

## Biogáztermelés mezőgazdasági hulladékokkal kevert sertéstrágyából.

MANNINGER ERNŐ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet,  
Budapest\*

Valamennyi istállótrágya közül egyedül a sertéstrágya alkalmatlan biogáz nyerésére [10]. Bár ennek okát az irodalomban nem adják meg, valószínűnek látszott, hogy a sertéstrágya előbbi célra vagy azért nem alkalmas, mert sok nehezen bontható szerves vegyületet tartalmaz, vagy nagy nitrogéntartalma és aránylag csekély szénhidráttartalma miatt — annak igen szűk szén-nitrogén aránya — nem felel meg az anaerob erjedés követelményeinek.

Célul tűztem ki fontossága miatt [4] a sertéstrágya szén-nitrogén arányának megfelelő megváltoztatásával ezt alkalmassá tenni biogáztermelésre. Egyik módja ennek a szén arányának növelése valamely magas szénhidrát-tartalmú és kis nitrogéntartalmú anyag hozzákeverése által. Ilyen tulajdonságú a mezőgazdasági hulladékanyagok közül a búza-szalma [1], ezenfelül árpátöreket is felhasználtam, de bizonyára alkalmas e célra más növényi hulladék is, pl. a szintén igen nagy mennyiségben található kukorica hulladéka (szár és csutka)

### A felhasznált anyag és módszer

Két mintát használtam fel kísérleteimhez. Az egyik (továbbiakban I. jelzésű) nyári etetésű, kevés nádtöretet tartalmazó 3 napos kazalozású sertéstrágya a soproni Áll. Gazdaság Brandmajori üzemegységéből, a másik (továbbiakban II. jelű) téli etetésből származó 80 cm. mélységű „anyagárokban” tárolt, alom nélküli sertéstrágya (Soproni Áll. Gazd. Pius-majori ü. egység).

Az I. kísérletben 10—15 mm hosszúságúra aprított búzaszalmát adagoltam a következő mennyiségben 200—200 g sertéstrágyához:

1. és 7. minta búzaszalma nélküli	4. és 10. minta 25 g búzaszalmával
2. és 8. minta 5 g búzaszalmával	5. és 11. minta 35 g búzaszalmával
3. és 9. minta 10 g búzaszalmával	6. és 12. minta 50 g búzaszalmával

Az 1—6 számú mintákhoz 500—500 ml hígított trágyalevet is adtam (nedves eljárás [6]), míg a 7—12 sz. minták istállótrágyák eredeti nedvességtartalmát nem növeltem (NOACK [6] szerinti száraz eljárás).

A II. kísérletben ugyancsak 200—200 g sertéstrágyához a következő mennyiségű árpátöreket adagoltam:

\* A kísérleteket a volt Talajbiológiai Kutató Laboratóriumban (Sopron) végeztem.

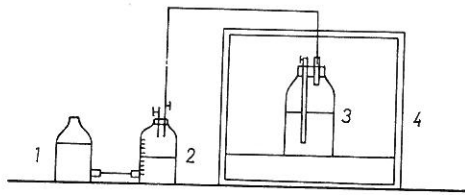
- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. és 7. minta árpátörek nélküli | 4. és 10. minta 20 g árpátörekkel |
| 2. és 8. minta 4 g árpátörekkel  | 5. és 11. minta 28 g árpátörekkel |
| 3. és 9. minta 8 g árpátörekkel  | 6. és 12. minta 40 g árpátörekkel |

Az 1—6 mintákhoz ugyancsak 500—500 ml hígított *trágyalevet* adtam, míg a 7—12 sz. minták istállótrágya víztartalmát nem változtattam meg.

A trágyalevet úgy készítettem, hogy 60 g friss sertéstrágyát 500 ml desztillált vízzel 30 percen át rázógépen ráztam, és ilyen módon a durva üledék felett nyertem a híg trágyalevet.

A trágyalé készítéséhez azért használtam desztillált vizet, mert mások is gyakran használnak fel ilyen célra pl. esővizet [5], hogy a vezetéki víz esetleges gátló hatását kiküszöböljék [2].

