiai energia mellett keletkeznek még kisebb molekulák, melyeket illó szerves savaknak (ecetsav, propionsav, vajsav) szokás nevezni. A hidrolizáló baktériumok ezeket már nem tudják tovább bontani, ezért kiválasztják magukból és leadják a környezetük számára [3].

Acetogén baktériumok

A fel nem használt anyagokat, mint például az oligo- és mono-szacharidokat, zsírsavakat, aminosavakat, és főként az illó szerves savakat az acetogén baktériumok acetáttá (ecetsav sója) és hidrogénné alakítják. Az acetát azért fontos, mert természetes úton belőle képződik a metánmennyiség 70 %-a. Nagy előnyük a többiekkel szemben, hogy ellenállóak és nagyon sokfélék lehetnek, ez köszönhető annak is, hogy sokféle tápanyagforrásuk van. Fontos szerepük van továbbá abban is, hogy a metanogéneknek redukálószerként hidrogént és megfelelően alacsony redoxpotenciált biztosítanak. Az acetogéneknek is szükségük van azonban a metanogénekre, mivel az általuk előállított hidrogén (ha nem használják fel a metanogének) gátolja működésüket. Ekkor felborulhat az egyensúly, aminek az egész rendszer látja a kárát [3].

Metanogén mikroorganizmusok

Az utolsó lépés a metanogenezis, aminek fontos feltétele az anaerob környezet. Ekkor történik a metanogén baktériumok által termelt metán és szén-dioxid keverékéből álló biogáz előállítása. Néhány metanogén a hidrogént közvetlenül a szén-dioxid redukálására tudja használni, mások az acetátot képesek szén-dioxiddá és metánná alakítani. A metanogenezis lényegében meghatározza az egész biogáz termelési folyamat sebességét. A metanogének lassan szaporodnak és érzékenyek a környezetükre, és annak változásaira. Ha csökken az aktivitásuk az az egész rendszer leállítását eredményezheti, mivel az acetogének által termelt savak felhalmozódása miatt elsavanyodás léphet fel [3-6].



1. ábra: A biogáz keletkezésének lépései

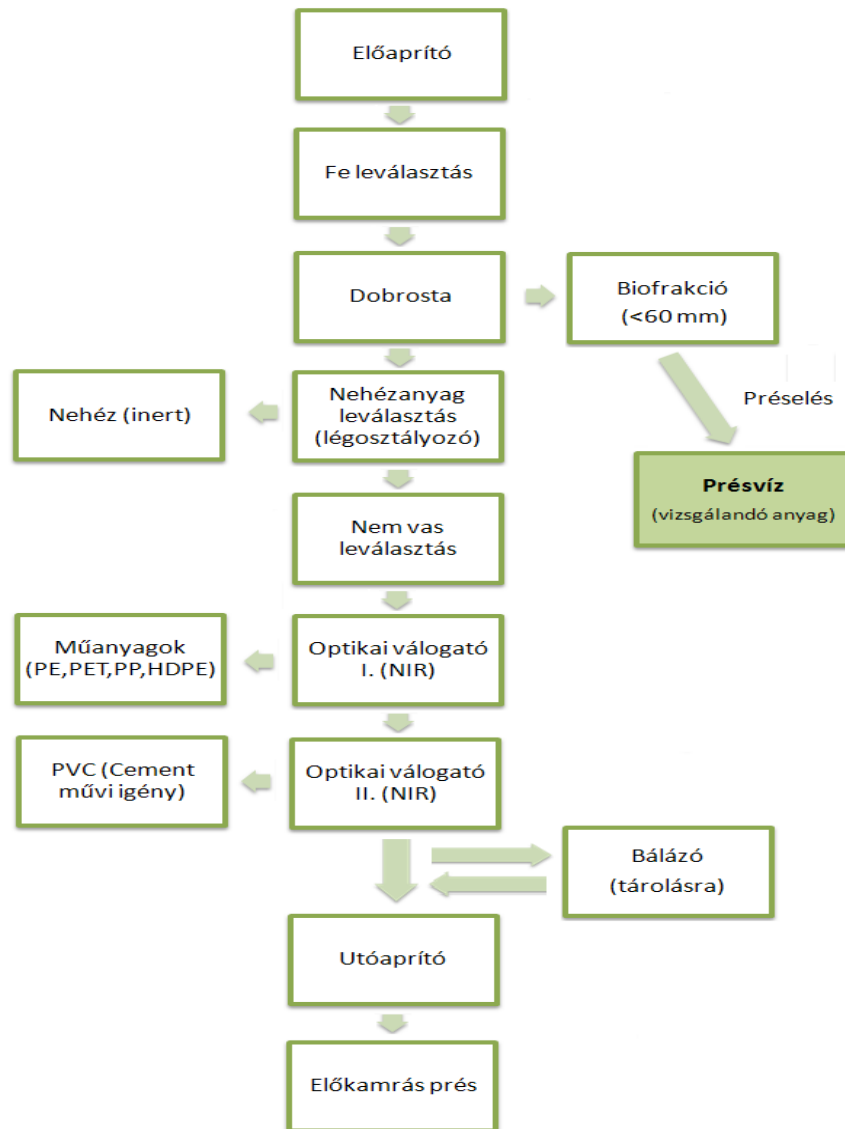
A biogáz üzemek kialakításának céljai közé sorolható a minél olcsóbb kivitelezés, lehető legtöbb és legjobb minőségű terméket állítsunk elő, automatizált módon. Az ilyen eljárások az alapanyag minőségében, betáplálásának módjában és gyakoriságában különböznek, így három féle technológia különíthető el:

