

## Sertéstrágya anaerob kezelése

Oláh József\* – Palkó György\* – Tarjányiné Szikora Szilvia\* – Rása Gábor\* – Gyarmati Imre\*  
 – Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.

### Bevezetés

A fél-üzemi kísérleti berendezésekben, mezofil hőmérsékleti tartományban végzett kísérletek célja, hogy meghatározzuk a sertés trágyák rothasztásának optimális üzemi (fajlagos gázfejlődés, gázösszetétel, szerves-anyag terhelés, tartózkodási idő) és egyensúlyi (pH, illósav, lúgosság) paramétereit. A kapott eredményeket összehasonlítjuk a rothasztási gyakorlatból jól ismert anyagok (szennyvíziszap, élelmiszeripari hulladék) rothasztási eredményeivel és ennek ismeretében eldönthető, hogy a vizsgált trágya önálló rothasztása szóba jöhet-e?

### 1. A trágya kezelés kérdése

A nagyüzemi állattartás során keletkező nagy mennyiségű trágya elhelyezése világszerte egyre nagyobb gondot okoz. Magyarországon az átlagos koncentrációjú szerves trágya mennyisége 15 – 20 millió tonna évenként, melynek közel felét a szarvasmarha trágya teszi ki, a többi sertés- és baromfitartásból származik.

A hazai nagyüzemi sertés- és szarvasmarha telepek jelentős része hígtrágyás technológiával üzemel. Az állatok által termelt vizeletet és ürüléket a trágya eltávolításához felhasznált öblítővíz is növeli. A hígtrágya-szabvány 1:1 hígítási aránnyal számol, a gyakorlatban azonban a vízigény többszörösét is elhasználják. A nagy mennyiségű hígtrágya elhelyezése és kezelése gondot jelent a mezőgazdaságnak, még abban az esetben is, ha az állattartáshoz megfelelő nagyságú, művelhető szántóterület tartozik. Az elhelyezési és kezelési gondokat egy mezőgazdasági kombinátban létesítendő anaerob trágya- és hulladékkezelés jelentősen csökkenti (térfogat és tömeg csökkenés, szárazanyag-tartalom növekedés).

A fertőzőképesség miatt a trágyák járványmentes időszakban sem veszélytelenek a környezetre, a hígtrágyák jelentős veszélyforrást jelenthetnek elsősorban az élővizekre és a talajvizekre. Legelők hígtrágyával való öntözésekor gyakran egy hónap múlva is fertőzőképes kórokozók mutathatók ki a növényállományon. A fertőzőképességet a hosszú idejű (30 nap) anaerob rothasztás jelentősen csökkenti.

A nagyüzemi állattartás során keletkező különbözőféle trágyák ártalmatlanítására az anaerob rothasztás jól bevált módszer. Az ártalmatlanítás mellett a keletkezett biogáz gazdasági hasznot is hoz. Eredettől függően a betáplált szárazanyagra vonatkoztatva 300-500 m<sup>3</sup>/t biogáz várható. Az állati trágya igen inhomogén szubsztrát és szárazanyag-tartalma is tág határok között (2 – 12%) változik, ezért általában folyamatosan kevert reaktorokat alkalmaznak (CSTR, nedves eljárások). Az anaerob rothasztás gazdaságossága érdekében a reaktor telepítési helyének kiválasztásánál figyelembe kell venni a szubsztrát elérhetőségét és tárolhatóságát. A sertéstrágyát gyakran tárolókban gyűjtik, így víztartalma igen nagy. Ha a szárazanyag tartalom kevesebb, mint 5%, akkor már nem gazdaságos a rothasztás. A marhatrágyát általában nem szükséges a gyűjtés során vízzel hígítani, ezért szárazanyag-tartalma nagyobb.

A trágyák tartalmazhatnak az anaerob kezelést megnehezítő vagy gátló összetevőket. Ezek az anyagok lehetnek inhibíciós hatásúak, mint például az antibiotikumok, vagy az ammónium-vegyületek, illetve lehetnek a technológiára káros anyagok, például a szálas növényi hulladékok, amelyek a csövekben dugulást okozhatnak vagy például a csirketrágya homoktartalma, amely lerakódásokat okozhat. Az 1. táblázatban a különböző trágyaféleségek kezelése során tapasztalt nehézségeket foglaltuk össze:

