

Nagy Valéria–Szabó Emese

Szerves hulladékból energia

***Nagy, Valéria–Szabó, Emese: Biogas from Organic Waste
In the surroundings of biogas-works - that will be established - the available biomass potential can be more or less various and of a differing composition at the works. We need a special instrument to determine the technological parameters that certify the maximum methane output. With the help of this set-up we can make biogas technological experiments by changing the parameters that influence the process of biogas production. These experiments can be made similar to works conditions with measuring all the necessary parameters. The test results which are reported in this paper are part of a thesis entitled 'The Effect of the Biogas Producing Method on the Operation of Gas Engines, Considering Emission'.***

Key words: organic waste, biogas, ecological system, experiment, gas engine.

BEVEZETÉS

A biomassza-alapú energiatermelés lehetőségei a mezőgazdasági termelés alapfunkciójának módosulásából, a megújuló energiaforrások iránti igény növekedéséből, valamint a jelenlegi energetikai célú biomassza-hasznosítás alacsony hatásfokának növeléséből kiindulva határozhatók meg. [Nagy, 2006.] A biomassza-energetikai rendszerek az emberiség történelmét már több ezer éve végigkísérő mezőgazdasági termelésen alapulnak, így nem kell attól tartani, hogy az így nyert energiahordozók egyszer csak elfognak. [Somogyvári, 2007.] Alapvető feladat az energiaigény maradéktalan kielégítése minél kevesebb energia felhasználásával, továbbá a különböző műszaki berendezések és létesítmények tervezése és működtetése során az ökológiai gondolkodásmódnak is egyre inkább érvényesülni kell.

Az EU korábbi gyakorlatában a biogázüzemek létesítésének és üzemeltetésének célja jellemzően a különböző hulladékok és melléktermékek ártalmatlanítása volt. Ez a tendencia azonban napjainkra az EU-ban, így hazánkban is alapvetően megváltozott: a biomassza-alapú energia-elő-

állító és energiahasznosító létesítmények gazdaságos üzemeltetése a cél. A hazai kísérleti eredmények és biogáz-előállítási tapasztalatok lehetővé és indokolttá is teszik komplex, biomasszára alapozott, záródó termelési ciklus megvalósítására törekvő, kapcsolt biogáz-előállítás és -hasznosítási technológiák kialakítását.

A nyereségérdekelt biogáztermeléshez könnyen bomló, magas széntartalmú alapanyagok szükségesek, az alacsony tápanyagtartalmú anyagokat csak puffer használjuk. A biogáztermelés akkor a leggazdaságosabb, ha az alapanyag-ellátás a helyben lévő mezőgazdasági és élelmiszer-ipari hulladékokra, melléktermékekre épül. A környezetvédelmi célból épített biogázüzemek gazdaságosságát az javíthatja, ha a fermentorok anyagáramlási folyamatába építik. A biogáztermelés csak akkor versenyképes a hagyományos energiahordozókkal szemben, ha komplex előnyveivel vesszük figyelembe, és a társadalom számára nyújtott használatával arányosan támogatjuk. [Petis, 2009.] A közvetlen környezetünkben többnyire megtalálható növényi és állati eredetű szerves anyagok mind-mind a biomassza alap- és adalékanyagai lehetnek.

1. BIOMASSZA-ALAPÚ ENERGIATERMELÉS

A fosszilis eredetű energiaforrások kimerülésével párhuzamosan felértékelődnek a megújuló energiaforrások, ugyanakkor a környezetvédelem megköveteli a hagyományos energiaforrások helyettesítését. Az egyik megújuló energiaforrás a biogáz.