- Folyamatos (alapanyag folyamatos ki- és betárolása)
- Batch-eljárás (szakaszos ki- és betárolás)
- Ezek kombinációi

Az Észak-Balatoni Hulladékgazdálkodási Kft. Királyszentistváni Hulladékkezelő Telepe

Királyszentistvánban nemrégiben egy új, az ország egyik legkorszerűbb hulladékkezelési technológiáját valósította meg a Profi Bagger Kft. A megbízást az Észak-balatoni Térség Regionális Települési Szilárdhulladék-kezelési Önkormányzati Társulás adta a „Észak-balatoni Regionális Települési Szilárdhulladék-kezelési Rendszer továbbfejlesztése” című projekt keretében [7-11]. A technológia során keletkező biofrakció hasznosítási lehetőségei

között felmerült, hogy esetleg biogáz képzésre alkalmasnak bizonyulhat-e. Ehhez első lépésként a frakcióból préseléssel kinyerhető folyadékot volna célszerű megvizsgálni.



2. ábra: A királyszentistváni hulladékkezelő egyszerűsített technológiai felépítése [14]

Ebben a munkában célunk tehát az volt, hogy megvizsgáljuk: alkalmas-e a Királyszentistváni Hulladékkezelő telepről hozott présvíz minta a biogáz termelésére.

Felhasznált anyagok, módszerek, eszközök

A beérkező települési szilárd hulladék lassú forgású előaprítóba kerülése után történik a vasleválasztás. Ezt követően 60, (vagy 80 mm –es) dobrostán keresztül kerül szétválasztásra a hulladék. A rostaalj további biológiai aerob kezelésen esik át. A kezelés előtt, tehát a 60,

illetve 80 mm alatti hulladék préselvénye a vizsgált folyadék mintánk. Beoltó iszapként a Pálhalmai Agrospecial Kft. fermentor tartályából származó iszapot használtuk.

A kiinduló minták jellemzésére KOI mérést alkalmaztunk. A meghatározás során a mintát kénsavas közegben 4 órán át 148 °C –on tartjuk, kálium-dikromát és katalizátor jelenlétében. A kálium-dikromát a jelen lévő és oxidálódó szerves anyagokat oxidálja. A roncsolás végeztével a feleslegben maradt kálium-dikromátot, vagy az oxidáció révén redukciója során keletkező króm (III) –ionok abszorbanciáját mérjük

A gázképződés méréséhez WTW OxiTop 100 típusú manometrikus készüléket (3. ábra) használtunk.



3. ábra: WTW OxiTop 100 szett [12]

A mérőüvegekbe 450 ml gáztérfogat mellett 50 ml különböző arányú minta-beoltóiszap keveréket tettünk. A mérőüvegre illeszthető mérőfejek alkalmasak a benne lévő gáz, vagy gázok nyomásváltozásának mérésére. Kísérleteink során a gáztér nyomásának növekedését mértük.

