

MONITORING PROCESS OF BIOMETHANIZATION

SLEDOVÁNÍ PRŮBĚHU BIOMATHANIZACE

Šinkora M., Havlíček M.

Department of Engineering and Automobile Transport, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Zemědělská 1, 613 00, Brno, Czech Republic

E-mail: milan.sinkora@seznam.cz, havlicek@node.mendelu.cz

ABSTRACT

A methodology of the essential biogas analysis and of substances which are entering this process is presented in this paper. The aim is to demonstrate running and grading gas quality and quantity stabilisation on a small model. Researched materials are farm wastes, containing various adulterans and samples from different functional parts of the biogas station. The basic monitored assesment is quantity and quality of the gas, content of organic acids and dry matter. The process of biogas creation has been successfully demonstrated, the biological activity and stability of the sample has been determined and effectively compared, eventually optimalized, the process of combustion of dissimilar matters.

Key words: Biogas, biomathanization, process of biogas kreation

ÚVOD

Obnovitelné zdroje energií jsou velkým tématem dneška. Nemalou součástí z těchto zdrojů tvoří biomasa a nabízí mnoho cest, jak ji energeticky využít. Na pracovišti laboratoře Agrarfakultät Universität Rostock již třetím rokem úspěšně probíhá výzkum týkající se anaerobní digesce biomateriálů, a který se snaží optimalizovat proces biomethanizace v daných podmínkách, resp. popsat jeho průběh. Tím je míněna snaha o vytvoření nejvhodnějšího poměru kosubstrátů, které se nabízí pro konkrétní bioplynovou stanici (dále BPS), lokalitu nebo klimatické podmínky.

S pojmem biomethanizace, též anaerobní digesce neboli vyhnívání se setkáváme v odborné literatuře čím dál častěji, v souvislosti s již zmíněnými obnovitelnými zdroji energií. Znamená to proces, kdy za nepřístupu vzduchu, tedy za podmínek anaerobních, dochází k rozkladu hmoty organického charakteru na jednoduché látky až na zbytkový stabilní substrát a bioplyn. Procesu se nejprve účastní široká škála aerobních mikroorganismů a přes skupinu fakultativních anaerobů až po bakterie striktně vyžadující nepřítomnost kyslíku, které produkují methan, jež je jednou ze dvou základních složek bioplynu. Seběmenší dávka O_2 má za následek jejich úhyn a ztroskotání tak procesu anaerobní stabilizace (STRAKA, 2006).

V závislosti na teplotní toleranci MO se nejčastěji používají mezofilní bakterie, pro které je teplota okolo 35 °C životním optimem, stejně jako pro jejich rozmnožování. Požadavek na hodnotu pH se pohybuje nejčastěji v rozmezí 6,5 až 7,5.

Jsou prokázány i mikroorganismy, které jsou schopné života i při extrémních teplotách nebo nízkém pH, avšak takové druhy nemají v širším spektru praktické uplatnění (KANSWOHL 2007).

Jak již bylo naznačeno, hlavní a nejpodstatnější složkou bioplynu je methan, který se v optimálním procesu methanizace pohybuje okolo 60 % podílu. Zbytek směsi tvoří oxid uhličitý. Minoritní složky zastupují dusík, nepatrné množství zbytkového kyslíku, vodík, sirovodík nebo oxid dusný. Při nízkém podílu methanu se provádí tzv. čištění plynu, jehož účelem je právě zvýšit podíl na min. 60 %. Bioplynové stanice, které mají problémy se zvládnutím procesu výroby bioplynu, se potýkají s nízkou produkcí methanu, což má za následek špatný chod spalovacího zařízení a ztrátu výkonu.