A biogáz lényegében a természetes szerves anyagokban tárolódott napenergia egy részének közvetett átalakítása anaerob erjesztés révén gáznemű energiahordozóvá. A biogáz tehát a mikrobiális fermentáció végterméke (a metánbaktériumok anyagcsereterméke). Keverék, amely döntően metángázból és szén-dioxidból áll. Energiatartalma a metángáz mennyiségéből határozható meg. [Kaltwasser, 1983.]; [Schulz–Eder, 2005.] Az egységnyi mennyiségű szerves anyagból kinyerhető biogáz, illetve metán mennyisége a lebontandó szervesanyag-féleség minőségi jellemzőin túlmenően erősen függ a lebomlás technológiai paramétereitől is. Biogázüzem létesítése előtt szervesanyag-lebomlási folyamatot ellenőrző laboratóriumi kísérleteket, majd ezt követően növelt léptékű, folyamatos üzemmódot megvalósító, üzemi körülményeket reprezentáló kísérleteket kell végezni. Kísérleti fermentorrendszert is magában foglaló laboratóriummal a hazai biogázüzemek létesítését megalapozó, a megvalósítás kockázatát csökkentő előkészítő munkához lehet hozzájárulni. [Szabó–Nagy, 2008.]

Biogázüzemekben gyakran alkalmazunk a biogázhozam fokozására, illetve a minőség javítására különféle melléktermékeket és hulladékokat, illetve direkt energetikai hasznosítási céllal termesztett növényi biomasszát is. Potenciális veszélyforrást jelent a koncentrált és nagy mennyiségben keletkező, biológiailag aktív hígtrágya, illetve a szeszfeldolgozás hulladéka, a szeszmoslék, amelyek az EU-ban elfogadott gyakorlat szerint is a biogázüzemekben hasznosítható alapanyagok lehetnek. [Nagy–Meggyes, 2008.]

A biogáz a földgázhoz hasonló, rendkívül sokoldalúan felhasználható, légnemű anyag. Az energiatermelő egység megválasztásánál alapvető követelmény, hogy a rendelkezésre álló bio-

gáz hasznosítása jó energetikai hatásokkal valósuljon meg. A biogáz a földgázhoz képest eltérő tüzeléstechnikai és összetételbeli sajátosságokkal rendelkezik, ezért a földgáztüzeléshez képest eltérő feltételrendszert kíván. [Kapros, 2009.] A biogáz-előállítási kísérletek éppen arra a kérdésre keresik a választ, hogy az adott jellemzőkkel rendelkező alap- és adalékanyagokból kinyerhető-e hasznosításra alkalmas mennyiségű és minőségű biogáz. [Meggyes–Nagy, 2009.]

2. BIOGÁZT (BIOMETÁNT) ELŐÁLLÍTÓ KÍSÉRLETEK, AVAGY HULLADÉK-ÁRTALMATLANÍTÁS

A biogázt (biometánt) előállító technológiai kísérletek során felhasznált hulladékok: a sertés-trágya, illetve a gyümölcscefre. A választást az indokolja, hogy az ökológiai gondolkodásmód érvényre juttatásának első lépése a fenntarthatóság elveinek érvényesülése, ugyanis a szerves hulladékok újrahasznosítása a leghatékonyabb környezetvédelmi beruházás. Az állattenyésztésben potenciális környezetszennyező forrást jelentő, koncentráltan és nagy mennyiségben keletkező, biológiailag aktív hígtrágya mellett a biogáz-előállítás alapanyaga lehet a szeszfeldolgozás maradéka (szeszmoslék) is, mely alkohol előállítása során, például szeszfőzdekből keletkezik. Egy hl alkohol előállítása során 27,5 liter cefremoslék keletkezik, melynek kémhatása esetenként erősen savas.

Jelen dolgozat az ezekkel a hulladékokkal mezofil körülmények között végzett biogáz-előállítási, hulladék-ártalmatlanítási kísérleteket mutatja be. Kísérleteinket egy speciális, saját fejlesztésű laboratóriumban végeztük. A kísérlet időtartama 43 nap (2010. február 10.–2010. március 24.). Az ~50 dm³ hasznos térfogatú kísérleti fermentorokat 40 dm³ sertés-trágyával töltöttük fel, majd a 17. napon (a homogenizálási, illetve a stabilizálási folyamat szakasz után), az egyes fermentorokban eltérő kezeléskombinációkat alkalmaztunk:

1. fermentor: a fermentortartalom 50 tf%-át gyümölcscefre cseréltük (20 dm³ trágya + 20 dm³ cefre)