A gázösszetételt hetente vizsgáltuk, mivel a mikroorganizmusok (különösen a metanogének) érzékenyen reagálhatnak a környezeti feltételek változására. Az edényeket külön-külön, egyesével vizsgáltuk. A mintavételnél ügyeltünk arra, hogy az edényekbe ne kerüljön légköri oxigén. A gázmintát fecskendő segítségével juttattuk (500 µl-t) a GOW-MAC Series 600 típusú TCD detektorral ellátott gázkromatográfba.

Eredmények

Elővizsgálatok

Az elővizsgálatok során próbáltuk felmérni a helyes keverési arányokat, mivel nem ismertük a présvíz minta biogáz képződésére vonatkozó paramétereit (C/N arány, szerves anyag tartalom, a folyamatban résztvevő mikroorganizmusra nézve toxikus anyagok jelenléte). A beoltó iszap pH értéke 7,83, a présvíz pH értéke 4,65, a kémiai oxigén igénye pedig 66689 mg / l körüli 6784 mg / l szórással. Kutatásunk során arra törekedtünk, hogy a lehető legkevesebb külső beavatkozást (paraméterek beállítása, illetve szabályozása egyéb vegyszerekkel) alkalmazzunk, mivel az plusz költségeket jelentene a későbbiekre nézve.

Az első kísérlet során négy különféle présvíz – beoltó iszap keverékkel próbálkoztunk. Az 1., 2., 3. mérőedényben 25 ml présvíz mellé 25 ml beoltó iszapot öntöttünk, a többi esetben ezek az arányok (a mennyiségeket is tükrözve) a következők voltak: 10 ml présvíz mellett 40 ml beoltó- iszap, 5 ml présvíz és 45 ml beoltó iszap és végül amibe csak beoltó iszap került (50 ml). Az egy hetet követő vizsgálat alapján azt tapasztaltuk, hogy a gázképződés hatékonysága növekszik a présvíz mennyiségének növelésével. A gázösszetétel esetén jelentős különbséget nem tapasztaltunk a különböző keverési arányok között, azonban az pozitívum volt, hogy egy hét elteltével minden esetben beindult a metanogenezis.

Ezt követően kicsit módosítottunk a keverési arányokon. Növeltük a présvíz mennyiségét az előző mérés tapasztalatából kiindulva. A 25:25 arány megmaradt, a következő mintákba 40 ml présvíz mellé 10 ml beoltó iszap került, valamint 45:5 arányt és csak beoltó iszapot tartalmazó mintát szintén vizsgáltunk. Ebben az esetben növeltük a vizsgálati időt is, melynek végén azt tapasztaltuk, hogy a 40:10 –es arány esetén a gázképződés nehezen indul be, viszont pár nap elteltével jelentősen növekedett. A 45:5 –ös aránynál a gázképződés a vizsgált idő alatt nem nőtt jelentősen. A gázösszetétel esetén azonban a 25:25 aránynál volt legnagyobb a metán tartalom, a 45:5 –ös keverési aránynál nem indult meg a metánképződés ez idő alatt, ami az alacsony pH értéknek (< pH 5,0) tulajdonítható.