Vyjmenujme si tedy hlavní faktory, které ovlivňují průběh methanizace:

- zamezení přístupu světla a kyslíku
- teplota - nejčastěji kolem 35 °C (oblast mezofilních MO)
- živiny a jejich přívod
- míchání substrátu a jeho intenzita - při suché fermentaci nemícháme (sušina nad 15 - 20%) – odlišný technologický postup
- hodnota pH – optimum při 6,5 – 7,5
- negativní vliv přítomnosti inhibujících látek

Cílem této práce je především zjištění stupně stabilizace daného vzorku vstupujícího do BPS nebo již podléhajícího rozkladu a stanovení tak jeho aktivity potažmo schopnosti produkovat bioplyn. Tato aktivita může být dána např. parametry :

- procentuálním obsahem organických látek
- denní produkcí bioplynu
- obsahem mast. kyselin, lipidů, apod.

Jednotný ukazatel, kterým lze bezpečně stanovit míru stabilizace látky však ale neexistuje (STRAKA, 2006). Obracíme se tedy na níže popsané metody prováděné po určitých intervalech.

MATERIÁL A METODIKA

V experimentu bylo použito vzorků z různých procesních částí BPS. Stanovení organic. kyselin (celk.) se provádělo destilační metodou, TS a oTS palivářskou analýzou, objem vzniklého plynu a jeho kvalita se měřily vizuálně a přístrojově.

Tab.1 Výčet vzorků

I	předkvašovací, přípravná nádrž I.	(VG I.)
II	předkvašovací, přípravná nádrž II.	(VG II.)
III	nádrž stabilizovaného kalu	(NGB)
IV	prasečí kejda	(Gülle)

Sledované parametry :

- obsah sušiny TS – stanovený při vysušení vzorku při 105 °C
- obsah organické sušiny oTS a popeloviny (muflová pec při 600 °C)
- stanovení organických kyselin celkem – destilační metoda
- množství vzniklého plynu a jeho kvalita
 - obsah methanu
 - podíl oxidu uhličitého
 - obsah zbytkového kyslíku a sirovodíku
- teplota – nepřetržitá kontrola
- hodnota pH

Doba průběhu pokusu byla stanovena na jeden měsíc. Je tedy podobná jako obvyklá doba zdržení substrátu v BPS. Po tuto dobu totiž materiál vyvíjí biologickou aktivitu až do úplné stabilizace. Ta se vyznačuje mimo jiné absencí nepříjemného zápachu. Cítíme li však zápach připomínající zkažená vejce, nakyslý zápach apod., svědčí to o nekvalitním průběhu procesu popř. neúplné stabilizaci.

Pokus se dělí na několik částí. První částí je příprava tzv. Batch testu, ve kterém dochází k vzniku bioplynu v litrových nádobách s odvodem plynu, umístěných ve vytemperované nádobě. Samotný odečet množství a kvality bioplynu se provádí v odměrných válcích naplněných speciální kapalinou, která zabraňuje úniku plynu. Samotná kvalita je měřena analytickým přístrojem Gasanalyseur GA 45. Měření je prováděno denně.

Druhou částí je stanovení TS a oTS. To se provádí v tomto případě jednou na počátku pokusu vysušením v sušárně a následným spálením organické hmoty v muflové peci. Společně s tím se určí i obsah nespalitelné popeloviny. (Postup podle RICHTILINE DIN EN 12880, Trockensubstanzbestimmung a RICHTLINIE DIN EN 12879, organische Trockensubstanzbestimmung). Tzv. palivářská metoda (STRAKA, 2006)

Třetí částí je stanovení množství organických kyselin celkem v objemu vzorku. To bylo provedeno destilační metodou. Zjištěním spotřeby indikačního činidla při titraci se podle jednoduchého vzorce spočítá množství obsažených organických kyselin a tak porovná míra stabilizace substrátu.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Při sledování průběhu procesu biomethanizace bylo již vizuálně patrné, která z látek má větší biologickou aktivitu a která je více stabilizovaná. Z vyhodnocených údajů experimentu je možné odvodit optimální míchání kosubstrátů a předpovídat průběh procesu.