A gáztermelés mérését a gyakorlati biogáz-berendezésekkel azonos elvű, de sokkal kisebb méretű, üvegedényekből összeállított, Reinhold és Noack elve szerint (LIEBMANN [3]) némi módosítással készült laboratóriumi biogázberendezéssel végeztem (1. ábra).



1. ábra  
Laboratóriumi biogáz berendezés

Az állandó hőmérsékletet az erjesztőedények számára itt termosztát biztosította (1. ábra 4. szám). A kép baloldalán találjuk a gázok felfogására szolgáló gazométert (kalibrált edény, 2. számmal jelölve), és ahhoz csatlakozik a vízzáró nivóedény (1. számmal jelölve).

Ezzel a kísérleti berendezéssel megállapítható ismert anyagokból képződött gázok mennyisége az erjedés folyamán. Kisebb költségkihatásánál fogva több ilyen kísérleti-egységgel kísérletezhetünk egyidőben, tehát velük — a gyakorlati méretű berendezéssel ellentétben — többféle anyag vizsgálatára nyílik egyszerre alkalom.

### Kísérleti eredmények és következtetések

A mintákat 30 C°-on tartottam, amely hőmérséklet általában a leginkább ajánlott [2, 9].

Az I. kísérlethez használt trágya erjedési ideje 91 napig tartott. A kísérlethez felhasznált trágyának kémiai analíziseit az 1. táblázat tartalmazza.

A fejlődött gázok mennyiségét naponta mértem, és a hőmérséklet és a légnyomás alapján normál-térfogatukat adtam meg. A gázok összes mennyiségét a 2. táblázatban találhatjuk meg.

A kísérleti anyagnak meghatároztam a víztartalmát, szárazanyagtartalmát, izzítási maradékát, 4 órán át 600 C°-on való izzítással izzítási veszteségét a szokásos módokon, pH értékét elektrometrikus úton, összes nitrogénjét Kjeldahl módszere szerint.

A II. kísérlet szerves anyagának erjedése 110 napig tartott, és ugyanazokat a vizsgálatokat végeztem, amiket az előbb már vázoltam. A kapott eredményeket ugyancsak táblázatban közlöm (2. táblázat).

1. táblázat

A felhasznált trágyalé és trágya analízise

(1) Minta száma	(2) Trágyalé						(3) Sertéstrágya					
	(4) Víz- tar- talom %	(5) Szár- anyag	(6) Izzítási		(7) Összes N mg/l	pH	(4) Víz- tar- talom %	(5) Szár- anyag	(6) Izzítási		(8) Összes N %	pH
			mar- adék	veszte- ség					mar- adék	veszte- ség		
			súly %						súly %			
I	98,6	1,4	0,5	0,9	100	8,7	79,4	20,6	5,2	15,4	0,5	8,7
II	nincs meghatározva						67,5	32,5	14,7	17,8	0,4	8,2

A táblázatokban megadott gázok mennyisége csak az égethető gázokat tartalmazza.

A kétféle módon erjesztett (nedves és száraz) minta gázanalízis eredményeinek összehasonlításakor szembeűnő, hogy a nedves erjesztés mindenkor kedvezőbb körülményeket szolgáltat a gázprodukeió szempontjából, mint az ún. száraz erjesztés.

2. táblázat

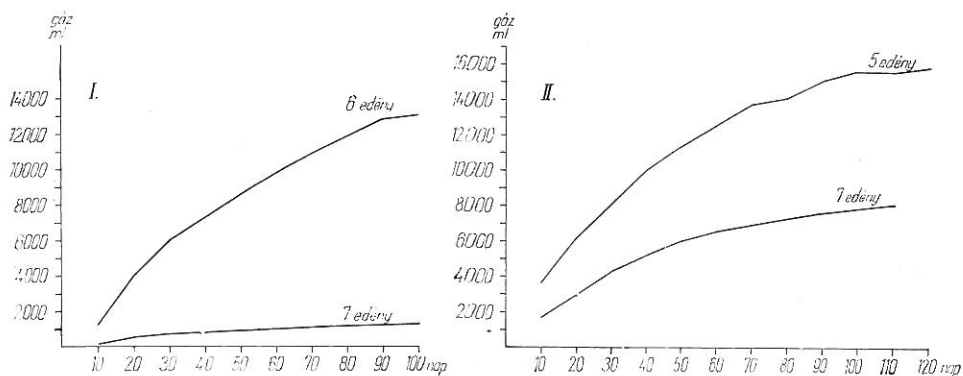
Az I. és II. mintából képződött gázok mennyisége