1. táblázat: a különböző trágyák kezelése során problémát okozó anyagcsoportok

## 2.

<b>Trágyaféleség</b>	<b>Nemkívánatos anyagok</b>	<b>Gátló anyagok</b>	<b>Üzemeltetési problémák</b>
sertéstrágya	fűrészpor, szőr homok, szalma	antibiotikumok fertőtlenítő szerek	habképződés üledék-képződés
marhatrágya	szőr, szalma, fa, talaj, ammónia	antibiotikumok fertőtlenítő szerek	habképződés alacsony gázkihozatal
csirketrágya	ammónia, daramaradék, homok, toll	antibiotikumok fertőtlenítő szerek	ammónia-gátlás habképződés

A trágya ammónia-tartalma kétféleképpen is a környezetbe juthat. Egyrészt kipárolgással, az atmoszferikus ammónia egyik legfőbb forrása az állati trágya illékony ammónia-tartalma. Másrészt a trágya tárolásakor keletkező csurgalékvíz elszivárgása a talajvíz elszennyeződését okozhatja. Az anaerob rothasztás során pedig az ammónia gátló hatást fejt ki a metántermelő baktériumokra.

A trágyákból keletkező biogáz mennyisége erősen függ az eredettől. Néhány trágyafajtából átlagosan nyerhető biogáz mennyiségét mutatja a 2.táblázat:

2. táblázat: különböző trágyafélék biogáz-hozama

<b>Trágyafajta</b>	<b>Biogázhozam m<sup>3</sup>/kg VS (betáplált)</b>
sertés	0,25 – 0,50
marha	0,20 – 0,30
csirke	0,35 – 0,60

Győri Főiskolai jegyzet (2009) néhány trágya és a kukoricaszár biogáz-hozamára közöl adatokat (3.táblázat).

3.táblázat Néhány trágya-fajta és a kukoricaszár biogáz-hozama

<b>Megnevezés</b>	<b>Biogáz-hozam, m<sup>3</sup>/t</b>
Marhatrágya	90 – 310
Sertéstrágya	340 – 550
Baromfitrágya	310 – 620
Istállótrágya	175 – 280
Kukoricaszár	380 – 460

TERRA HUMANA Kft. (2009) adatai alapján néhány trágya és hulladékfajta fajlagos biogázhozamát a 4.táblázat adja meg.

4.táblázat Néhány trágya és hulladékfajta fajlagos biogáz-hozama

<b>Megnevezés</b>	<b>Fajlagos biogáz-hozam (betáplált anyagra vonatkoztatva), L/kg</b>
Sertéstrágya	338
Baromfitrágya	365
Szarvasmarhatrágya	152
Búzaszalma	190
Húsipari hulladék	231
Konzervüzemi hulladék	277

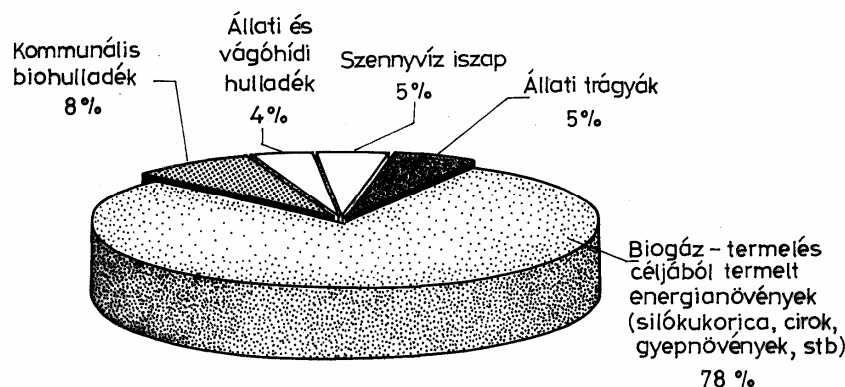
Sallai et al. (2009) a különböző szerves eredetű hulladékok gázhozamára vonatkozóan közölnek adatokat (5. táblázat)

5.táblázat Szerves hulladékok biogáz termelése

Nyersanyag	Gázhozam, L/kg VS	Közepes gázhozam, L/kg VS
sertés trágya	340 – 550	445
szarvasmarha trágya	90 – 310	200
baromfitrágya.	310 – 620	465
lótrágya	200 – 300	250
birka trágya	90 – 310	200
istállótrágya	175 – 280	225
zöldségmaradékok	330 – 360	345
mezőgazdasági hulladékok	310 – 430	370
csatornaiszap	310 – 740	525

Összegezve megállapíthatjuk, hogy a különböző trágyaféleségekre vonatkozóan a szerzők nagyon eltérő biogáz hozamokat adnak meg.

