BIOGAS TRANSFORMATION OF LIQUID SUBSTRATES

Karafiát Z., Vítěz T.

Department of Agriculture, Food and Environmental Engineering, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Zemedelska 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xkarafi0@node.mendelu.cz

ABSTRACT

The goal of research is to optimalize liquid substrates fermentation proces for different sorces of materials and raise ammout of findings which are necessary for more effective bio-gas stations prosecution using liquid substrates technoligy. On the basis of time-schedule were chosen materials for testing in anaerobic fermentation (biomass) from agricultural basic industry. In cocrete is negotiated on silage, herbal silage, cow and pig manure. These materials are gesticulate and step by step transformed on biogas in different time period, with uncertain dynamism and in different quality and quantity manure gas.

Key words: biogas, biogas station, fementation, biomass

Acknowledgments: The project is implemented with financial support from the state budget through the Ministry of Industry and Trade of the National Research Program II – Permanent prosperity – Project number 2A-3TP/010

ÚVOD

Technologie fermentace netekutých substrátů je vhodná zejména pro materiály s vyšším obsahem sušiny (25 % a více), umožňuje zpracovávat materiály se 3 – 4 násobným obsahem organické hmoty ve srovnání s reaktory na tekuté substráty. Dokáže efektivně využít i substráty, které nelze jednoduše zpracovat například nedokonale vytříděné bioodpady s příměsi plastů, dřeva, kovů, zeminy, a docílit tím snížení jejich množství ukládaných na skládky. Z důvodu chybějících nebo nedostatečných informací o procesu fermentace netekutých substrátů zahájila provoz výzkumná laboratoř určena pro výzkum anaerobní fermentace netekutých substrátů. Tento projekt byl realizován společností FORTEX AGS a.s. ve spolupráci s Mendelovou zemědělskou a lesnickou univerzitou v Brně. Cílem výzkumu je získat podklady z experimentů prováděných s netekutými substráty a aplikovat je v provozních bioplynových stanicích, tak aby byla co nejvíce zefektivněna jejich hospodárnost. Získané poznatky bude možné ihned uvést do praxe v provozní bioplynové stanici, která s laboratorní stanicí bezprostředně sousedí.

MATERIÁL A METODIKA

Každý z 6 laboratorních fermentorů o objemu 0,48 m^3 je po naplnění hermeticky uzavřen a postupně v něm začíná probíhat vlastní fermentační proces. Biomasa je zpracovávána při teplotě 37 °C ± 2 °C při pravidelném postřiku biomasy procesní tekutinou – perkolátem. Perkolát je bakteriální inokulum, které zajišťuje transport dostatečného množství mikroorganismů, které se podílí na rozkladu organického podílu biomasy ve zpracovávaných materiálech při vzniku bioplynu. Do tří dnů od počátku experimentu dojde k odstranění zbytkového kyslíku a stabilizaci celého anaerobního procesu. Vznikající bioplyn je jímán do plynových vaků. Proces je diskontinuální, minimální délka cyklu je 27 dnů. Na konci cyklu je část původního substrátu vyvezena a nahrazena novou biomasou v tzv. „směsném navýšení“ (poměr mezi původní, částečně anaerobně zpracovanou a čerstvou biomasou). Hmotnostní množství čerstvé biomasy je samozřejmě ovlivněno druhem zpracovávané biomasy a její objemové hmotnosti. Směs biomasy při vsázce dosahuje sušiny 20 - 60 %, přičemž optimální hodnotou je 25 - 35 %. Měrná hmotnost se pohybuje v rozmezí 600 - 800 $kg \cdot m^{-3}$. Poměr C:N se pohybuje v rozpětí 20 - 35:1. Byla založena sada experimentů s anaerobní fermentací jednotlivých substrátů. Při každodenním laboratorním měření byly získány data: teplota biomasy, pH, teplota perkolátu, tlak v reaktoru, množství vzniklého plynu a jeho složení CH_4, CO_2, H_2S, O_2. Dále byla v pravidelných intervalech sledována sušina při 60 °C a 105 °C, ztráta žíháním RL, obsah nižších mastných kyselin (octová, propionová, mléčná, máselná), amoniakální dusík, ztráta žíháním NL. Pro analýzu bioplynu byl využit přenosný analyzátor plynů Dräger X-am 7000. Mezi testované materiály patří kukuřičná siláž, travní senáž, chlévská mrvu a vepřový hnůj.

