

RESEARCH OF ANAEROBIC FERMENTATION OF ORGANIC MATERIALS IN SMALL VOLUME BIOREACTORS

Trávníček P., Vítěz T., Dundálková P., Karafiát Z.

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: petr.travnicek@mendelu.cz

ABSTRACT

The biotechnology of biogas production is a complicated process because of the service and technology. It demands quality process monitoring with a high-speed response. Because of that there was established a specialized working compartment – The Wholerepublic Reference Laboratory of the Biogas Transformation. The main aim of our laboratory is to provide an expert assistance for the biogas station operators during the optimalization of the used substrates and entry materials. The expert analysis can help operators to reach the maximum feasible production. Currently we are focussed on the monitoring of the bioenzymatic preparation influence on the biogas station operations.

Key words: biogas, laboratory, bacterial concentrate

Acknowledgements: The project is financed by Skupina ČEZ „Green Energy“: The project number 2007.S044.02 and number 2008.S047.02

ÚVOD

Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky na Mendelově zemědělské a lesnické univerzitě v Brně úspěšně zareagoval na zvýšenou poptávku a trend směřující k většímu využívání obnovitelných zdrojů energie. Obnovitelný zdroj energie, který lze považovat za zemědělskému sektoru nejbližší, je výroba bioplynu. Jedná se o anaerobní rozklad substrátů ze zemědělské (např. hnůj, kejda, kukuřičná siláž atd.) a potravinářské výroby (např. výpalky, pokrutiny a další odpady z potravinářské výroby). Pomocí anaerobní fermentace lze zpracovávat i biologicky rozložitelné odpady jako např. vytříděnou biologickou složku komunálního odpadu nebo odpady z kuchyní a jídelen.

Z finančního příspěvku z prostředků projektu „Zelená energie“ Skupiny ČEZ byla na Mendelově zemědělské a lesnické univerzitě v Brně založena Celorepubliková referenční laboratoř bioplynových transformací.

Základním principem anaerobní fermentace je anaerobní rozklad biologicky rozložitelného substrátu na dvě základní složky – bioplyn a vzniklou biomasu. Hlavní složku bioplynu tvoří metan (cca 60 %) a nese využitelnou energii. Další složky jsou oxid uhličitý (cca 39 %) a další plynné látky (cca 1 %), které považujeme za doplňkové. Hlavní fáze bioplynových transformací tvoří hydrolyza, acidogeneze, acetogeneze a metanogeneze a dochází při nich ke štěpení polymerních látek (polysacharidy, tuky a bílkoviny) na látky monomerní (cukry, mastné kyseliny, aminokyseliny). Z těchto monomerů pak vzniká prostřednictvím mikroorganismů bioplyn, který lze energeticky využívat v kogeneračních jednotkách ke kombinované výrobě elektrické energie a tepla.

V současné době jsme díky garantovaným výkupním cenám elektřiny a dotační politice svědky rozmachu ve stavbě bioplynových stanic. Projektování těchto staveb je často založeno pouze na přibližných údajích charakterizujících výtěžky bioplynu z používaných substrátů. Nepřesnosti v projekční fázi potom vedou k odchýlkám od plánované produkce bioplynu, špatnému odhadu potřebného výkonu instalované kogenerační jednotky nebo ke špatnému dimenzování fermentačních a skladovacích prostor.

Provozovatel bioplynové stanice se může setkávat s problémy jak na začátku, při projekci stavby, tak během provozu bioplynové stanice. Nejčastějšími provozními problémy je udržení správné teploty v celém objemu fermentoru a poruchy čerpadel následkem jejich nevhodné volby nebo nedostatečnou předúpravou substrátu. Další úskalí představuje biochemie fermentačního procesu. Ve fermentorech se vedle produkce bioplynu sleduje rovněž hodnota pH, která se mění následkem biochemických změn ve fermentoru. Optimální hodnoty pH leží v rozmezí 7,5 – 8,1. Pokud dojde k poklesu pH pod hodnotu 7, hrozí kolaps celého fermentačního procesu. Kolaps systému anaerobní fermentace představuje pro provozovatele ztráty v zastavení produkce bioplynu a v horším případě i náklady, potřebné na vyprázdnění nefunkčního fermentoru. Změna pH je však až sekundárním následkem nestability fermentačního procesu. Počínající nerovnováhu procesu lze charakterizovat i na základě sledování chemických parametrů jako jsou chemická spotřeba kyslíku, sušina, organická sušina, celkový dusík, amonný dusík a především koncentrace nižších mastných kyselin.

