

## Biogáz előállítás során keletkező energia felmérése az SZTE MFK tanüzemében, különös tekintettel a mezőgazdasági és élelmiszeripari eredetű biomasszára

Sallai László – Molnár Tamás – Fodor Dezső

Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar,  
Takarmányozástani És Műszaki Intézet, Hódmezővásárhely  
sallai@mfk.u-szeged.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

*Az agrár-műszaki kutatások számára a biogáz gyártásban főként az állattartásból és az élelmiszeripar területéről származó hulladékok, a másodlagos-harmadlagos biomassza bír megkülönböztetett jelentőséggel. 1991 nyarán készült el a holland-magyar államközi együttműködés eredményeképp az 50 tehenes családi méretű mintagazdaság az SZTE MFK tanüzemének területén. 2001. április 25-én került sor az új, 30 kocás sertéstelep és az új 100 anyás kecskefarm átadására. A tehenészeti mintafarm létrejötte után, II. fázisban került sor a tejfeldolgozó üzem létesítésére, amely holland technológia alapján készült. A termelési adatok alapján meghatároztuk a képződő szerves anyag mennyiséget, majd ezekből az irodalom szerinti biogáz termelési koeficienssekkel a termelhető energiát.*

**Kulcsszavak:** hulladékkezelés, biomassza, fermentáció, megújuló energiaforrások, zöldenergia

### SUMMARY

*The importance of waste treatment is increasing. Environmental aims are the main driving force. Stricter regulations for landfills lead to the development of alternative treatment methods for waste. For agro-mechanical research, wastes from animal rearing and the food industry, secondary-tertiary biomass, is of deep concern. Available technology is versatile and relatively simple to use as a reliable and effective means of producing a gaseous fuel from various organic waste. The most common application has been the digestion of animal dung, agricultural, and food-industrial waste. This was studied by our department in our pilot farm of our Faculty. The 50-dairy cow, family sized model farm was built in the summer of 1991, as a result of a Dutch – Hungarian cooperation, on the property of the Faculty. The new pig farm, with 30 sows, and the new goat farm, with 100 nannies, was given to the Faculty on 25 April 2001. On the basis of livestock data, the annual dung production and the producible energy were determinate. The energy was calculated by biogas production coefficients in literature.*

**Keywords:** waste treatment, biomass, fermentation, renewable energy sources, green energy

### BEVEZETÉS

Az állattartó telepek trágyakezelési problémaköréhez, tejtermék gyártó kisüzemeknél, fejőházi mosásnál, vágóhídi feldolgozásnál képződő szennyvíz kezelésének témakörébe tartozó feladatok ma már a legsürgősebben megoldandó környezetvédelmi problémák között vannak hazánkban. Az állati trágyák, valamint az egyéb

szerves hulladékok – mint szerves anyag – biológiai folyamatokon keresztül alakulnak át a növényi szervezetek számára felvehető szerves anyagokká, amely tápanyag visszapótlási céllal a mezőgazdasági termelésbe visszaforgatható. A lebontási folyamat során nemcsak a szerves anyagok ásványosodása megy végbe, hanem közben gázok is képződnek, amelyek természetes lebomláskor a környezetbe távoznak. Az állattartó telepeken keletkező nagy metántartalmú, üvegházhatást fokozó biogáz mennyiség így egyrészt koncentrált környezeti terhelést és veszélyforrást, másrészt kihasználatlan energiaforrást is jelent egy olyan gazdálkodási területen, ahol a külső energiaforrások felhasználása egyébként jelentős. A megújuló energiaforrások meglévő adottságainak, illetve lehetőségeinek kiaknázása részben a legalkalmasabb alkalmazási területek megválasztásával, másrészt a felhasználás követelményeihez igazodó műszaki megoldások kiválasztásával realizálódhat. Természetesen a lehetőségeket a helyi adottságok ismeretében egyedileg kell megítélni és a realizáláshoz a döntést meghozni.

### ANYAG ÉS MÓDSZER

#### Az SZTE MGK tanüzeme

A tanüzem 1976-77-ben létesült. Területe 157 ha volt, ebből 95 ha volt szántóföld. Fő célja az oktatás gyakorlati részének hallgatókkal történő elsajátíttatása. 1991. nyarán készült el a holland-magyar államközi együttműködés eredményeképp az 50 tehenes családi méretű mintagazdaság (1. ábra).