Fáze procesu

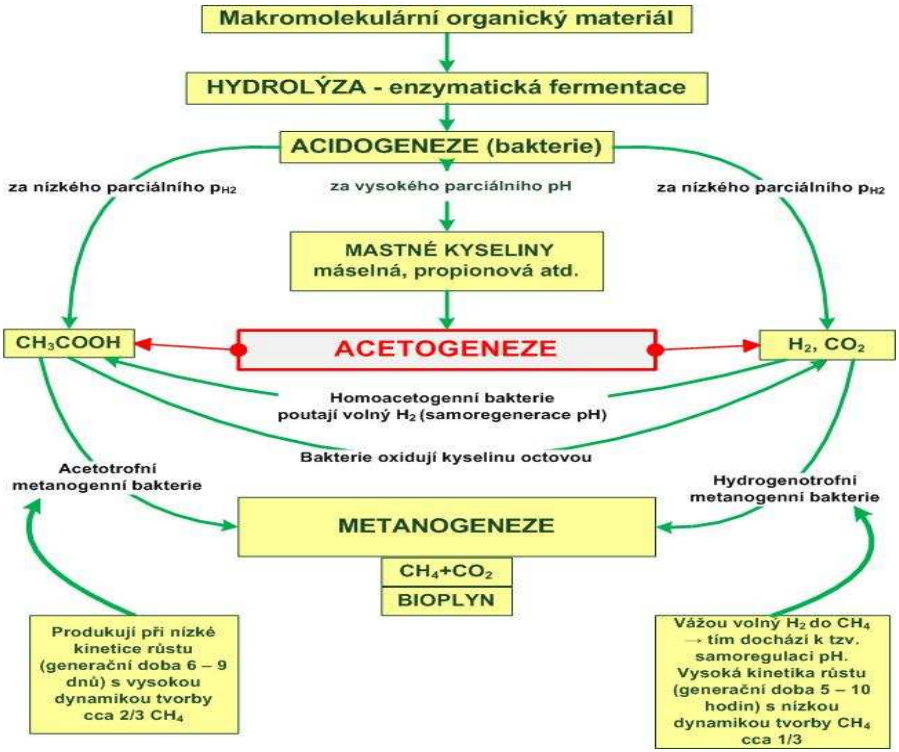
fáze I. – hydrolýza, začíná v době, kdy je v prostředí vzdušný kyslík a dostatečná vlhkost přesahující 50 % hm. podílu, dochází k rozkladu polymerů na jednodušší organické látky, tzv. monomery (jednoduché cukry, aminokyseliny, mastné kyseliny),

fáze II. – acidogeneze, dochází k odstranění zbytků vzdušného kyslíku a vytvoření anaerobního prostředí, prostřednictvím fakultativních anaerobních mikroorganizmů schopných aktivace v obou prostředích,

fáze III. – acetogeneze, během této fáze převádějí acidogenní kmeny bakterií vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou, vodík a oxid uhličitý,

fáze IV. – metanogeneze, metanogenní acetotrofní bakterie v alkalickém prostředí rozkládají hlavně kyselinu octovou na metan a oxid uhličitý, hydrogenotrofní bakterie produkují metan z vodíku a oxidu uhličitého. Některé kmeny bakterií provádějí obojí.