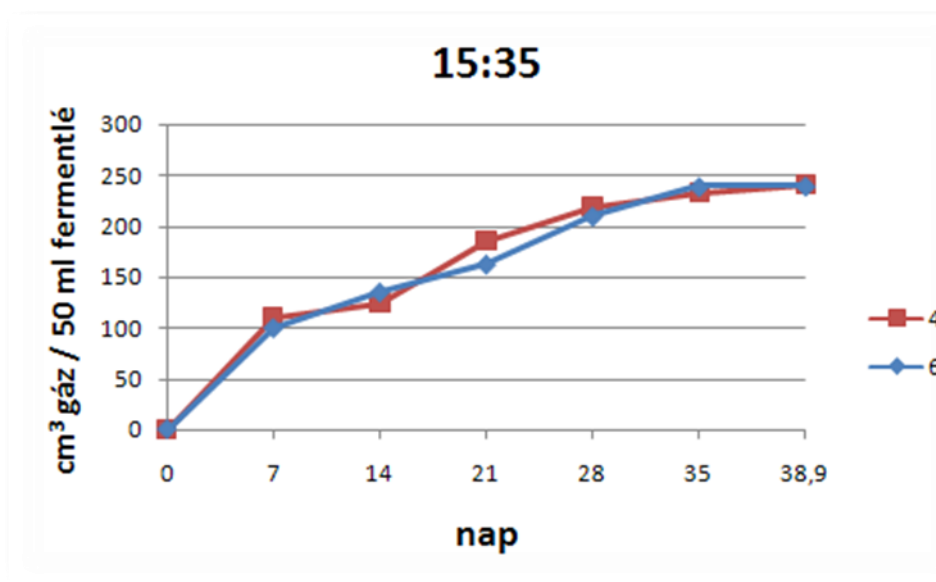
40 napos vizsgálat

Az elővizsgálatok eredményeit mérlegelve változtattunk a keverési arányokon és a vizsgálati időt is növeltük 40 napra. A következő présvíz – beoltó iszap keverékekkel dolgoztunk:

1. táblázat: A 40 napos vizsgálatban alkalmazott keverési arányok (mennyiségek) és jelölések

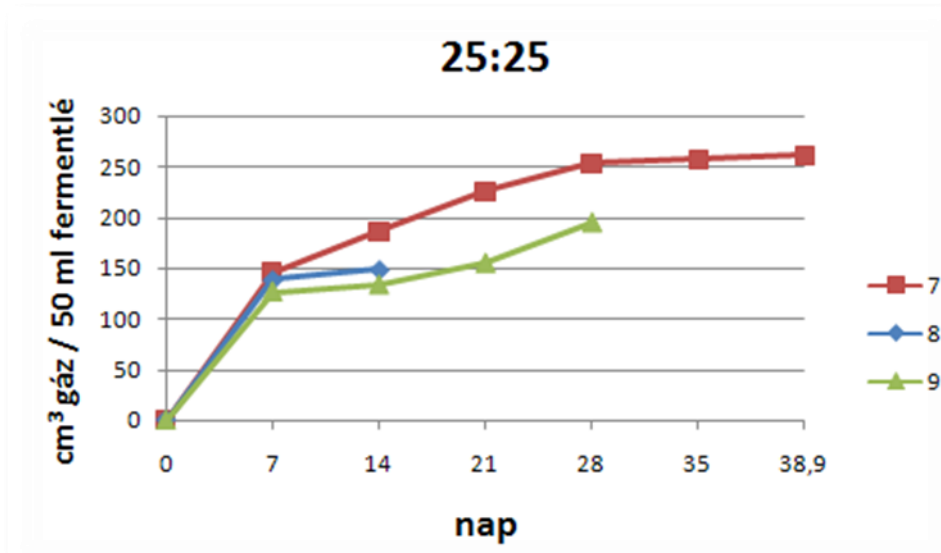
keverési arány (ml) (présvíz : beoltó iszap)	5:45	15:35	25:25	35:15	45:5
minta száma:	1. 2. 3.	4. 5. 6.	7. 8. 9.	10. 11. 12.	13. 14. 15.

A mérés során akadtak technikai gondok, melyek bizonyos minták esetén bizonytalanságokat okoztak, ezeket megpróbáltuk a lehető legbiztonságosabban kezelni. Ezek alapján a fenti táblázatban sorban haladva az 5:45-ös keverékek esetén nem volt jelentős a gázképződés, illetve a gázösszetétel eredményei sem voltak kiemelkedők a többi mintához képest. A 15 ml présvizet és 35 ml beoltó iszapot tartalmazó mérőedények esetén viszont, mind a gázképződés és gázösszetétel tekintetében hatékonynak bizonyult ez a keverési arány. A gázképződés eredménye a vizsgálat során a 4. ábrán látható.