Níže uvedené tabulky znázorňují jednotlivé naměřené hodnoty TS, oTS, org.kyselin.

Tab.2 Stanovení TS při 105 °C

Pr.Nr.:	Tiegel Nr.	Tara g	Einwaage g TS 60	Einwaage + Tara g	Auswaage + Tara g	Auswaage g TS 105	TS - gehalt % TS 105
VG I.	44	54,0787	10,025	64,1037	54,9647	0,886	8,83790524
VG I.	43	49,0386	10,005	59,0436	49,9456	0,907	9,06546727
							8,95168625
NGB	9	54,537	10,017	64,554	55,0224	0,4854	4,8457622
NGB	39	57,5529	10,0439	67,5968	58,0278	0,4749	4,72824301
							4,78700261
VG II.	48	51,0607	10,107	61,1677	51,8849	0,8242	8,15474424
VG II.	40	68,027	10,075	78,102	68,8713	0,8443	8,38014888
							8,26744656
Gülle	82	52,9904	10,01	63,0004	53,3941	0,4037	4,03296703
Gülle	90	57,1704	10,0781	67,2485	57,5713	0,4009	3,97793235
							4,00544969

Z tabulky je patrné, že sušina v materiálech vstupujících do procesu je vyšší než u stabilizovaného substrátu a prasečí kejdy. To je způsobeno složením kosubstrátů BPS. Kejda prasat sama o sobě vysoký podíl TS nemá, resp. sušina kolem 8 % se považuje za nadprůměrnou. Stanovení se provádí vysušením vzorku a následným odečtením z původní hmotnosti. Uvádí se v procentech.

Tab. 3 Stanovené oTS a popeloviny (Aschegehalt) při 600 °C

Pr.Nr.:	Tiegel Nr.	Tara g	Einwaage + Tara g	Einwaage g TS	Auswaage + Tara g	Auswaage g Asche	Aschegehalt % TS	oTS - gehalt % TS
VG I.	44	54,0787	54,9647	0,886	54,2247	0,146	16,4785553	83,5214447
VG I.	43	49,0386	49,9456	0,907	49,1912	0,1526	16,8246968	83,1753032
							16,6516261	83,3483739
NGB	9	54,537	55,0224	0,4854	54,668	0,131	26,9880511	73,0119489
NGB	39	57,5529	58,0278	0,4749	57,6895	0,1366	28,7639503	71,2360497
							27,8760007	72,1239993
VG II.	48	51,0607	51,8849	0,8242	51,2313	0,1706	20,6988595	79,3011405
VG II.	40	68,027	68,8713	0,8443	68,1969	0,1699	20,123179	79,876821
							20,4110192	79,5889808
Gülle	82	52,9904	53,3941	0,4037	53,1285	0,1381	34,2085707	65,7914293
Gülle	90	57,1704	57,5713	0,4009	57,292	0,1216	30,3317536	69,6682464
							32,2701621	67,7298379

Palivářská metoda, neboli stanovení organické sušiny a popeloviny spálením zbytkové organické sušiny, se provádí v muflové peci o teplotě 600 °C. Po vypočtení popeloviny z rozdílů navážky se do 100 % dopočítá obsah oTS. Z výsledků je patrná klesající tendence od materiálů z přípravné nádrže s vysokou organickou sušinou, až po kejdu prasat s průměrnou oTS 68 %.