Obr. 1 Průběh čtyřfázové anaerobní fermentace



VÝSLEDKY A DISKUZE

Chlévská mrva

pH

Proces velmi stabilní. Průměrné hodnoty pH se pohybují po celou dobu v rozmezí 7,6 – 7,8 pH s minimálními výkyvy.

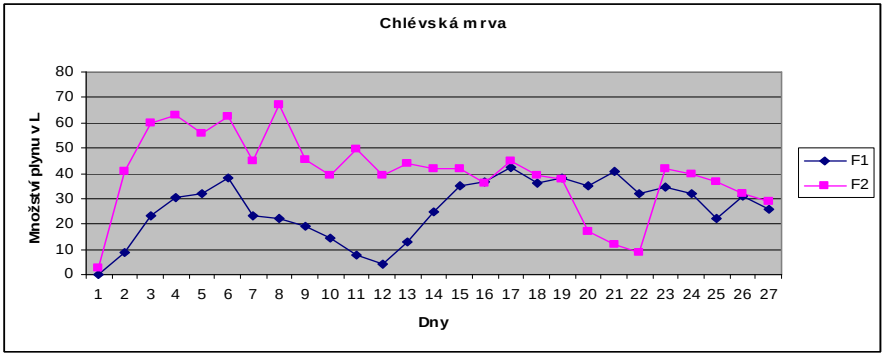
Složení bioplynu

Pro danou biomasou je typické málo proměnlivé složení bioplynu s vysokým obsahem metanu. Obsah metanu se rychle dostává na hranici 60 % objemových a po celou dobu cyklu se pohybuje v rozmezí 55 – 60% objemových metanu. Ve složení bioplynu nedochází k výraznějším výkyvům. Obsah CO_2 je ve srovnání s jinými substráty nejnižší, hodnoty oscilují v rozmezí 35 – 45 % objemových. Při hodnocení obsahu H_2S byly použity jeho maximální hodnoty a v rámci jednotlivých cyklů osciluje v rozmezí 56 – 300 ppm.

Množství bioplynu

Množství produkovaného bioplynu je velmi nízké. Charakteristickým znakem chlévské mrvy je propady produkce bioplynu uprostřed cyklu, následně však opět dojde ke zvýšení jeho produkce. Denní produkce bioplynu z jednoho fermentoru osciluje v rozpětí 30 – 60 litrů.

Graf. 1 Množství vyprodukovaného bioplynu z chlévské mrvy



Kukuřičná siláž

pH

U kukuřičné siláže je nutno věnovat hodnotě pH zvýšenou pozornost a to hlavně na začátku cyklu. Přídavkem nové siláže dochází k okyselení biomasy a pH může klesnout až k hodnotě 5,1. Při silném poklesu pH je možno aplikovat do perkolátu vápenné mléko, které klesající trend zvrátí. Průměrné hodnoty pH ve všech cyklech oscilují v rozmezí hodnot 5,8 do 8,6.

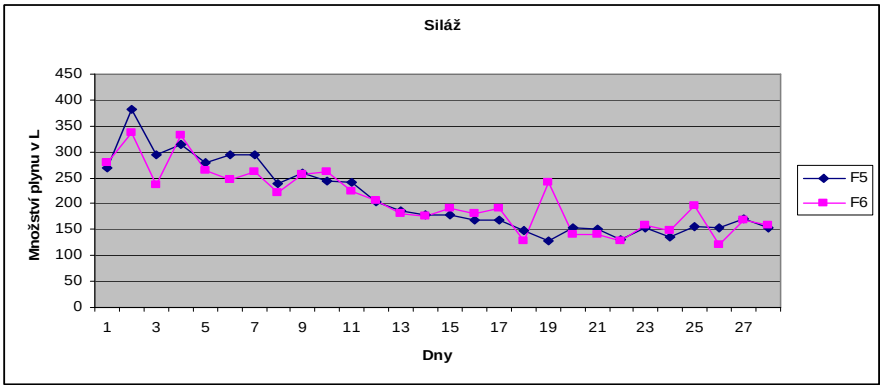
Složení bioplynu

Charakteristikou kukuřičné siláže je obsah metanu v rozmezí 50 až 55 % objemových. Obsah CO_2 je ve většině případů 46 – 50 % objemových. Při měření H_2S hodnoty pohybovaly do 300ppm, ojediněle byly naměřeny maximální nárazové hodnoty dosahující 3395 ppm (např. fermentor 6 cyklus 7).