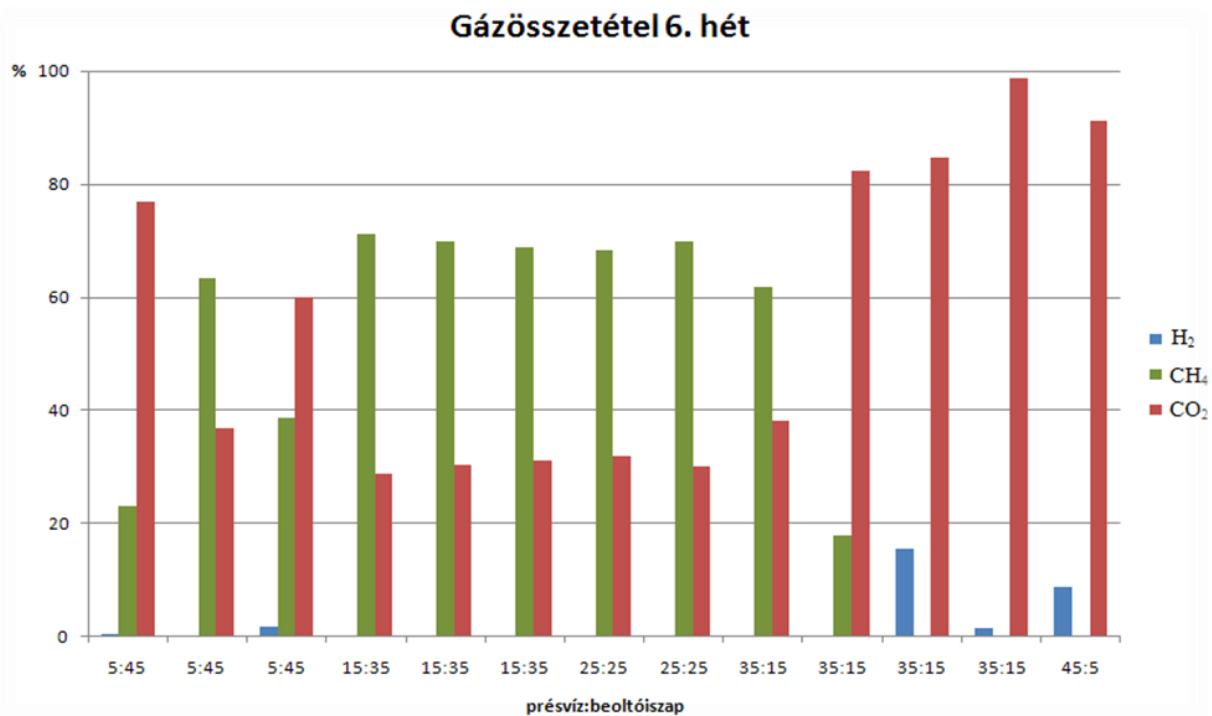
4. ábra: Gázkihozatal a 15:35 –ös keverék esetén

Az előző arányhoz hasonlóan a 25:25 –ös mintánál is jó eredmény született a gázképződés és gázösszetétel vizsgálatánál. Az 5. ábrán a gázképződés eredménye látható:



5. ábra: Gázkihozatal a 25:25-ös keverék esetén

A 35:15-ös keverékeknél a gázképződés intenzívebb a kezdeti szakaszban, majd mérséklődés figyelhető meg. A gázösszetétel terén bizonytalan eredmények születtek, ezt a mérést valószínűleg meg kell ismételni a pontosabb eredményekért. A 45:5-ös aránynál a gázképződés később jelentkezik, valamint a gázösszetétel vizsgálatánál metánképződés nem történt. Az összesített gázösszetétel eredményeit a 6. ábra és a 2. táblázat szemlélteti:



6. ábra: Gázösszetétel eredményei 40 nap elteltével

2. táblázat: Gázösszetétel eredményei 40 nap elteltével

2013.augusztus 27.					
Mintaszám	présvíz:beoltóiszap	H ₂	CH ₄	CO ₂	
1.	5:45	0,31	20,22	67,79	μl
		0,30	22,90	76,80	%
2.	5:45	0,0	134,88	78,79	μl
		0,0	63,30	36,70	%
3.	5:45	2,19	54,36	84,51	μl
		1,60	38,50	59,90	%
4.	15:35	0,17	280,98	113,96	μl
		0,0	71,10	28,80	%
5.	15:35	0,0	263,56	114,05	μl
		0,0	69,80	30,20	%
6.	15:35	0,059	247,372	111,63	μl
		0,0	68,9	31,1	%
7.	25:25	0,114	286,287	133,073	μl
		0,0	68,2	31,8	%
9.	25:25	0,0	318,676	137,073	μl
		0,0	69,9	30,1	%
10.	35:15	0,0	296,899	182,727	μl
		0,0	61,9	38,1	%
11.	35:15	0,0	53,623	248,774	μl
		0,0	17,7	82,3	%
13.	45:5	55,383	0,0	304,44	μl
		15,4	0,0	84,6	%
14.	45:5	5,578	0,0	402,352	μl
		1,4	0,0	98,6	%
15.	45:5	36,144	0,0	392,312	μl
		8,8	0,0	91,2	%

A táblázat alapján megállapítható, hogy a 15:35 és 25:25 –ös minták esetén biogáz képződés történt, a többi esetben ez nem volt ilyen egyértelmű. A 45:5 –ös keveréknél pedig metanogenezisről sem beszélhetünk, ami a kialakuló biogáz képződés szempontjából kedvezőtlen pH értéknek köszönhető.