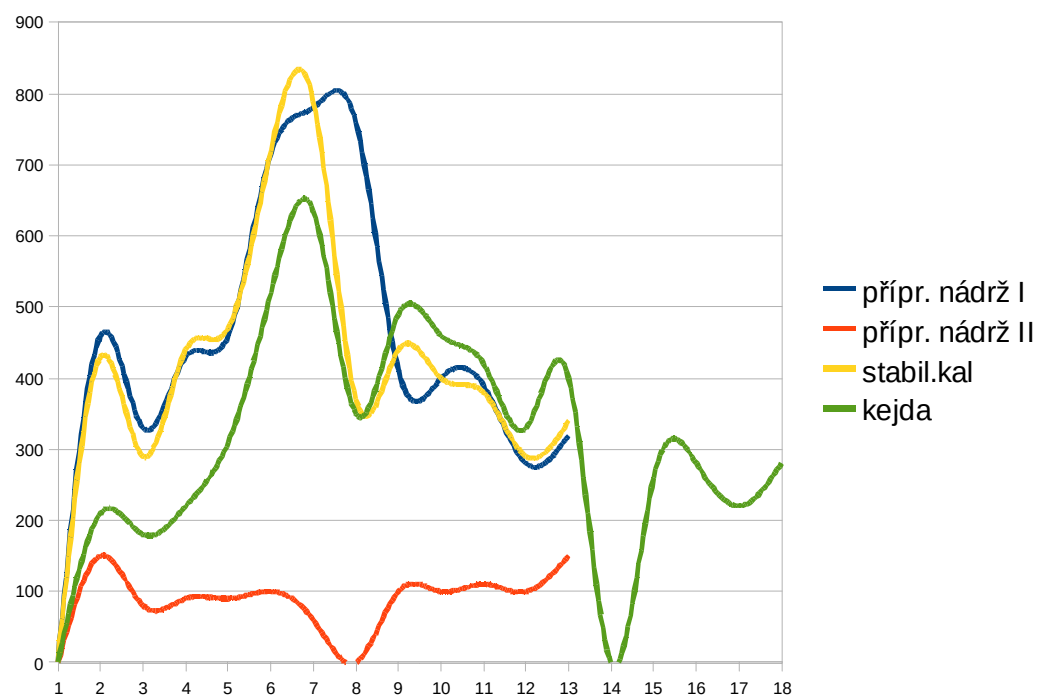
Tab. 4 Stanovení organických kyselin celkem (organischen Säuren)

Pr.Nr.:	Tiegel Nr.	TS - gehalt % TS 105	oTS - gehalt % TS	oTS % FM	oTS in g/ kg FM	organ. Säuren g/kg FM	oS=oTS+Sr %FM
VG I.	44	8,83790524	83,5214447	7,381546	73,8154613	7,112602193	8,09280635
VG I.	43	9,06546727	83,1753032	7,54023	75,4022989	7,055576541	8,24578754
VG I.	arithm. Mittel	8,952	83,348	7,461	74,609	7,084	8,169
NGB	9	4,8457622	73,0119489	3,537985	35,3798542	0,844172483	3,62240267
NGB	39	4,72824301	71,2360497	3,368214	33,6821354	0,848532609	3,4530668
NGB	arithm. Mittel	4,787	72,124	3,453	34,531	0,846	3,538
VG II.	48	8,15474424	79,3011405	6,466805	64,6680518	5,7894666	7,04575184
VG II.	40	8,38014888	79,876821	6,693797	66,9379653	5,874456522	7,28124218
VG II.	arithm. Mittel	8,267	79,589	6,580	65,803	5,832	7,163
Gülle	82	4,03296703	65,7914293	2,653347	26,5334665	1,58308226	2,81165488
Gülle	90	3,97793235	69,6682464	2,771356	27,7135571	1,675675273	2,93892324
Gülle	arithm. Mittel	4,005	67,730	2,712	27,124	1,629	2,875