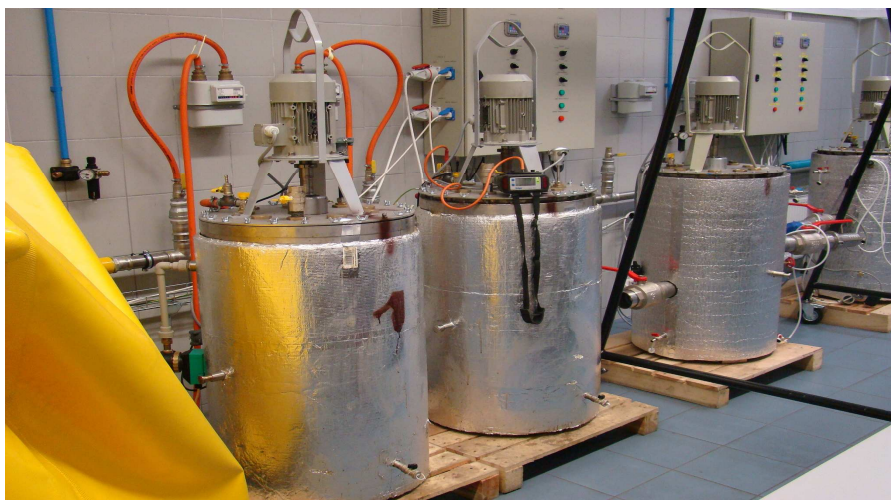
Biotechnologie výroby bioplynu je provozně a technologicky složitý proces, který vyžaduje kvalitní technologii, provozní kázeň obsluhy a kvalitní monitoring procesu s rychlou odezvou. V České

republiky byl a je nedostatek pracovišť a laboratoří, které by provozovatelům bioplynových stanic byly schopny poskytnout servis v podobě konzultací, výzkumu a chemických analýz. Laboratoř bioplynových transformací je v současné době vybavena čtyřmi pokusnými, vsázkovými bioreaktory o objemu 0,1 m³, které jsou určeny k testům plynové výtěžnosti substrátů dávkovaných do bioplynových stanic. Na dovybavení čekají další dva obdobné bioreaktory, které jsou upraveny pro semikontinuální provoz.

Analytická část laboratoře je vybavena a bude dále vybavována přístroji pro získání kvalitních výsledků chemických analýz, na jejichž základě může poskytovat data k optimalizaci procesu bioplynových transformací.

Úkolem laboratoře bioplynových transformací je sběr dat, podpora provozovatelů bioplynových stanic a výzkum v oblasti zefektivnění bioplynových transformací. Tím by měla přispět ke stabilitě provozu bioplynových stanic v České republice a zvyšovat nezávislost na fosilních energetických zdrojích.

Obr. 1 Pokusné fermentory



Zkušenosti s laboratorními pokusy nasvědčují, že to, co v laboratorních podmínkách funguje, nemusí dobře fungovat v reálném provozu bioplynových stanic. Díky spolupráci s Ústavem využití plynu Brno s.r.o. (ÚVP Brno), má pracoviště možnost ověřovat laboratorní výsledky v poloprovozních podmínkách pilotního bioreaktoru na bývalé skládce komunálního odpadu v Brně Černovicích. Bioplynový reaktor má objem 70m³ a je určen k produkci bioplynu s vysokým obsahem metanu (průměrně 63 %). Tento bioplyn je směšován se skládkovým plynem o nízké koncentraci metanu (průměrně 29 %), který je odplyňovacím systémem čerpán z tělesa skládky. Obsah metanu ve směsném plynu, který je odváděn k energetickému využití v kogenerační jednotce, se pohybuje okolo 31 %. Jedná se o první a zatím jedinou realizaci podobného typu v České republice.