2. fermentor: a fermentortartalom 25 tf%-át gyümölcscefrére cseréltük (30 dm³ trágya + 10 dm³ cefre)
3. fermentor: a fermentortartalom 80 tf%-át gyümölcscefrére cseréltük (8 dm³ trágya + 32 dm³ cefre)
4. fermentor: a fermentortartalom 10 tf%-át gyümölcscefrére cseréltük (36 dm³ trágya + 4 dm³ cefre)
5. fermentor: a fermentortartalom 5 tf%-át friss sertés trágyára cseréltük

Az összehasonlító kísérletek során (a 18. naptól kezdődően a kísérlet 40. napjáig) folyamatos rátöltéses üzemmódot megvalósítva folytattuk a kezeléseket oly módon, hogy a fermentortartalom 5 tf%-ának (2 dm³) megfelelő lebomlott biomasszát naponta lecseréltük friss biomasszára. A csere a 17. napon alkalmazott arányokat megtartva a következőképpen történt:

1. fermentor: 1 dm³ sertés trágya + 1 dm³ gyümölcscefre
2. fermentor: 1,5 dm³ sertés trágya + 0,5 dm³ gyümölcscefre
3. fermentor: 0,4 dm³ sertés trágya + 1,6 dm³ gyümölcscefre
4. fermentor: 1,8 dm³ sertés trágya + 0,2 dm³ gyümölcscefre
5. fermentor: 2 dm³ sertés trágya

Az összehasonlító kísérletek során a fermentorokban rátöltéses biogáz-előállítási tech-

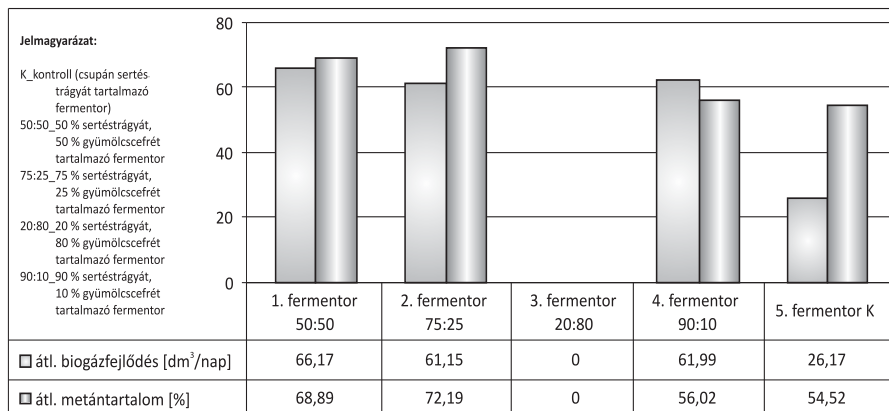
nológiát modelleztünk az alábbiakban vázolt kísérleti körülmények között.

- fermentortartalom hőmérséklete 36,2 – 37,9 °C
- anaerob környezet
- a homogenizáció során kialakult pH-értékek lúgos közeget jeleztek
- szárazanyag-tartalom 3-5 %

Kísérleteink során rendszeresen ellenőriztük az anaerob fermentáció fenntartásához szükséges technológiai körülményeket, regisztráltuk a keletkezett biogáz mennyiségét és összetételét, a különböző kezeléskombinációk intenzifikáló hatásának értékeléséhez vizsgáltuk az input és output anyagok jellemzőit.

3. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

A homogenizálási (1-7. nap) és stabilizálási időszakban (8-17. nap) regisztráltuk az egyes fermentorok biogáztermelését, majd ezt követően a kísérletek összehasonlító szakaszában (18-40. nap) a biogáz mennyiségét kiegészítően annak metántartalmát is regisztráltuk, illetve elemeztük a különböző receptúrák biogáz-, illetve metántermelésre gyakorolt hatását. A kísérletek összehasonlító időszakának vizsgálati eredményeit, a kezeléskombinációknak a biogáz fejlődésre, illetve a biogázok metántartalmára gyakorolt hatása az 1. ábrán nyomon követhető.