Množství bioplynu

Kukuřičná siláž se vyznačuje nejvyšší produkcí bioplynu ze všech substrátů. Průměrná denní produkce bioplynu se pohybuje kolem 190 litrů. Pro kukuřičnou siláž je typický rychlý nárůst produkce bioplynu s pozvolným klesáním.

Tab. 2 Množství vyprodukovaného bioplynu z kukuřičné siláže



Travní senáž

pH

Průměrné hodnoty se oscilují v rozpětí od 7,3 do 8,0 s minimálními výkyvy.

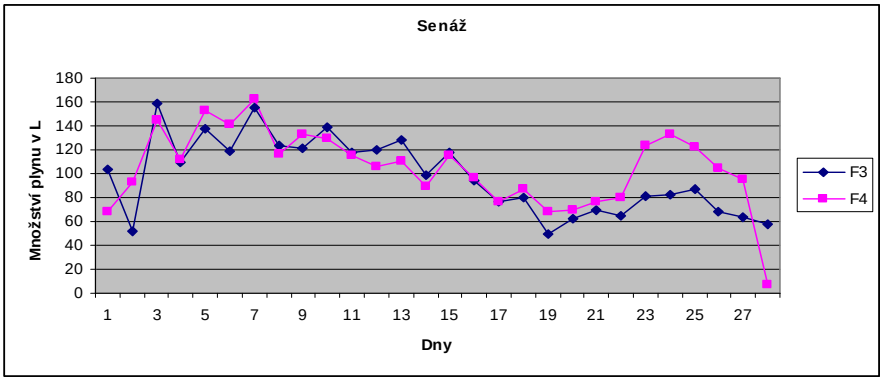
Složení bioplynu

Nevýhodou senáže je, že obsah metanu jen zřídka překročí hranici 50 % objemových. Ve všech cyklech jsou hodnoty velmi vyrovnané, průměrné hodnoty 47 – 52 % objemových. Obsah CO_2 je ve většině případů 45 – 47 % objemových. Při měření H_2S hodnoty oscilovaly v rozmezí od 200 do 300 ppm, ojediněle byly naměřeny maximální hodnoty 700 ppm (např. fermentor 4 cyklus 4).

Množství bioplynu

Co se týče produkce bioplynu, pohybuje se senáž na rozmezí chlévské mrvy a siláže. Průměrná denní produkce bioplynu se pohybuje kolem 114 litrů. Nejvyšší produkce je dosahováno v prvních 14 dnech, poté objem bioplynu pozvolna klesá.

Graf 3 Množství vyprodukovaného bioplynu z travní senáže



Vepřová mrva

pH

Průměrná hodnota 7,6.