Obr. 2 Pilotní zařízení anaerobní fermentace v Brně Černovicích, ÚVP Brno



MATERIÁL A METODIKA

Laboratorní testy s přípravkem APD BIO GAS

V současné době jsou velmi diskutovaným tématem přípravy na biologické bázi, které se přidávají do fermentorů bioplynových stanic pro optimalizaci výroby bioplynu. Naše Celorepubliková referenční laboratoř bioplynových transformací ve spolupráci s firmou BAKTOMA spol. s.r.o. a ATHEA IMPORT spol. s.r.o., nyní testuje nový výrobek APD BIO GAS, který je určený pro využívání v bioplynových stanicích.

Popis přípravku

Přípravek APD BIO GAS je nový bio-enzymatický přípravek pro optimalizaci výkonu bioplynových stanic a následné odstranění zápachu stabilizovaného materiálu po fermentaci. Je to směs bakteriálních kultur, enzymů a živin, které posilují a zrychlují v přírodě vlastní biodegradční proces. V přirozeném životním prostředí mají jak bakterie, tak i enzymy (katalyzátory rozkládající makromolekuly) významnou roli v procesu biologického odbourávání. Výsledkem působení přípravku v bioplynových stanicích by mělo být lepší, účinnější a rychlejší rozklad biomasy (exkrementy zvířat, fytomasa – senáž, kukuřičná siláž, vybrané části rostlin, odpady ze zpracovatelského a potravinářského průmyslu nebo např. masokostní moučka). Pravidelným denním dávkováním přípravku APD BIO GAS by mělo docházet k účinnější metanogenezi a k navýšení množství produkovaného bioplynu. Zároveň by měl přípravek omezovat zápach.

Bakteriální koncentrát APD BIO GAS není geneticky manipulován nebo měněn. Vyskytuje se přirozeně v prostředí (v půdě, vodě). Je bezpečný, stabilní, nepatogenní a netoxický. Má povahu fakultativní, to znamená, že je schopen růstu za přítomnosti i nepřítomnosti kyslíku. Přípravek je silným producentem enzymů a při tom neobsahuje žádné salmonely.

Laboratorní test

Laboratorní test jsme prováděli srovnáním výsledků ve dvou pokusných fermentorech o objemech 0,1 m³. V obou fermentorech probíhal proces anaerobní fermentace současně, za stejných podmínek a se stejným vstupním materiálem. Do jednoho reaktoru bylo pravidelně, po dobu 10 dnů, přidáváno 100 ml vodného roztoku aktivovaného přípravku APD BIO GAS v určité koncentraci a do druhého pro zachování poměru 100 ml vody. Sledovali jsme a vyhodnocovali množství a složení vzniklého plynu, teplotu a hodnotu pH. Jako vstupní substrát byla použita kejda s kukuřičnou siláží odebraná z homogenizační jímky farmářské bioplynové stanice. Test byl proveden v několikopakováních. V současnosti probíhá v laboratoři další opakování testu s upravenými dávkami přípravku APD BIO GAS.