(1) Kezelés és az edények száma	I. sz. minta		II. sz. minta	
	a) búzaszalma g	b) gáz ml	c) árpatorék g	b) gáz ml
A) <i>Trágyalével</i>				
1	—	2 781	—	10 642
2	5	4 058	4	11 304
3	10	6 302	8	12 313
4	25	8 258	20	13 976
5	35	9 418	28	15 110
6	50	12 604	40	14 810
B) <i>Trágyalé nélkül</i>				
7	—	1 160	—	8 567
8	5	1 254	4	4 490
9	10	1 414	8	3 688
10	25	5 647	20	2 910
11	35	8 129	28	2 517
12	50	9 488	40	2 586

Ugyancsak megállapíthatjuk, az eddigi irodalmi adatokkal egyezően, hogy a sertéstrágya istállóból kikerülő állapotában közvetlenül nem alkalmas biogáz termelés felhasználására (1. táblázatok 1 és 7 edényszám). Okául kedvezőtlen szén—nitrogén arányát tartottuk, és ennek változtatásával próbáltuk a trágyaféleséget előbb mondott célra alkalmassá tenni. Evégből különböző

mennyiségű aprított búzaszalmát és árpátöregket adagoltunk azonos mennyiségű trágyához. A kapott eredmények igazolják, hogy a széntartalmú anyag fokozatos növelése bizonyos mennyiségig [búzaszalmánál vizes erjesztésnél 50 g/200 g trágya] a gázhozam állandó fokozódását eredményezi. Száraz erjesztésnél is az 50 g-os szalmaadagolás kedvezőbb adatokat szolgáltat, mint a kisebb adagok hozzáadása. Az árpátöregből nedves erjesztésnél csak a 28 g-os mennyiségig emelkedik kedvezően a gáznyerés, az ennél nagyobb mennyiség (40 g) adagolása a termelt gáznak már ismét csökkenését mutatja.

Száraz erjesztés esetén 4 g árpátöreg hozzáadása 200 g trágyához is már visszaesést eredményez a gáztermelésben. Ennek oka valószínűleg a trágyaminta alacsony víztartalma, ill. magas szárazanyagtartalma. Ezek az ered-



2. ábra

Az I. és II. minta két-két edényének gáztermelése

mények megegyeznek POCH [7] megállapításaival, amelyek szerint száraz eljárásnál, ha a szárazanyagtartalom 25%-nál több, úgy a gázfejlődésben depresszió észlelhető.

A kétféle mintából az erjedés folyamán 30 C°-on termelődött gázok mennyisége összesen a 2. ábrán látható. A görbék eleinte meredekebben, később laposabban emelkednek. Ugyanezekből leolvashatjuk azt az időt is, amely alatt az összes gáz mennyiség fele képződik. Erre a jellemző adatra a magyar irodalomban nincsen még elfogadott szakkifejezés, félérték-időnek lehetne nevezni [8].

Az I. mintánál 200 g trágyához 50 g búzaszalma hozzáadása esetében a nedves és száraz erjesztés között 1558 l gáz a különbség a nedves eljárás előnyére 1 q trágyára vonatkoztatva. Még nagyobb a különbség a II. mintánál. 40 g árpátöregnek 200 g trágyához való adagolásakor pl. az erjesztés 115 napján át 1 q trágyára vonatkoztatva 6062 l gáztöbbletet kapunk nedves erjesztésnél a száraz eljárásnál kapott eredményhez viszonyítva. Ezek az adatok a nedves eljárás nagyobb gáztermelését mutatják, ami előnyt jelent a száraz eljárással dolgozó berendezésekhez képest. Természetesen a gyakorlati berendezések tervezésénél sokszor más, üzemgazdálkodási, ill. technikai kivitelezési kérdések a száraz, helyesebben a félnedves eljárást hozhatják előtérbe. A gyakorlatban több szempont egybevetése folytán a leginkább rentábilisnak mutató eljárás alkalmazása az ésszerű.