1. ábra Különböző receptúrák eredményei

Az 1. ábra adatai alapján megállapítható, hogy a vizsgálatba bevont szerves hulladékok eltérő arányú keverésével – eltérő feltételeket teremtve ezzel a biogáz (biometán) fejlődésének – nagymértékben megváltozott az egyes fermentorok biogáztermelő képessége a csupán sertés trágyát tartalmazó kontroll fermentor termeléséhez viszonyítva.

Az összehasonlító időszak adatai szerint a kontroll fermentor (5. fermentor) biogáztermelése elmarad a kezelt fermentorokétól. A kezelt fermentorok biogáztermelése 2,3-2,5-szerese a kontroll fermentorénak. A 10 % gyümölcscefrét tartalmazó fermentor (4. fermentor) az általa termelt biogáz mennyisége tekintetében ugyan szignifikáns eltérést mutat a kontroll fermentor termeléséhez viszonyítva, azonban a képződött biogáz metántartalma hasonlóan alakul a kontroll fermentorban termelődött biogáz metántartalmához viszonyítva.

A 25% és 50 % gyümölcscefre-tartalmú fermentorok közül az 50 % gyümölcscefrét tartalmazó fermentor (1. fermentor) bizonyult produktívabbnak, a termelődött biogáz metántartalmát tekintve viszont a 25 % gyümölcscefrét tartalmazó fermentor (2. fermentor) ~5 %-kal magasabb metántartalom-értékeket képes produkálni. Megjegyzendő, hogy a termelt biogázok metántartalma mindkét fermentor esetében kiegyenlítettnek tekinthető, az összehasonlító időszakban mért metántartalmak a kontroll fermentorban termelődött biogáz metántartalmánál minden esetben 10-20 %-kal magasabbak voltak.

Megfigyelhető továbbá, hogy a 80 %-ban gyümölcscefrét tartalmazó fermentor (3. fermentor) nem üzemeltethető stabilan, hiszen a rendszer elsavanyodott, melyet a fermentortartalom összehasonlító időszakban mért 5,21 körüli pH-ja is jelez. Mindenképp kívánatos a fermentortartalom pH-jának lúgos tartományban való tartása, lévén, hogy a metánbaktériumok a lúgos környezetet kedvelik. Ebben a fermentorban magas szén-dioxid-tartalmú gáz fejlődött a kísérlet összehasonlító időszakában.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

A megújuló energiaforrások előállítását és hasznosítását nemcsak energiapolitikai, környezetvédelmi, versenyképességi, hanem vidékfejlesztési szempontok is indokolják. A magyar vidéknek, a magyar mezőgazdaságnak esélyt, felzárkózási lehetőséget jelenthet a mezőgazdasági eredetű biomassa-féleségek energetikai célú hasznosítása. Az energetikai célú biomassa-előállítás jelenlegi és jövőbeni magyarországi helyzete azonban vitatott, a gazdaságosságot a világtrendek erősen befolyásolják.

A biogáz-előállítási technológiai kísérletek alapján kialakult megállapításaink az alábbiakban foglalhatók össze:

- A kontroll fermentor (5. fermentor) termeléséhez viszonyítva szignifikáns eltérések tapasztalhatók a kezelt fermentorokat tekintve.
- A gyümölcscefre, savas kémhatásának köszönhetően, csak korlátozott mennyiségben és feltételekkel alkalmazható biogázrendszerekben.
- Az 50 %-nál nagyobb arányban gyümölcscefrét (savas kémhatású szerves hulladékot) tartalmazó biomassa esetében a biogázrendszer elsavanyodik, biogáz (biometán) előállítására alkalmatlanná válik.
- A 25 %-ban, illetve az 50 %-ban gyümölcscefrét tartalmazó biomassa mind a termelt biogáz mennyiségét tekintve, mind pedig a biogázok metántartalmát tekintve egy lehetséges biogáz-előállítási módot jelent.
- Az alkalmazott receptúrákkal kedvező feltételek teremthetők egy lehetséges megújuló energiaforrás – biogáz (biometán) – előállításához, illetőleg a biogáz előállításával egyidejűleg a hulladékártalmatlanítás is megvalósul.