Ezt követően a holland Farmco cég beszerelte a technológiát, majd 1991. november 22-én érkezett meg az 50 db fekete-tarka holstein-fríz 4-7 hónapos vemhes üsző. A fejőház 2×4-es halszállás elrendezésű, alsó tejvezetékes, eredeti kialakításban NO PULSE rendszerű kollektor-pulzátorral, egyedi abrakadagolással, egyedi azonosítással. A holland-magyar együttműködés megszűntével 1997-ben Alfa-Laval fejőház-átalakítás vette kezdetét. Elektromos pulzáció és Harmony fejőkészülékek a megfelelő mosófejekkel kerültek beszerelésre. 2002-ben új üszőszállást építettünk, továbbá kicseréltük a megrongálódott karámkokat a szarvasmarha-istállónál.

A tehenészeti mintafarm létrejötte után, II. fázisban került sor a tejfeldolgozó üzem létesítésére, amely holland technológia alapján készült. A technikai berendezéseket a holland kormány útján a FARMCO cég biztosította. A tejfeldolgozó üzem

1993 óta vállalkozásban működik. Termékei: sajt, joghurt, túró és tejföl. 2001-től – felújítás és bővítés után – az üzem a kecsketej feldolgozására is alkalmassá vált.

1. ábra: Családi méretű holland típusú szarvasmarha bemutató gazdaság

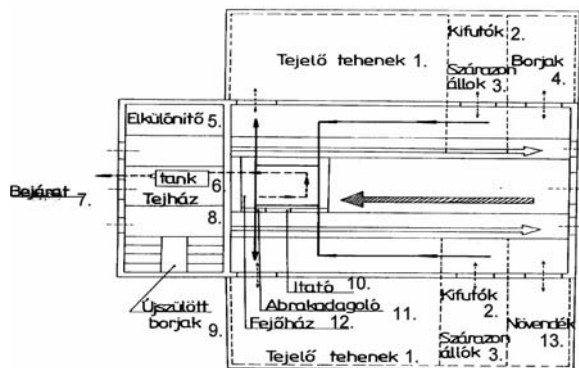


Figure 1: Layout of the family sized milking farm milking cows(1), runners(2), calves(3), cow with calf(4), isolation unit(5), tank(6), entry(7), milk house(8), young calves(9), drinker(10), concentrate metering(11), milking parlor(12)

2001. április 25-én került sor a Kar Tanüzemének területén az új sertéstelep átadására. A 30 kocás telep technológiáját tekintve zárt rendszerű, nincs rácspadozat, a telep minden részegységében almozás történik.

2001. április 25-én került sor a Kar Tanüzemének területén az új 100 anyás kecskefarm (2. ábra) átadására. A telep egy épületből áll, kelet-nyugat tájolású. Déli, hosszanti részéhez zárt kifutó csatlakozik. Az épületben található az istálló rész a fejőházzal, az elkülönített szociális rész és a tejház. Az épület téglafalú, szénapadlásos. Az istállórészben a pihenő rész mélyalmos, az etetőrész (etetőállás + etetőút) szilárd burkolatú. A telep munkáját egy gondozó látja el.

2. ábra: A kecskefarm telepelrendezése

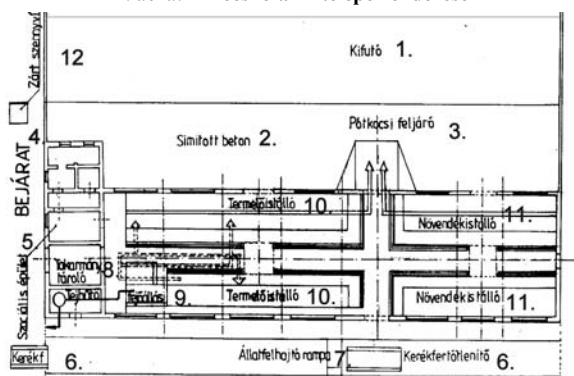


Figure 2: Layout of the goat farm runner(1), concrete yard(2), truck ramp(3), entry(4), social unit(5), wheel sterilization(6), across ramp(7), feeding store(8), milking unit(9), production stall(10), pup stall(11), closed wastewater tank(12)

**Juhászati ágazat:** az új-zélandi mintájú juhtelepen 250-300 különböző korú juh él. Az állomány ellenőrzött és törzskönyvezett.

A **baromfiágazat** fő feladata – a meglévő magyar kendermagos állomány génbankként történő fenntartása mellett tenyésztés- és árutojás-termelés. A baromfitenyésztés épületeiből a broiler istállók vállalkozó által hasznosulnak.