Összefoglalás

Összefoglalásként elmondható, hogy az eddig elvégzett kísérletek alapján a présvíz megfelelő arányban keverve a Pálhalmai Agrosecial Kft.-től származó beoltó iszappal, mezofil és anaerob körülmények között alkalmas a biogáz előállításra. A kapott eredmények szerint a gázösszetétel és gázképződés tekintetében a 25:25 (présvíz : beoltó iszap), illetve a 15:35 arányú keverékek mutatták a legkedvezőbb mutatókat. A metán tartalom a mérés végeztével mind a két arány esetén 68 % és 71% között mozgott. Az optimális keverési arány szempontjából még további vizsgálatok szükségesek, de az eddigi adatok jó alapot szolgáltathatnak a kutatások előrehaladásában. A következő kutatási irány lehet a fermentlé megfelelő pH értékének beállítása, a gazdaságossági szempontokat is figyelembe véve, valamint a biogáz képződés optimalizálásának lehetőségei.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0071 „Az anyag tulajdonságaitól a felhasználásig – természetes alapanyagok és hulladékok hasznosítását megalapozó kutatások” és a TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0017 „Zöld Energia” – Felsőoktatási ágazati együttműködés a zöld gazdaság fejlesztésére az energetika területén” pályázat keretében végeztük.



Irodalomjegyzék

- [1] <http://www.biogas.hu/1/frameset> (2013.09.07.)
- [2] Szakmai folyóirat, Hulladék sors, XI. évfolyam, 2010 december
- [3] Bai Attila: A biogáz, Budapest, 2007, 13-23o.,31-34o.,37-39o.,57-58o.
- [4] Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2014-ig (OHT II.), 2009
- [5] Lukács Gergely Sándor: Zöldenergia és vidékfejlesztés, Szaktudás Kiadó Ház, 2008, 74 o.
- [6] Zöld ipar magazin, III. évfolyam, 2013 március, 29 o.
- [7] Zöld ipar magazin, III. évfolyam, 2013 szeptember, 16-17 o.
- [8] Zöld ipar magazin, III. évfolyam, 2013 január, 8-9o., 10-11o.
- [9] Zöld ipar magazin, II. évfolyam, 2012 november 42 o.
- [10] Zöld ipar magazin, II. évfolyam, 2012 május 42 o.
- [11] <http://www2.sci.u-szeged.hu/inorg/agc.pdf> (2013.09.22.)
- [12]
http://www.tablázat.hu/aktivit_kft/biologiai_oxigenmero_wtw_oxitop_es_oxitop_control.html
[1](#) (2013.10.28)
- [13] Beszédes S., Ábel M., László Zs., Szabó G., Hodúr C.: Biogas production from food industry wastewater sludge intensified by microwave irradiation, In Bioenergy and Other Renewable Energy Technologies and Systems (BRETs 2011): 33 International Symposium of Section IV of CIGR, Bucuresti, (Románia), 2011. *Paper PS307*
- [14] Sarkady Attila, Észak-Balatoni Hulladékgazdálkodási Kft., vendég előadás anyag, Pannon Egyetem, Veszprém, 2013. november 5.

PERMEA 2013

Konferencia beszámoló

A PERMEA konferencia sorozat a Visegrádi országok három évenként megrendezett közös membrános konferenciája, s az EMS (Európai Membrán Szövetség) is támogatja. Idén hatodik alkalommal rendezték meg, most Varsóban szeptember 15 és 19 között, s közel 90 résztvevő érkezett meg az európai és tengerentúli országokból. Hazánkból – rajtunk, veszprémieken kívül – szegedi és budapesti (a Corvinus Egyetemről) szakemberek vettek részt a rendezvényen, ahol 5 plenáris, 41 szekció előadás hangzott el és 33 posztert mutattak be. A témakörök a legkülönbözőbb membrános területeket érintették, beleértve mind a klasszikus eljárásokat, mind a kevésbé konvencionális metódusokat.