Mindkét eljárásnál a táblázatokban megtalálható széntartalmú anyagok megfelelő adagolása döntő szempont, és elengedhetetlen a sertéstrágyákból előállítható biogáz számára.

### Összefoglalás

Kísérleteinkből is megállapítható, hogy a sertéstrágya istállóból kikerülve közvetlenül alkalmatlan biogáz-nyerésre. Minthogy okául kedvezőtlen szén—nitrogén arányát tartottuk, megkíséreltük ennek megváltoztatásával azt alkalmassá tenni az előbb mondott célra. Evégből búzaszalmát és árpátöreket adagoltunk különböző mennyiségben 200 g sertéstrágyához. A széntartalmú anyagok bizonyos mennyiségig való hozzáadása a gázhozam állandó emelését eredményezi. A széntartalom megfelelő emelése tehát döntő és elengedhetetlen sertéstrágyákból előállítandó biogáz számára.

A kísérletekből ugyancsak megállapítható, hogy a nedves eljárás kedvezőbb gázprodukciónak eredményez, mint a száraz eljárás.

*Érkezett: 1961. augusztus 1.*

### Irodalom

- [1] FRANZ, H.: Bodenfruchtbarkeit. Verband landwirtschaftlicher Gutsbetriebe in Österreich. Wien. 1956.
- [2] KNOLL, I.: A biogáz mint a mezőgazdaság olcsó energiaforrása. Természettud. Közlöny. 90. 318—319. 1959.
- [3] LIEBMAN: Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie. B. 3. Verlag R. Oldenbourg. München. 1956.
- [4] MANNINGER, E.: A biogáz mint a mezőgazdasági üzemek egyik energiaforrása. MTA. Agrártud. Oszt. Közl. 13. 179—188. 1960.
- [5] MÜLLER, M.: Untersuchungen über die biologische Gaserzeugung bei der Methan-gärung von Stallmist und Stroh. Dissertation. Bad. Oeynhaus. 1955.
- [6] NOACK, W.: Biogas in der Landwirtschaft. Elsner Verlag. Darmstadt. 1955.
- [7] POCH, M.: Biogas. Wege zur zusätzlichen Energiegewinnung in der Landwirtschaft bei gleichzeitiger Verbesserung der Humuswirtschaft. Deutscher Bauernverlag. Berlin. 1953.
- [8] REINHOLD, F.: Faulgas aus organischen Stoffen. Gas und Wasserfach. (6). 1955.
- [9] SCHWARZ, M.: Bioplyn-nevyceerpatelny zdraj energie pre nase pol'nohospodárstvo. Za. Soc. Zemed, Praha. 1487—1495. 1955.
- [10] SZEKERES, L.: A biogáz termelésével kapcsolatos kérdésekről. Agrártud. Egyetem Évkönyve. 153. 1959.

### ПРОИЗВОДСТВО БИОГАЗА ИЗ СВИНОГО НАВОЗА, СМЕШАННОГО С ОТХОДАМИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Э. Маннинггер

Научно-Исследовательский Институт Почвоведения и Агротехники АН Венгрии, Будапешт

### Резюме

Из всех видов навоза всего лишь свиной пригоден для производства биогаса [10]. Причиной этого является, вероятно, высокое содержание в нем азота и сравнительно низкого — углеводов, он может содержать много трудноразложимых веществ.

Опытами автора установлено, что свежий свиной навоз непригоден для добычи из него биогаса. Поэтому он попытался увеличить содержание углерода. К 200 г навоза добавляли пшеничную солому (I. опыт) и мякину ячменя (II. опыт) в указанных в таблицах количествах. Кроме сухого способа использовался и влажный способ.

Образцы содержались при 30° С и количество образующейся углекислоты измерялось ежесуточно. В использованном опытном материале определяли влажность, содержание сухого вещества, остаток после прокаливания, потери при прокаливании, рН и общий азот.