A magyarországi biogáz potenciált az 1. ábra (Hajdú, 2007) mutatja be. A biogáz-potenciál tekintélyes részét (78%) az energianövények (silókukorica, cirok, gyepnövények) képviselik. Az állati trágyák, szennyvíziszap, állati- és kommunális hulladékok csak 22 %-ot képviselnek. Ez az ábra jól mutatja, hogy a növényi eredetű anyagoknak a biogáz-termelésben a jövőben meghatározó szerepe lesz.



1.ábra A magyarországi biogáz potenciál

BacForce Agro (2009) a hígtrágya-kezelés jelenlegi nehézségeit veszi számba. Mindenütt, ahol állatokat tartanak, gondot okoz a keletkező trágya. Mivel igen kis hígítású, így extrém mennyiségben tartalmaz szerves anyagokat, és komoly veszélyt jelent, különösen a vízfolyásokba szivároghva. Ezek a szerves hulladékok nem kezelhetők a hagyományos szennyvízkezelési technológiákkal, mivel eleve hatalmas mennyiségekről van szó, ráadásul nagymértékben kellene hígítani őket. Ennek megfelelően ezek a trágyák különféle módon tárolásra kerülnek alkalmas tartályokban, silókban, lagúnákban. Az itt tárolt trágya hosszú ideig tartó folyamatok után kerül olyan állapotba, hogy hasznosíthatóvá váljon.

A zárt állattartó épületekben szintén sok nehézséget jelentenek a keletkező gázok. Ezek közül a gázok közül különös figyelmet érdemel a szúrós szagú, mind az állatokra, mind gondozóikra potenciális veszélyt jelentő ammónia. A trágyából anaerob körülmények között kénhidrogén (H<sub>2</sub>S) és metán (CH<sub>4</sub>) szabadul fel. Amikor a trágyát hosszú ideig tárolják, a felületen

keletkező vastag kéreg alatt anaerob viszonyok alakulnak ki. Ezek a gázok különösen veszélyesek a személyzetre, korrodálják a tárolók beton falait és padozatát.

## 2. Kísérleti és mérési módszerek

Kísérleteket az Észak-pesti és Dél-pesti Szennyvíztisztító telepen felállított fél-üzemi rothasztókban ( $V = 6$  és  $3 \text{ m}^3$ ) végeztük. Az *1. kép* az Észak-pesti mezofil hőmérsékleten üzemelő fél-üzemi berendezéseket mutatja.



*1. kép: az Észak-pesti fél-üzemi anaerob rothasztók*

A kémiai paraméterek mérését a Magyar Szabványnak megfelelően végeztük, néhány paraméter mérésére egyedi módszert dolgoztunk ki (*6. táblázat*).

*6. táblázat: a kémiai paraméterek mérésénél alkalmazott módszerek*

<i>paraméter</i>	<i>szabvány száma</i>
pH	MSZ 318/4:1979
szárazanyag-tartalom	MSZ 318-3:1979
szervesanyag-tartalom	MSZ 318-3:1979
illósav	egyedi módszer
lúgosság	egyedi módszer
gázelemzés	Pronova SSM 6000 biogázelemző készülékkel

## 3. Eredmények értékelése

### *A sertéstrágya minősége*

A beszállított sertéstrágya átlagos minőségét a *7. táblázat* tartalmazza. A paraméterek mutatják, hogy nagy szervesanyag tartalmú iszap anaerob kezelését kell megoldani. Komoly szennyezettséget mutat az oldott fázis is. Az oldott fázisnak különösen nagy az ammónia tartalma, ami közismert, hogy toxikus hatást gyakorol az anaerob rothasztásra.

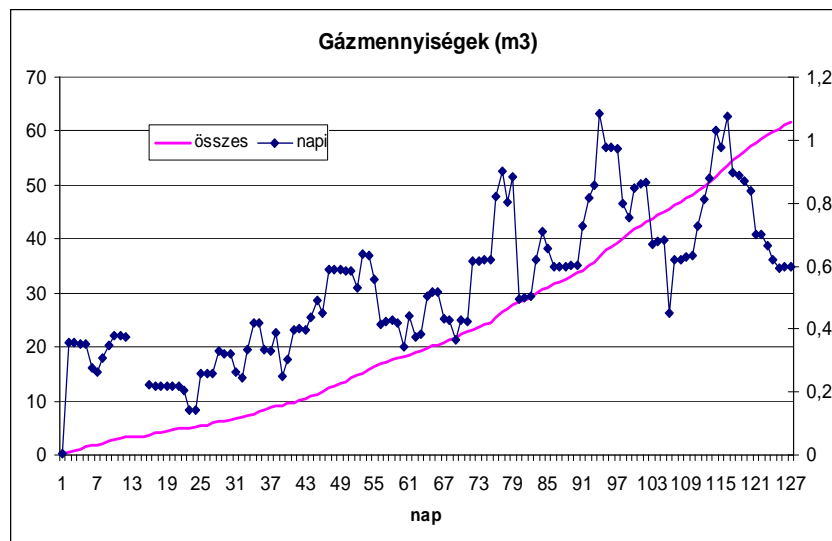
7. táblázat A vizsgált sertéstrágya néhány kémiai paramétere