Környezetünk állapotának megőrzése és az energiaigények hatékony, gazdaságos kielégítése kizárólag a hagyományos és a megújuló energiaforrások harmonizált alkalmazásával oldható

meg. Ezért napjaink kiemelt feladatai közé tartozik a szerves hulladékokból előállítható biogáz – mint univerzális megújuló energiahordozó – energetikai célú hasznosításában rejlő perspektívák kiaknázása. [Meggyes–Nagy, 2009.]

Hazánkban van múltjuk a mezőgazdaságra adaptált biogáz-előállító berendezéseknek. Ennek ellenére a biogáztermelés, illetve -hasznosítás gazdaságosságának megítélése ma sem tisztázott. Minden esetben a létesítmények energiaigényéből kell kiindulni, és ehhez az év folyamán rendelkezésre álló melléktermékekből álló nyersanyagforrást kellő mennyiségben

és minőségben hozzárendelni. A rendelkezésre álló nyersanyagok jellemzőihez igazodóan a kedvezőbb technológiájú eljárást kell figyelembe venni. Napjainkig a mezőgazdaságban és az iparban a bruttó termelési érték képzésében a fő termék játszott mindig a döntő szerepet. Csak az utóbbi években kapott kellő figyelmet a melléktermék és hulladék hasznosításának lehetősége. A biogáz előállításához szükséges beruházási költségek, illetve a megtérülési időszak értékelésénél a biotrágya értékesítéséből számítható bevételt és a környezetvédelmi előnyöket egyaránt figyelembe kell venni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. BEJAN M, RUSU T: O ursă de energie regenerabilă – Biogazul din deșeurile organice; Buletinul AGIR nr 1/2007
2. KALTWASSER, Bernd J.: Biogáz-előállítás és -hasznosítás; Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1983.
3. KAPROS Tibor: Biogázüzemelés az ipari berendezésekben. In: Biogáz-előállítás és -felhasználás I. évf. 2009/1. szám 38-41. p.
4. MEGGYES Attila–NAGY Valéria: A gázmotorok követelményei a biogázokkal szemben (Cerințele de gaz-motoare vizavi cu biogazele). X. Energia-Elektrotechnika Konferencia – ENELKO 2009, Marosvásárhely (Románia) 2009. október 8-11., 118-123. p.
5. NAGY, Valeria: Foundation of complex, connected, renewable energy utilization process. Anals of the University of Oradea, Oradea 26-27 May 2006, Summaries p 1-3., CD issue
6. NAGY, Valéria–MEGGYES, Attila: Composition of biogas from different kinds of basic materials and admixtures. 12th Conference on Environment and Mineral Processing, Ostrava (Cseh Köztársaság); June 5-7, 2008, Part I 271-276. p.
7. NEMCSICS Ákos: A műszaki ökológia. In: Természetbúvár, 2003/1. 37. p.
8. NIKOLIC Vasilie: Producerea și utilizarea biogazului pentru obținerea de energie; Editura Chiminform Data, Timișoara (România) 2006.
9. PETIS Mihály: Biogáztermelés és -hasznosítás. In: Biogáz-előállítás és -felhasználás I. évf. 2009/1. szám 30-32. p.
10. SCHULZ, Heinz–EDER, Barbara: Biogázgyártás; CSER Kiadó, Bp., 2005.
11. SOMOGYVÁRI Márta: A biomassza energetikai felhasználásának etikai vonatkozásai. Via Futuri 2007 Konferencia „A biomassza-alapú energiatermelés”, Pécs 2007., 10-22. p.
12. SZABÓ Emese–NAGY Valéria: Biogázüzem létesítését megalapozó biogázhozam-fokozó kísérletek növényi eredetű adalékanyagokkal. Műszaki Kémiai Napok '08, Pannon Egyetem, Veszprém 2008. április 22-24., 275-278. p.
13. SZABÓ Emese–NAGY Valéria: Különböző szerves anyagokból kísérleti körülmények között kinyerhető méntartalom. In: Mezőgazdasági Technika LI. évf. 2010. január, 40-42. p.