Добавление в навоз веществ, содержащих углерод, до известного предела, вызывает постоянное повышение выделения углекислоты. Таким образом, соответствующее повышение содержания углерода решительно необходимо для получения биогаза из свиного навоза. Из опыта также можно установить, что влажный способ дает больший выход биогаза, чем сухой.

*Рис. 1.* Лабораторная установка для получения биогаза. (1) Сосуд для регулирования уровня. (2) Газометр. (3) Сбраживатель. (4) Термостат.

*Рис. 2.* Производство газа 6—7 сосудом I. образца и 5—7 сосудом II. По горизонтальной оси — число дней.

*Табл. 1.* Анализ использованного в опыте навоза и навозной жижи. (1) Номер образца. (2) Навозная жижа. (3) Свиной навоз. (4) Влажность %. (5) Сухое вещество (весовые %). (6) Остаток и потери после прокаливания (в весовых %). (7) Общий азот (мг/л). (8) Общий азот (%).

*Табл. 2.* Количество газа, выделенного I. и II. образцом. (1) обработка и номер сосудов. А) с добавлением навозной жижи В) Без навозной жижи. а) солома пшеницы вгр. б) газ в мл. с) мякина ячменя в гр.

## Biogasproduktion aus Schweinedung mit Beimischung von landwirtschaftlichen Abfallstoffen

E. MANNINGER

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrochemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften zu Budapest

Von den verschiedenen Stalldungarten ist allein der Schweinedung für die Produktion von Biogas ungeeignet [10]. Die Ursache ist der hohe Stickstoff- und relativ niedrige Kohlenhydratgehalt, vielleicht auch der hohe Anteil an schwerzersetzbaren Stoffen in diesem Dung.

Auch die eigenen Versuche haben erwiesen, dass der frisch aus dem Stall ausgeführte Schweinedung zur Biogasproduktion ungeeignet ist. Zur Überbrückung der gegebenen Hindernisse habe ich versucht, den Kohlenanteil dieses Dunges zu erhöhen. 200 g Schweinedung wurde mit den tabellarisch angegebenen Mengen von Weizenstroh (Versuch No. I) und Gersterrüttstroh (Versuch No. II) vermischt. Gleichzeitig wurde neben dem Trockenverfahren auch ein Nassverfahren erprobt.

Die Dungproben wurden auf 30 C° Temperatur gehalten und die Menge des entwickelten Gases wurde täglich gemessen. Weiters wurden Wassergehalt, Trockensubstanzgehalt, Glührückstand, Glühverlust, pH-Wert und Gesamtstickstoff des Prüfmaterials bestimmt.

Die Beimischung kohlenhaltiger Stoffe hat bis zu einer bestimmten Mengengrenze laufende Erhöhung der Gasproduktion bedingt. Eine entsprechende Erhöhung des Kohlengehaltes ist demnach eine entscheidende und unerlässliche Vorbedingung, um aus Schweinedung Biogas gewinnen zu können. Aus den Versuchsergebnissen kann weiterhin festgestellt werden, dass das Feuchtverfahren für die Gasproduktion günstiger ist, als das Trockenverfahren.

*Abb. 1.* Laboratorische Biogas-Einrichtung. 1. Niveauflasche, 2. Gasometer, 3. Gärapparat, 4. Thermostat

*Abb. 2.* Gasproduktion der Gefässe No. 6—7 der Probe I. und No. 5—7 der Probe II. Auf der Abszisse die Zahl der Tage

*Tabelle 1.* Analysedaten der verwendeten Jauchen und Dünger. (1) Nummer der Stichprobe, (2) Jauche, (3) Schweinedung. (4) Wassergehalt %, (5) Trockensubstanz (Gewichtsprozent), (6) Glührückstand und Glühverlust (Gewichtsprozent), (7) Gesamtstickstoff mg/l, (8) Gesamtstickstoff %

*Tabelle 2.* Menge der Gasproduktion aus Probe No. I. und No. II. (1) Behandlung und No. der Versuchgefässe. A) Mit Jauche, B) Ohne Jauche. Prüfmaterial: a) Weizenstroh, g. b) Gas, ml. c) Gersterrüttstroh, g.