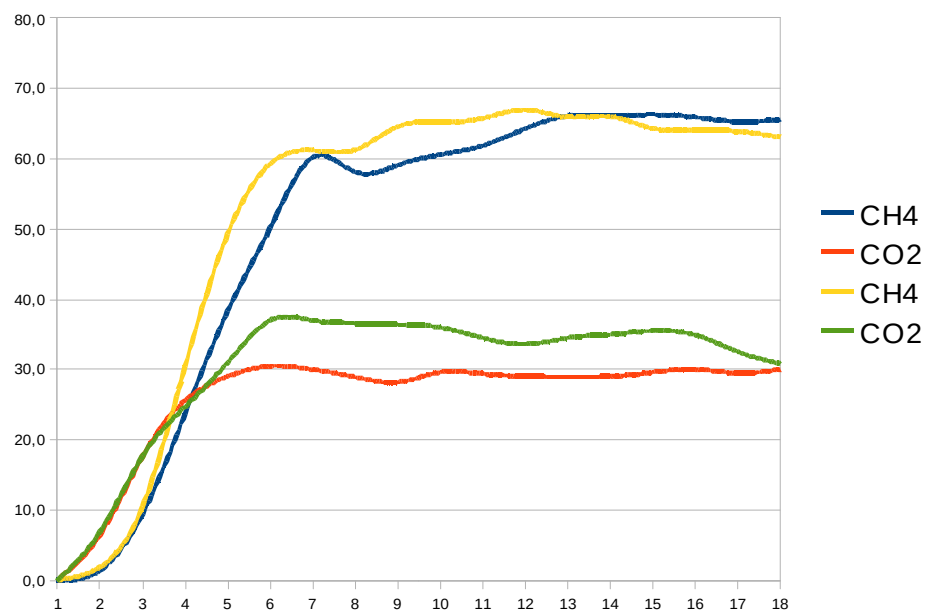
Také obsah organických kyselin znázorňuje míru stability substrátu. Proto je z tabulky 4. patrné poměrně vysoké množství org. kyselin obsažených ve vstupních kosubstrátech. Naopak v stabilizovaném vzorku NGB jsou org. kys. zanedbatelné.

Z níže uvedených grafů 1. a 2. lze názorně demonstrovat okamžitý nárůst vývinu plynu, přičemž graf 2. vypovídá o prvotní částečně ještě aerobní fázi s převahou oxidu uhličitého, který ihned střídá strmý nárůst methanu produkovaný striktně anaerobními methanogenními bakteriemi.

Graf 1 Množství vzniklého plynu [ml]



Graf 2 Množství vzniklého methanu a oxidu uhličitého [ml]



ZÁVĚR

Jednoduchou metodou lze názorně demonstrovat a provést základní analýzu procesu vzniku bioplynu z široké škály biomateriálů. V tomto pokusu byl uskutečněn analytický rozbor vstupních kosubstrátů, který určuje míru stabilizace těchto látek. Tento model poskytuje možnost optimalizace složení substrátu před vstupem do BPS.

Za dobu tří let výzkumu bylo prokázána poměrně vysoká spolehlivost stanovení biologické stability organických materiálů. Velkou výhodou tohoto pokusu je poměrně velký počet vzorků a jejich kombinací, které se dá za relativně krátký časový úsek ověřit. Nevýhodou je však malý objem reaktorů, který za reálných podmínek nemusí stoprocentně odpovídat. Nabízí se tu však další možnosti pro výzkum bimechanizace a to například vliv přístupu světla na množství a kvalitu bioplynu.

LITERATURA

RICHTLINIE VDI 4630, Biomethanizierung des biologisches Substraten

RICHTLINIE DIN EN 12879, organische Trockensubstanzbestimmung

RICHTLINIE DIN EN 12880, Trockensubstanzbestimmung

KANSWOHL, N., 2007, Fach Nachwachsende Rohstoffe, Universität Rostock, Agrarfakultät, studijní materiál

EICHLER-LOEBERMAN, B., 2007, NAWARO, Biogasproduktion, Universität Rostock, Agrarfakultät, studijní materiál

STRAKA, F. a kol., Bioplyn, Praha, 2006, Gas, s.r.o.

LECHNER, P., Kommunale Abfallentsorgung, 2004, Facultas UTB, ISBN 3-8252-2114-8