<i>Paraméter</i>	<i>Érték</i>
öKOI, g/L	118,3
Oldott KOI, g/L	60,5
TKN, g/L	6,5
TS, g/L	63,6
VS, g/L	46,7
NH <sub>4</sub> -N g/L	3,8

### Az Észak-pesti fél-üzemi kísérletek eredményei

Közismert, hogy a sertéstrágya nehezen rothasztható és a fajlagos gáz-termelése is kicsiny ( $300 - 500 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{grátápl szerves}}$ ) érték. A szakirodalomban nagyon ellentmondásos gáztermelési értékekkel lehet találkozni: a 200-tól az  $550 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{grátápl szerves}}$  értéket is közölnek. Meg kell különböztetni a teljes kirothadás (~80 nap) és a technológiai (~35 – 40 nap) viszonyok között mért gáztermelési értékeket. Jelen esetben a technológiai körülmények között mért értékeket közöljük. A rothasztóban 35 nap hidraulikus tartózkodási időt állítottunk be. Ennek megfelelően  $0,085 \text{ m}^3/\text{d}$  trágya mennyiséget tápláltunk a  $3 \text{ m}^3$  hasznos térfogatú reaktorra. A trágya szervesanyag koncentrációjának változása miatt a szervesanyag terhelés is nagy változásokat ( $0,5 - 2,1 \text{ kgTS}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ ) mutatott. Az átlagos terhelés  $1,32 \text{ kgTS}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$  értéknek adódott. Az anaerob gyakorlatban ez nagyon szerény terhelésnek tekinthető, de a lassú lebontás miatt nagyobb terhelés beállítása nem célszerű.

A fél-üzemi rothasztóban naponta és összesen keletkezett biogáz mennyiségét a 2. ábra a mutatja.



2. ábra Félüzemi rothasztó napi és összesített biogáz képződése

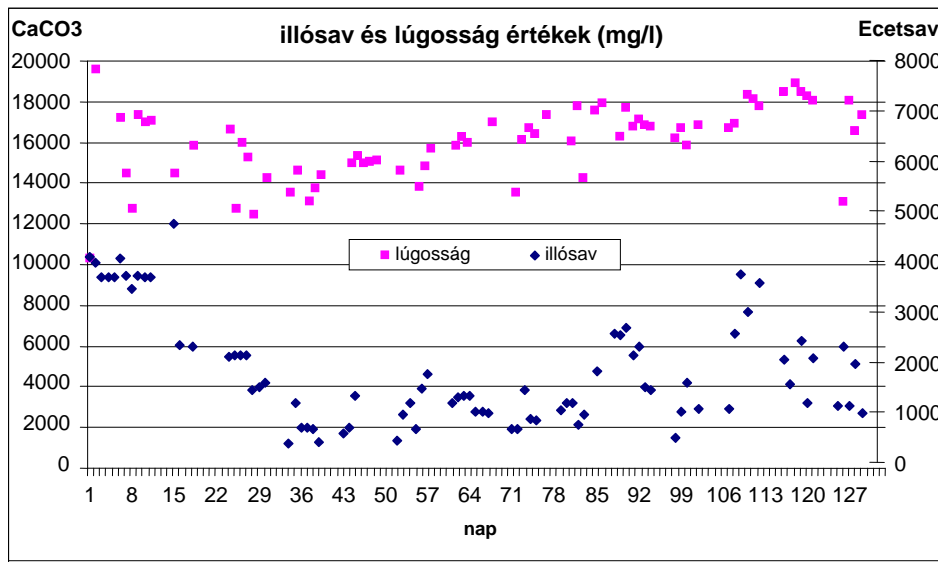
A bedolgozás során a napi biogáz mennyisége  $0,2 - 1,15 \text{ m}^3/\text{nap}$  értékek között változott. Üzem kezdetkor a bedolgozás egy sertéstrágya szállítmányból történt, ezért egy hónapig a gázfejlődésben nagy ingadozás nem volt. A későbbiekben a beszállított trágya minőségének megfelelően nagyon nagy ingadozások jelentkeztek.