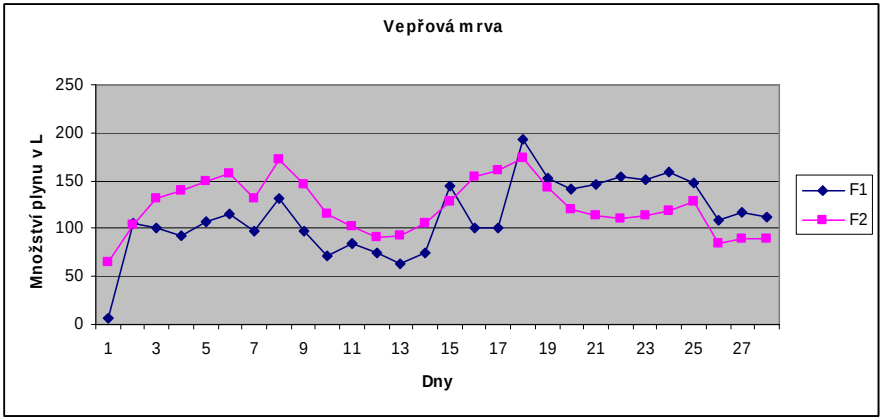
Složení plynu

V průběhu prvního cyklu nastala porucha analyzátoru plynů, hodnotíme složení plynu jen za prvních 18 dní cyklu. Obsah metanu za celou dobu měření nepřekročil hodnotu 50 % objemových. V průběhu cyklu byla dosahována střední hodnota metanu 47 % objemových. Průměrný obsah CO_2 je 50 % objemových. Obsah H_2S byl první den u obou fermentorů zvýšený 380 ppm v dalších dnech se pohyboval na úrovni 100 ppm.

Množství bioplynu

Oproti chlévské mrvě se vepřový hnůj vyznačuje 3 až 6 násobnou produkcí bioplynu. Průměrná denní produkce bioplynu se pohybuje kolem 117 litrů. Jako u chlévské mrvy je i zde typický propad uprostřed cyklu.

Graf 4 Množství vyprodukovaného bioplynu z vepřové mrvy



ZÁVĚR

Z dosavadních výsledků vyplývá, že pH je ovlivněno zejména druhem zpracovávaného substrátu. Má prokazatelně přímý vliv na složení i množství produkovaného bioplynu. Z výzkumu je zřejmé, že ideální hodnota pH pro anaerobní mezofilní fermentaci netekutých substrátů se pohybuje v rozmezí hodnot 7 – 8. Kvalitativní složení bioplynu není výrazněji ovlivňováno mírnými teplotními výkyvy v rámci několika stupňů Celsia. Ani intenzita perkolace výrazně neovlivnila složení vznikajícího bioplynu. Zcela zřejmý je však vliv pH na obsah metanu.

Množství produkovaného bioplynu je podstatně náchylnější na výkyvy jednotlivých parametrů. Prokázala se závislost mezi pH a množstvím vznikajícího bioplynu, zejména v prvních cyklech kukuřičné siláže (nízké pH znamenalo nižší objemy bioplynu ve srovnání s dalšími fázemi). Dále

se prokázala závislost na teplotě. Při poklesu teploty biomasy množství vznikajícího bioplynu klesá, při růstu teploty do určité hranice objem bioplynu rostl.

Domníváme se, že nejvýraznější vliv na množství vznikajícího bioplynu má intenzita perkolace. V případě příliš intenzivní perkolace začalo množství vznikajícího bioplynu klesat, na druhou stranu při nedostatku perkolátu rovněž množství vznikajícího bioplynu výrazně klesalo. Po vyrovnání optimálních podmínek docházelo k opětovnému nárůstu množství vznikajícího bioplynu. Nastavení intenzity perkolace bude mít jednu z hlavních rolí na množství vyprodukovaného bioplynu.

Tab. 1 Souhrnné výsledky

		Chlévská mrva	Kukuřičná siláž	Travní senáž	Vepřová mrva
pH	[-]	7,6 - 7,8	5,8 - 8,0	7,3 - 8,0	7,4 - 7,6
Metan	[%]	55 - 60	50 - 55	47 - 52	47
Denní produkce bioplynu	[m^3]	0,03 – 0,06	0,190	0,114	0,117

LITERATURA

[1] SCHULZ, H. EDER, B. Bioplyn v praxi. 1. vyd. Ostrava: Nakladatelství HEL, 2004. 168s. ISBN 80-86167-21-6.

[2] STRAKA, František. Bioplyn. 2. rozš. vyd. Praha : GAS s.r.o., 2006. s. 9-338. ISBN 80-7328-090-6.