2002-ben struccistállót hoztunk létre, ezzel új ágazat jött létre: megkezdődött a strucc tenyésztése, oktatása és kutatása a tanüzemben, illetve a karon. Az első állatok betelepítése 2003 áprilisában megtörtént (2 tojó). Az állatlétszám adatokat az 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat

Állatlétszám adatok (faj, fajta, állomány) 2006. március 11-én

	Apa(1)	Anya(2)	Növendék(3)
Holland lapály×HF szarvasmarha(4)	–	47	44
Magyar fésűs merinó juh(5)	4	228	306
Szánentáli kecske(6)	1	39	30
Magyar nagyféhér×pietrin sertés(7)	2	20	231
Magyar kendermagos baromfi(8)	52	600	–
Strucc(9)	1	1	44

Table 1: Herd stock (herd, species, breed, stock) on the 11 March 2006.

sire(1), dam(2), young animal(3), cow(4), ship(5), goat(6), swine(7), poultry(8), ostrich(9)

Tejüzemi tejfeldolgozás (2005):  
 849.858 liter tej: 180.350 liter pasztörözött  
 67.810 liter joghurt  
 32.490 liter tejszín  
 60.610 kg túró  
 21.800 kg sajt  
 ami 6 m<sup>3</sup> szennyvíz/nap termelés

A tanüzemi kecskefarm napi szennyvíz termelése ~1 m<sup>3</sup>, ami elsősorban fejőházi mosó, öblítő folyadékot jelent. COD = 640 mg/O<sub>2</sub> kémiai oxigén igény, 7 személyegység terhelés.

## EREDMÉNYEK

A biogáz képződés előfeltétele a szerves anyag, levegőtől ill. oxigéntől elzárt körülmény, metanogén baktériumok jelenléte. A biogáz az előző feltételeken túl még állandó, és kiegyenlített hőmérséklet, folyamatos keveredés, kellően aprított szerves anyag, a metanogén és acidogén baktériumok különböző, s egymással szimbiózisban tevékenykedő törzsei is szükségesek.

A biogáz képződés során a szerves vegyületek egyszerűbb vegyületekre bomlanak (savas bontás), majd széttesnek alkotó elemekre (metanogén bomlás):

metángázra, CH<sub>4</sub>-re (kb. 60 %),  
 széndioxidra, CO<sub>2</sub>-re (kb. 40 %),

valamint a kiinduló anyagoktól függően H, N, S elemekre, stb. (Barótfi, 1993).

A szerves-anyagból kinyerhető metángáz mennyisége függ:

- a kiindulási szerves anyag összetételétől,
- a biogáz-erjesztő műszaki-technikai színvonalától,
- az alkalmazott technológiától,
- a szárazanyag tartalomtól,
- a hőmérséklettől, stb.

Biogáz előállításra valamennyi szerves anyag (kivéve a szerves vegyipar termékeit) alkalmas, mint pl. a trágya, fekália, élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok, valamennyi zöld növényi rész, háztartási hulladékok, kommunális szennyvizek, stb. (Bai, 2005).

A tanüzemi állati eredetű biomassza potenciált (3. táblázat) az 1. táblázat alapján számba vett állatállományt figyelembe véve, a 2. táblázat koeficienseivel számítottuk ki.

2. táblázat

**Szerves hulladékok biogáz termelése**

Nyersanyag(1)	Gázhozam, V <sub>g</sub> , l/kg szerves szárazanyagra vonatkoztatva(2)	Közepes gázhozam, V <sub>g</sub> , l/kg szerves szárazanyagra vonatkoztatva(3)
Disznóürülék(4)	340...550	445
Szarvasmarha ürülék(5)	90...310	200
Baromfitrágya(6)	310...620	465
Lótrágya(7)	200...300	250
Birkaürülék(8)	90...310	200
Istállótrágya(9)	175...280	225
Zöldség-maradékok(10)	330...360	345
Mezőgazdasági hulladékok(11)	310...430	370
Csatornaiszap(12)	310...740	525

Forrás: Kaltwasser, 1983

Table 2: Gas production of organic waste

raw material(1), gas yield based for 1 kg dry organic material(2), average gas yield for the same ground(3), pig slurry(4), cattle manure(5), poultry manure(6), horse manure(7), ship manure(8), dung(9), vegetable residue(10), agricultural waste(11), flotation sludge(12)

3. táblázat

**A tanüzemben képződő állati eredetű szerves hulladék mennyiség és az abból nyerhető biogáz mennyiség**

	Állatlétszám(9) db	Trágya(10) kg/nap/db	Sz.a.(11). %	Szerv.a.(12) %	Össz. trgy.(13) kg/nap	Gázmenny.(14) l/kg	Gázmenny.(14) m <sup>3</sup> /nap
Szarvasmarha(1)	47	46	15	12	2162	200	51.9
Növendék(2)	44	32	15	12	1408	200	33.8
Sertés(3)	22	15	11	8	330	445	11.8
Hízó(4)	231	7	11	8	1617	445	57.6
Juh(5)	538	2	33	23	1076	200	24.7
Kecske(6)	70	2	33	23	140	200	1.5
Baromfi(7)	652	0,053	21	18	34,6	465	3
<b>Összesen(8)</b>					<b>6767,6</b>		<b>184.3</b>