A trágya minőségének nagyfokú ingadozása ellenére a biogáz összetételben (metán és széndioxid) nagy változás nem mutatkozott. A bedolgozás kezdetén a metán tartalom  $40 - 45 \%$  között változott. Később a metán tartalom viszonylag állandó értékre állt be ( $60\%$ ). A biogáz szén-dioxid tartalma  $20 - 30 \%$  között változott.

A rothasztás egyensúlyát befolyásoló tényezőket, mint az illó savak koncentráció és a lúgosság értékeit a 3. ábra mutatja be.

Jól látható, hogy a sertéstrágya kezdetben igen nagy illósav-tartalma ( $> 4300$  mg/L) a rátáplálást megkezdve lecsökkent 1000 mg/L érték alá. A kísérlet során két alkalommal növekedett meg az illósav-koncentráció 3100 mg/L fölé, de általánosságban elmondható, hogy az értékek 1000 – 1500 mg/L között ingadoztak. A lúgosság 14000 – 18000 mg/L értékek között ingadozott. Az egyensúlyt jellemző illósav/lúgosság aránya a kísérlet első két hetét kivéve végig a 0,2 érték alatt maradt, ami az anaerob rothasztás szempontjából optimális érték.

A pH értékek a szokásos rothasztáshoz képest nagyobbak voltak. Ez érthető, hiszen a sertéstrágya kiindulási pH értéke mindig nagyobb, mint 7,5 (de általában 8,0 fölötti). A rothasztott trágya pH-ja pár kivételtől eltekintve mindig 8,0 fölötti érték volt. A sertéstrágya pH-ja nagyban függ attól, mennyi ideig volt tárolva. A tárolt trágya pH-ja 0,2 – 0,3 egységet mindig növekedett, sőt volt olyan eset is, ahol a növekedés 0,7 pH egység volt 4 nap alatt. A sertéstrágya nagy pH-ját a jelentős ammónia-tartalom okozza ( $> 3800$  mg  $\text{NH}_4\text{-N}$  /L).



3. ábra Rothasztóban az illósav és lúgosság értékek változása

A fajlagos biogáz-termelési értékeket a 8. táblázat mutatja. A sertéstrágyából rátáplálás ( $t = 35$  nap) mellett 84 nap üzemi időszak alatt összesen  $55,4 \text{ m}^3$  biogáz fejlődött, ami  $0,347 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{rátáplált szerves}}$  átlagos gázhozamot jelent. A múlt évi (2009) adatokkal elég jó egyezést mutat, hiszen akkor a fajlagos gáz-kihozatalra  $0,375 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{rátáplált szerves}}$  volt. A gyenge biogáz-termeléssel egy időben a szervesanyag frakciónak mindössze 20 – 30 %-a bomlott le anaerob úton.

8. táblázat: a fajlagos biogáz-termelési értékek

Megnevezés	Érték
vizsgált üzemi időszak (nap)	84,7
rothasztóra rátáplált összes szerves- anyag kg	159,5
képződött összes biogáz $\text{m}^3$	55,4
rátáplált szerves-anyagra vonatkoztatott gáztermelés $\text{m}^3/\text{kg}_{\text{rátáplált szerves}}$	0,347

### A Dél-pesti fél-üzemi kísérletek eredményei

A Dél-pesti kísérletek során 2 db fél-üzemi reaktorban sertéstrágya és kukoricadara keverékének anaerob bonthatóságát vizsgáltuk. A kísérletek két különböző tartózkodási idő alkalmazásával folytak. Az I. kísérleti szakaszban 50L/nap sertéstrágya és 1,4 kg/nap darált kukorica keverékének betáplálásával 40 napos tartózkodási időt, a II. szakaszban 75L/nap sertéstrágya és 2,1 kg/nap darált kukorica keverékének rothasztásával a 27 nap tartózkodási időt állítottunk be. Mindkét kísérletnél kontroll vizsgálatokat is végeztünk.