Obr. 3 Dávkování přípravku APD BIO GAS



VÝSLEDKY A DISKUZE

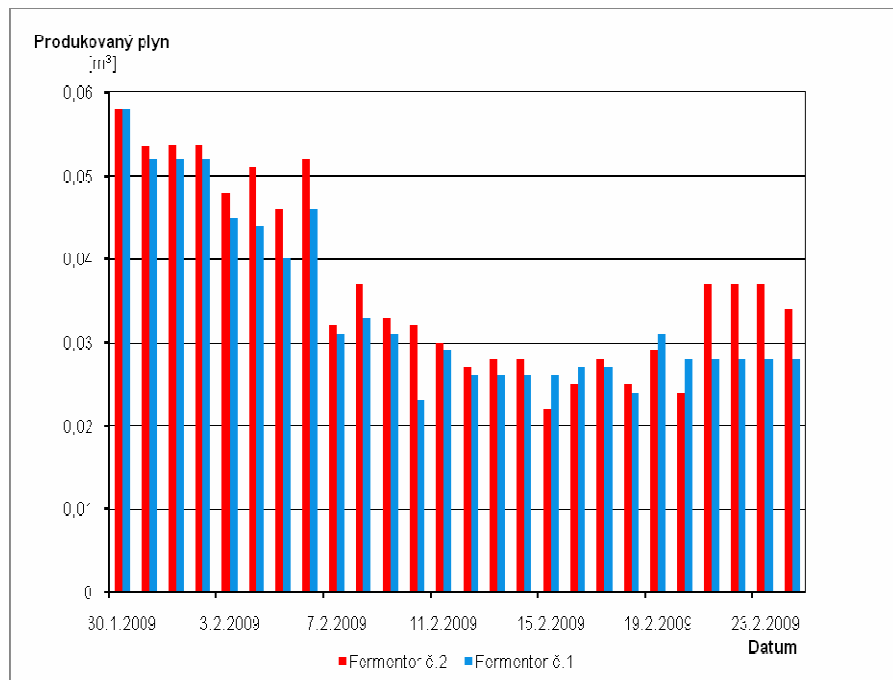
Naměřené hodnoty, resp. jejich průměrné hodnoty jsou uvedeny v tab. 1. Z uvedených výsledků je patrné, že pokud srovnáme proces anaerobní fermentace s přidávkou přípravku ABD BIO GAS a bez přidávky, tak největší rozdíl vidíme v celkové produkci plynu. Celková produkce plynu z fermentoru

č. 2, tedy s bio-enzymatickým přípravkem, je o 7 % vyšší, než v procesu, který probíhá za běžných podmínek. Porovnání denní produkce plynu v m³ je názorně zobrazeno i v grafu 1. Ze sledovaných hodnot lze vyvodit závěr, že přípravek pozitivně ovlivňuje množství vzniklého plynu, ale na složení plynu nemá významný vliv.

Tab. 1 Výsledek sledovaných parametrů v průběhu testu

Sledované parametry	Fermentor č. 1	Fermentor č. 2 s přípravkem
teplota materiálu [°C]	40	39,5
pH	7,65	7,80
denní produkce plynu [m ³]	0,03454	0,03696
celková produkce plynu [m ³]	0,898	0,961
složení plynu:		
– CH ₄ [%]	55,90	56,53
– CO ₂ [%]	44,1	43,47
– H ₂ S [ppm]	0	0

Graf 1 Porovnání denní produkce plynu



ZÁVĚR

Bioplyn má v rámci produkce energie z obnovitelných zdrojů nezastupitelný význam. Úkolem laboratoře bioplynových transformací je sběr, zpracování a vyhodnocení dat, tak aby bylo možno provádět kvalitní výzkum v dané oblasti. Poznatky zjištěné z výzkumu by měly primárně sloužit jako

informační podpora vlastníkům a provozovatelům bioplynových stanic, kteří by mohli na základě našich poznatků zefektivnit své technologie a přispět tak ke stabilitě provozu bioplynových stanic v České republice a tím zároveň ke zvyšování nezávislosti na tradičních energetických zdrojích.

Na základě provedených testů s bioenzymatickým přípravem APD BIO GAS lze říci, že tento produkt pozitivně ovlivňuje celkovou produkci plynu v anaerobním procesu, ale nemá významný vliv na složení vzniklého plynu. Pro vyvození relevantních závěrů je však nezbytně nutné testy opakovat a vytvořit tak širší spektrum dat, ze kterých bude jednoznačně možno určit jak dávkování bioenzymatických přípravků může ovlivnit provoz bioplynových stanic. Ve sledování vlivu bioenzymatických přípravků na provoz bioplynových stanic pokračujeme a již nyní probíhají experimenty s upravenou koncentrací přípravku. Také připravujeme sérii testů s různými druhy vstupních substrátů, aby bylo možno potvrdit vliv těchto přípravků na celou škálu substrátů používaných v praxi.

LITERATURA

[1] SCHULZ, Heinz , EDER, Barbara. *Bioplyn v praxi*. 1. vyd. Ostrava : HEL, 2004. 168 s. 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.