Table 3: Animal originated organic waste in our pilot farm and the biogas production from this:

cattle(1), young animal(2), pig(3), porker(4), ship(5), goat(6), poultry(7), summ.(8), animal stock(9), slorry(10), dry matter content(11), organic matter content(12), summ. manure(13), gasyield(14)

**JAVASLATOK**

A mikroszervezetek anyagcseréjéhez víz szükséges, és ez a biokémiai folyamatok közege is. Ezért a tápanyag nedvességtartalma fontos tényező. A mikroorganizmusok tevékenységéhez szükséges nedvesség meglehetősen tág határok között mozog. Erjesztési kísérletek mutatják, hogy 0,1%-tól 60%-ig nőhet a szárazanyag-tartalom. A technológiát a gazdaságosságra is figyelve alakítják ki. Nedves-, félszáraz és szárazeljárások ismertek, ezek közül legelterjedtebb a nedveseljárás. Mivel a tanüzemi

állattartó telepek elsődlegesen almos trágyás technológiával működnek, ezért a tejüzemi savó, tejüzemi, fejőházi mosó-, öblítő folyadékok, szociális vízfelhasználás, konyhai hulladékok, stb. képezhetik a trágya hígítására szolgáló hígfázist. A hígfázisban maradó vegyszeralkotók gáztermelést befolyásoló hatását jelenleg még nem ismerjük, különösen, hogy a tejüzemi, fejőházi technológia változó mennyiségű és minőségű szennyvízzel dolgozik. Jelenleg erre a kérdésre próbálunk választ kapni, s erre a problémakörre állítunk össze kísérleti berendezést. A számított energia adatok alapján (4. táblázat) nem

feltétlenül a biogáz villamosenergia-termelésben történő alkalmazása a célravezető, meg kell vizsgálni a közvetlen hőhasznosítás (használati melegvíz-előállítás, fűtés, stb.) lehetőségét, tekintve, hogy ezt a teljesítményt még a szolgáltató nem köteles átvenni. Megfelelő beruházási feltételek, stabil beszállítói háttér esetén a környező vágóhidakról származó

szennyvízzel jelentős energiabevitelt lehetne elérni, ami a higiéniai előírások betartásával nagyságrendekkel nagyobb energiatermelést eredményezne. Az üzemméret határait akkor csak a biotrágya az előírásoknak megfelelő elhelyezéséhez szükséges terület korlátozza.

4. táblázat

A biogáz-előállítás várható energiamérlege

A fejlődött biogáz fűtőértéke 60% CH <sub>4</sub> tartalom mellett(1)	21	MJ/Nm <sup>3</sup>	
A fejlődött biogáz hőenergia egyenértéke(2)	3870	MJ/nap	
A reaktor önfenntartó hőigénye(3)	30%	1161	MJ/nap
1 Nm <sup>3</sup> biogáz(21MJ) villamos energia egyenértéke(4): 0,278 kWh/MJ*21MJ=5,8 kWh			
A fejlődött biogáz villamos energia egyenértéke(5)		1068.9	kWh/nap
Másodlagosan hasznosítható hőenergia(6)		1068.8	MJ/nap
A villamos energia-előállítás vesztesége(7)	15%	580.5	MJ/nap
Hasznosítható villamos energia(8)	33%	352.7	kWh/nap
Hasznosítható villamos teljesítmény(9)		14.7	kW

Forrás: Mátyás és Pazsiczki, 2000

Figure 4: The expected energy value of the biogas production

heating value of the released biogas by 60% methane content(1), heat energy equivalent of the biogas(2), heat demand of the process in the fermenting equipment (3), the electrical equivalent of biogas unit(4), the electrical equivalent of the released biogas(5), subsidiary useable energy(6), the loss of the electrical energy production(7), utility electrical energy(8), utility electrical power(9)

#### IRODALOM

Barótfi I. (szerk.) (1993): Energia felhasználói kézikönyv. Széchenyi Nyomda, 735–865, 983–985.  
 Bai A. (2005): A biogáz előállítása – Jelen és jövő. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 39.

Kaltwasser, B.J. (1983): Biogáz- előállítás és hasznosítás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 145.  
 Mátyás L.-Pazsiczki I. (2000): A hígtrágya termofil hőmérsékleten történő anaerob kezelésének modelltechnológiája és műszaki-ökonómiai elemzése. Jelentés, FVMMI, Gödöllő, 24.