Az I. kísérleti szakaszban a redoxpotenciál értékek -600 és -83 mV között változtak, az átlagos érték -417 mV volt. A lúgosság értékei a sertéstrágya + kukorica rátáplálása során 6160 mg/l értékről 11540 mg/L-re növekedett, majd a kontroll kísérlet során 7000 mg/L érték körül stabilizálódott. Az összes illósav mennyisége 396 és 5688 mg/L érték között változott. Az átlagos érték 1237 mg/l volt.

A rothasztó egyensúlyáról információt adó illósav/lúgosság arány a sertéstrágya + kukorica és a csak sertéstrágya rátáplálása során nem különbözött számottevően. A sertéstrágya + kukorica rátáplálásakor átlagosan 0,14, a kontroll, csak sertéstrágya rátáplálásával üzemeltetett szakaszban 0,13 volt. Az I. kísérleti szakaszban mért napi és fajlagos biogáz-termelési értékeket a 9. táblázatban láthatók.

9. táblázat: Az I. kísérleti szakaszban mért napi és fajlagos biogáz-termelési értékek

		<b>50L sertéstrágya + 1,4 kg kukorica</b>	<b>50 L sertéstrágya</b>
napi biogáztermelés m <sup>3</sup> /nap	minimum	0,343	0,002
	maximum	3,952	1,480
	átlag	1,022	0,484
fajlagos biogáztermelés m <sup>3</sup> /kg /nap	minimum	0,238	0,004
	maximum	2,767	1,984
	átlag	0,688	0,652

A II. kísérleti szakaszban mért lúgosság értéke a kukoricadara adagolása közben 8580 mg/L értékről 17340 mg/L értékig növekedett, majd a kontroll szakaszban csak sertéstrágya rátáplálásával közel felére, 9000 mg/L érték köré visszaesett. Az összes illósav mennyisége igen tág határok között változott. A kukorica illetve a kukorica nélküli sertéstrágya adagolásával nem változott számottevően az összes illósav mennyisége, az átlagos illósav-koncentráció 1996 mg/L volt.

Az illósav/lúgosság arány, amely a rothasztó egyensúlyáról ad információt, nem különbözött számottevően a kontroll és a kukoricával kevert sertéstrágya rothasztása során. Az illósav/lúgosság arány értéke 0,16 körül ingadozott.

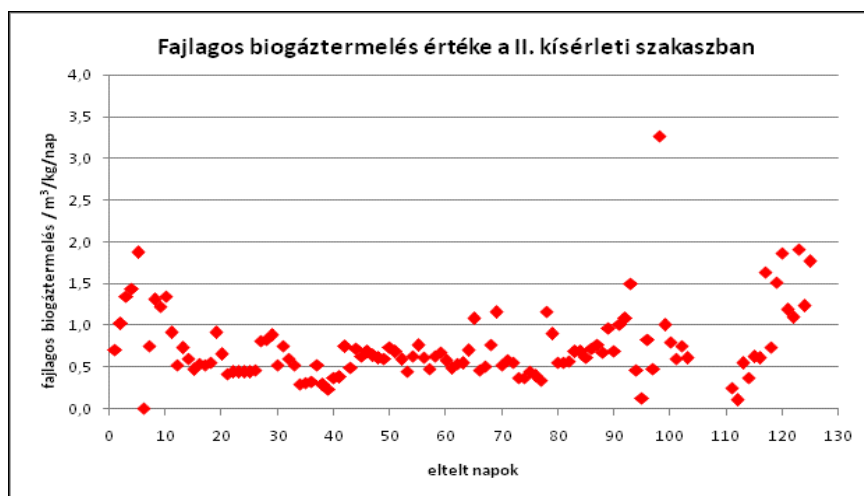
A napi és a lebontott szervesanyagra vonatkoztatott fajlagos biogáz termelés átlagértékei, és azok minimuma, maximuma összefoglalva a 10. táblázatban láthatók.

10. táblázat: A II. kísérleti szakaszban mért napi és fajlagos biogáz termelési értékek

<b>Megnevezés</b>	<b>Érték</b>	<b>75L sertéstrágya + 2,1 kg kukorica</b>	<b>75 L sertéstrágya</b>
napi biogáztermelés m <sup>3</sup> /nap	minimum	0,019	0,150
	maximum	4,821	1,807
	átlag	1,925	0,978
fajlagos biogáztermelés m <sup>3</sup> /kg /nap	minimum	0,006	0,108
	maximum	1,873	3,269
	átlag	0,667	1,052

Összehasonlítva a 40 és 27 napos tartózkodási idővel végzett kísérletek eredményeit, a napi biogáz-termelés értékei a megnövelt betáplált szervesanyag mennyiség miatt természetesen emelkedtek. A 27 napos tartózkodási idővel végzett kísérletek során a kontroll szakasz esetén az átlagos napi biogáz mennyiség 102%-kal, a kukoricával kevert sertéstrágya rothasztása esetén 88%-kal volt nagyobb, mint a 40 napos tartózkodási idővel végzett rothasztásnál. A fajlagos biogáztermelési értékek esetén a két kontroll szakaszt összehasonlítva 61%-os növekedést tapasztaltunk, azonban a kukoricával kevert sertéstrágya rothasztása során a két szakasz között alig volt különbség (0,688 és 0,667 m<sup>3</sup>/kg/nap).