A magyarok közül Verrasztó Balázs (BCE), Kiss Zsolt (SZTE), Bakonyi Péter (PE), Nemestóthy Nándor (PE), Molnár Máté András (BCE) és Kőszegi Kornélia (BCE) tartott előadást, s több posztert is kiállítottunk.



A veszprémiek a konferencián

A konferenciát a belvárosban, a Gromada Hotelben rendezték, (a külföldi résztvevők többsége itt is lakott,) ahol osztályon felüli kiszolgálásban, kényeztetésben részesültünk. Kétszer is belekóstolhattunk a lengyel konyha különlegességeibe, s mindkétszer zenei kíséretet is kaptunk a remek vacsorához. Egyik este pedig buszos városnézésre vittek bennünket, ahol az éjszakai Varsó mutatta meg arcait.

Az EMS által felajánlott támogatás egy részét a pályázó fiatalok útiköltség térítésként kapták meg, a másik részét pedig pénzjutalomként a 3-3 legjobb fiatal előadó, illetve poszter-készítő nyerte el. Picit sajnálkozva vettük tudomásul, hogy 1-1 lengyel fiatalon kívül más visegrádi országbeli ifjú nem részesült díjban.

A résztvevők Varsóban töltött idejük legnagyobb részét ténylegesen a szakmának szentelhatték. Az esemény során igen sok lehetőségünk volt a közvetlen eszmecserékre, szakmai vitákra és a szaktekintélyekkel való személyes megismerkedésre is.

Mindent összevetve hasznos volt a konferencia, mind a tudományos, szakmai programot tekintve, mind nemzetközi kapcsolataink további kiépítésének szempontjából.

*Bélafiné Bakó Katalin
Nemestóthy Nándor
Bakonyi Péter
Pannon Egyetem, Veszprém*

KÖZELGŐ KONFERENCIÁK, KURZUSOK

Microbial Resource Management for Polluted Marine Environments and Bioremediation

2014. január 16-18, Hammamet, Tunézia

<http://www.ulixes.unimi.it/>

International Congress on Green Process Engineering

2014. április 7-10, Sevilla, Spanyolország

<http://www.gpe2014.org/>

International Conference on Science and Technique Based on Applied and Fundamental Research – ICoSTAF 2014

2014. április 25, Szeged

www.mk.u-szeged.hu/content/80

ProtStab 2014 - 10th International Conference on Protein Stabilisation

2014. május 7-9, Lago Maggiore, Olaszország

<http://www.protstab2014.it/>

Membrane and Electromembrane Processes, MELPRO

2014. május 18-21., Prága, Csehország

www.melpro.cz

BioTech 2014

2014. június 11-14, Prága, Csehország

<http://www.biotech2014.cz/>

2nd International Conference on Ionic Liquids in Separation and Purification Technology, ILSEPT

2014. június 29 – július 4, Toronto, Kanada

www.ilsept.com

13th International Conference on Inorganic Membranes, ICIM

2014. július 6-9, Brisbane, Ausztrália

<http://www.icimconference.com>

European Congress on Biotechnology - ECB16

2014. július 13-16, Edinburgh, Skócia

<http://www.ecb16.com/>

International Conference on Membranes, ICOM

2014. július 20-25., Suzhou, Kína

<http://icom2014.org/>

15th Aachener Membran Kolloquium, 15th AMK

2014. november 12-13., Aachen, Németország

<http://www.amk.rwth-aachen.de>

Euromembrane 2015

2015. szeptember 6-10., Aachen, Németország

Matthias.Wessling@avt.rwth-aachen.de

MEMBRÁNTECHNIKA ÉS IPARI BIOTECHNOLÓGIA

A MKE Membrántechnikai Szakosztályának kiadványa ISSN 2061-6392

Felelős szerkesztő:

Bélafiné Dr. Bakó Katalin, Pannon Egyetem, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Intézet, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

E-mail: bako@almos.uni-pannon.hu

A szerkesztőbizottság tagjai:

a MKE Membrántechnikai Szakosztály vezetősége: Békássyné Dr. Molnár Erika, Dr. Mizsey Péter, Dr. Hodúr Cecília, Dr. Vatai Gyula; valamint Dr. Gubicza László (lektor)

Megjelenik: negyedévente, 300 példányban

Előfizetési díja: évi 1 500 Ft

Megrendelhető: MKE Membrántechnikai Szakosztály, 1015 Budapest, Hattyú u. 16.