A II. kísérleti szakaszban a lebontott szervesanyagra vonatkoztatott fajlagos biogázképződési értékek a 4. ábrán láthatók.



4. ábra: fajlagos gáztermelés értékek a II. kísérleti szakaszban

#### 4. A sertéstrágya rothasztás összefoglaló értékelése

1. A sertéstrágyát szinte mindig ún. társított rothasztással kezelik. A hozzáadott szubsztrát anyag az esetek nagy részében baromfi, juh, ló és marha trágya, keményítő ipari hulladék, melasz maradék, tejipari hulladék, zsírszerű anyagok, konyhai hulladék. Tehát olyan anyagokkal társítják a sertéstrágya rothasztását, amelyek a mezőgazdasági és élelmiszeripari tevékenységből értelemszerűen adódnak. Ezek az anyagok nagy a széntartalmúak és főleg anaerob úton könnyen bontható szénvegyületeket (szénhidrát, zsír, esetleg fehérje) tartalmaznak. A sertéstrágya önálló rothasztásával a szakirodalom jóformán nem foglalkozik. Mindig valamilyen más hulladékkal közösen rothasztják.
2. A sertéstrágya anaerob úton lassan bomlik le. Ez magyarázható egyrészt azzal, hogy a sertéstrágya híg levében nagy mennyiségű ammónia (4000 – 5000 mgN/L) halmozódik fel, amely gátló hatást fejt ki a rothasztásra. Másrészt a sertés tápszer (kukorica + egyéb abrak takarmányok + kiegészítő anyagok) könnyebben lebontható hányadát (~35 %-a) már az állat lebontotta. A visszamaradó anyag már nehezebben bontható és ez az anyag trágyaként jelentkezik. A sertés takarmány közelítő összetétele: 2,5 % szénhidrát; 65 % keményítő; 15 % fehérje; 4 % zsír; 3% cellulóz és szervesetlen anyagok.
3. A sertéstrágya önmagában csak akkor rothasztható, ha az anaerob oltó iszap megfelelő minőségű (pld. szennyvíziszap) és a szoktatás (adaptáció) lassú felfutású (tartózkodási idő: 30 – 50 nap). A sertéstrágya rothasztó saját anyagával történő beindítása nagyon



lassú, mert a nagy ammónia koncentráció a metántermelők elszaporodását gátolja. Tehát a beoltásnak és a lassú adaptációnak meghatározó szerepe van. Ha sikeres a beoltás és az adaptáció, akkor ezt követően a metántermelő baktériumok az állandóan jelenlévő nagyobb ammónia koncentrációt már jobban elviselik.

4. Ha a sertéstrágya levének zömét a rothasztóra történő rátáplálás előtt polielektrolitos kicsapatással eltávolítjuk, akkor az ammónia-terhelés felére lecsökken. Ezzel együtt a gátló hatás is csökkenne, még ekkor is keletkezne a rothasztás folyamán bőven ammónia, de az adalékanyag nélküli rothasztásnak nagyobb lenne az esélye. A gond az, hogy a híg-sertéstrágya hallatlanul stabil kolloid rendszer, amit egyszerű polimer adalékkal nem lehet megbontani. A kolloid rendszer megbontása  $Fe^{3+}$  + anion aktív polimer komplex adagolásával végezhető el. Ez plusz költség, de az oldott fázis csökkentésével ammónia koncentrációt kb. 2000 mgN/L értékre le lehet szorítani. Ilyenkor a sertéstrágya rothasztása már önmagában vagy kevesebb adalék anyag jelenlétében elvégezhető (É-Pesti kísérlet).
5. Egyéb hulladékokkal együtt a sertéstrágya hatékonyan rothasztható. Ez pusztán csak hozzáadott szubsztrát minőség és mennyiség kérdése. Itt vigyázni kell, mert elképzelhető olyan eset is, amikor a lebontási hatásfok növekedése a kiegészítő szubsztrát érdeme. Nyilvánvaló, hogy a közös rothasztásnál javul a sertéstrágya lebontása is. A közös szubsztrát rothasztásánál az egyes anyagok lebontását analitikailag nem tudjuk szétválasztani. Közelítőleg az egyes szubsztrátok külön rothasztása ad erre választ.
6. A sertéstrágya saját rothasztásánál 250 – 350 L/kg betáplált anyag gázhozammal lehet számolni. A mezőgazdasági hulladékok (energia fű, kukoricaszár, esetleg szalma) vagy siló-takarmány beadagolásával ez az érték megduplázható.
7. A sertéstrágya önálló rothasztására van némi esély, ha részleges almos trágyázást alkalmaznak. Ennek lényege, hogy az állat pihenő és alvóhelyére szalmát helyeznek, és az un. trágya-folyósóról a trágyát, mint híg trágyát távolítják el. Ez a fél-almos technológia lehetőséget ad a trágya összeérlelésére (ami hidrolízist és illósav termelést is jelent) és ez által javítható a lebontás vagy lényegesen kevesebb kiegészítő szubsztrátra van szükség.
8. Kiegészítő szubsztrátként jól alkalmazható örölt formában beadagolt tritikále, kukorica, cirok, rozs, csicsóka. Bár ezek az anyagok értékes takarmányok és a terméstől, piactól függően nagyon drágák lehetnek. A felsorolt a termények könnyen megőrölhetők és egyszerű technikával a rothasztóba beadagolhatók.

## Irodalomjegyzék

*BacForce Agro* (2009): Internet: [http://www.albabio.hu/bacforce\\_agro.html](http://www.albabio.hu/bacforce_agro.html)

*Győri Főiskolai jegyzet* (2009): Internet (7/5) [http://gyorijegyzet.uw.hu/JEGYZ4\\_3.DOC](http://gyorijegyzet.uw.hu/JEGYZ4_3.DOC)

*Hajdú, J.* (2007): Internet (7/6) Biomassza termelésének és felhasználásának lehetőségei

Magyarországon Növényből energiát”

[http://www.ete-net.hu/html/letolt/konferencia/Energexpo\\_2007/Hajdu\\_jozsef\\_Megujulok.ppt](http://www.ete-net.hu/html/letolt/konferencia/Energexpo_2007/Hajdu_jozsef_Megujulok.ppt)

*Sallai, L., Molnár, T., Fodor, D.* (2009): Internet (7/11) Biogáz előállítás során keletkező energia felmérése az SZTE MFK tanüzemében, különös tekintettel a mezőgazdasági és élelmiszeripari eredetű biomasszára. Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar. [http://www.date.hu/acta-agraria/2008-26/Agrar\\_PDF/SallaiL.pdf](http://www.date.hu/acta-agraria/2008-26/Agrar_PDF/SallaiL.pdf)

*TERRA HUMANA Kft.* (2009): Internet (7/12) A biogáz képződés és hasznosítás. Alapvető fogalmak. . ([http://www.terrenum.net/biogas/PDF/general\\_info.pdf](http://www.terrenum.net/biogas/PDF/general_info.pdf))

### Összefoglalás

A sertéstrágya rothasztásánál 250 – 350 L/kg (betáplált anyag) gázhozammal lehet számolni. A mezőgazdasági hulladékok (energia fű, kukoricaszár, esetleg szalma) vagy silóanyagok beadagolásával ez az érték megduplázható. A sertéstrágyát szinte mindig ún. társított rothasztással kezelik. A hozzáadott szubsztrát anyag az esetek nagy részében baromfi, juh, ló és marha trágya, keményítő ipari hulladék, melasz maradék, tejipari hulladék, zsírszerű anyagok, konyhai hulladék. Az adalék anyagok nagy széntartalmú és főleg anaerob úton könnyen bontható szénvegyületeket (szénhidrát, zsír, esetleg fehérje) tartalmaznak.

The anaerob digestion of swine manure can produce 250 – 350 L/kg<sub>in</sub> biogas. Applying different agriculture residues like cornstalk, straw, energy grass or silage the biogas production can be doubled. The anaerobic co-digestion is the most effective process to treat swine manure. The co-substrat can be poultry-, sheep-, horse- or cow manure, starch waste, milk factory waste, fats, kitchen waste. The co-substrats contain easily biodegradable organic materials with high carbon-content (carbohydrates, lipids, proteins).