

# BCM-BIOGASTEST-1000 KE STANOVENÍ MAXIMÁLNÍ VÝTĚŽNOSTI VÝROBY BIOPLYNU POPŘ. BIOMETHANU

GÜNTHER L.<sup>1</sup>, HOFMANN J.<sup>2</sup>, MIKOW U.<sup>2</sup>

1. DGE GmbH, Lutherstadt Wittenberg

2. INC e.V. Leipzig

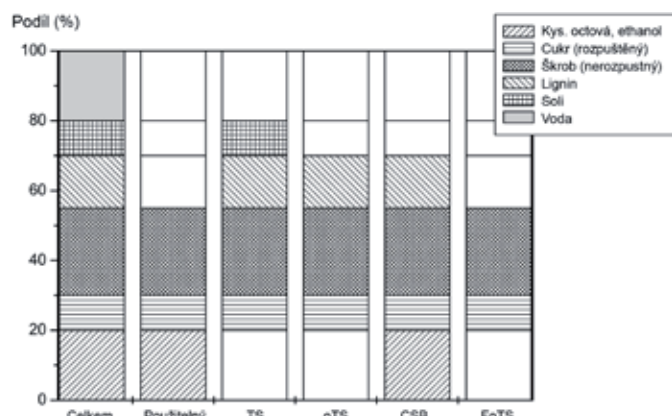
Pomocí nově vyvinutého systému BCM-Biogastest-1000 může být velmi přesně stanovena výtěžnost provozů na výrobu bioplynu nebo popř. biomethanu. Test vychází z tisícíhodinového sledování fermentačního procesu a z použití vhodných analýz k detekci inhibitorů fermentace, jako je např. amonium. Touto metodou je možné zjistit a stanovit maximálně možný a dříve nevyužívaný potenciál bioplynových výrob. Pokud je tento test kombinován navíc ještě s vhodnými metodami odstranění inhibitorů, můžeme stanovit prakticky možnou maximální výtěžnost. Nově vyvinutou technologii pak lze dosáhnout skutečné výtěžnosti procesu velmi blízko hranici maximální výtěžnosti.

Jak bylo prokázáno, vede odstranění inhibitorů ke zvýšení výtěžnosti procesu o 30 až 50 % při použití směsi kukuřičné siláže a kejdy. Při výrobě bioplynu ze směsi kejdy a sušeného trusu z drůbežárny může odstranění inhibitorů vést až ke 100% nárůstu výtěžnosti procesu.

## Úvod

Přesné stanovení výtěžnosti bioplynových a biomethanových výrob je v praxi velmi obtížné a mnohdy takřka nemožné, protože výtěžnost je závislá na souhrnu mnoha parametrů a jejich vlivu na fermentační proces. Často používaná hodnota BSK sumarizuje sice všechny organické vazby, ovšem nezávisle na jejich zužitkování ve fermentačním procesu. V hodnotě BSK jsou zahrnuty i komponenty, které se fermentace nezúčastní vůbec nebo jen částečně, to platí např. o ligninu. Hodnoty TS nebo oTS získávané metodou vysušení násady při 105 °C zase naopak neobsahují některé lehce těkavé látky, které se při zkoušce odpaří, ale v praxi se fermentace zúčastní. Tady jde např. o ethanol nebo částečně i o kyselinu octovou. Ve výpočtech zmíněných biologických ukazatelů se navíc nezohledňuje vliv nebiologických komponent, které se fermentací zužitkují. S těmito vlivy počítá hodnota FoTS a lze říci, že výsledek vypočtený na základě této hodnoty se už pohybuje v blízkosti skutečné výtěžnosti procesu v praxi a zohledňuje působení jak biologických, tak i nebiologických součástí vstupní suroviny. Při výpočtu množství bioplynu nebo biomethanu podle materiálové bilance lze získat takové podklady, které umožňují odhad obsahu methan: CO<sub>2</sub> v poměru 50 % : 50 %. Pro zajímavost – při reálných testech bylo dosaženo vyššího podílu methanu, a to až k 70 %. Popsané závislosti jsou shrnuty v obrázku č.1.

Obr. 1 – Stanovení obsahu kvasného zbytku pomocí parametrů TS, oTS, CSB/BSK a FoTS (bez korekce)



Stanovení výtěžky bioplynu, jak bylo popsáno výše, upravuje směrnice VDI č. 4630 „Kvašení organických látek“. Firma DGE ve spolupráci s INC tuto metodu vědecky zkoumala a rozšířila o 1000 hodinový test (zhruba 42 dnů) vyhodnocování průběhu fermentace. Mimo to byla navíc ještě použita plynová chromatografie ke stanovení dusíku a vodíku. Tyto údaje opět přispěly k upřesnění bilance bioplynového procesu. Ionochromatickou analýzou kapalné fáze pak byly určeny významné inhibitory fermentace, jako již dříve zmíněné amonium. BCM-Biogastest-1000 specifikuje s velkou přes-

ností přítomné látky, bere v úvahu jejich vliv na fermentaci a lépe tak charakterizuje sumární parametry celého procesu. Na základě toho lze odhadnout potenciál výtěžnosti bioplynových procesů podstatně přesněji než pomocí všech dosud používaných metod.

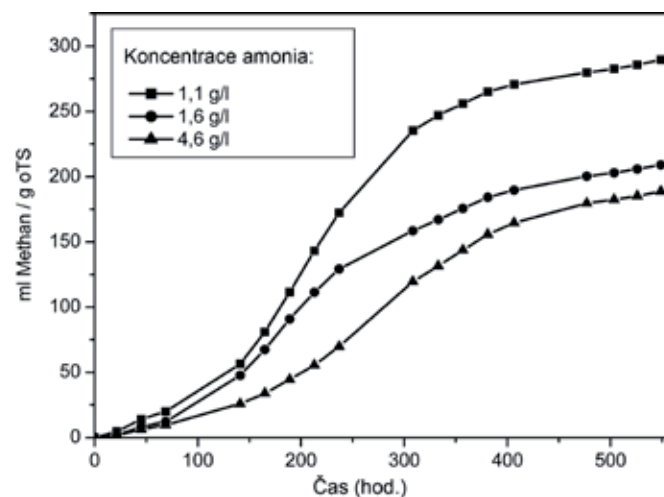
## Výsledky výzkumu

Následně bude na třech konkrétních případech popsáno stanovení maximálního výtěžku bioplynových procesů pomocí metody BCM-Biogastest-1000. Především budou prodiskutovány tři důležité faktory – změna složení bioplynu v závislosti na čase, vliv amonia na průběh fermentace a kvasný potenciál substrátového zbytku.

## Vliv amonia na výtěžnost bioplynu

Obzvláště významný brzdný efekt na tvorbu bioplynu mají edukty obsahující kejdu a tekuté živočišné výkaly, odkud se amonium jen velmi pomalu uvolňuje. Na obr. 2 jsou znázorněny křivky závislosti vývinu methanu na různých koncentracích amonia. Pro určení těchto závislostí byla použita kukuřičná siláž a koncentrace amonia se měnila pomocí přidavku uhličitánu amonného. Použitá siláž byla očkovaná vykvašeným podkladem.

Obr. 2 – Fermentace kukuřičné siláže – vliv obsahu NH<sub>4</sub><sup>+</sup>



Při obsahu NH<sub>4</sub><sup>+</sup> v kvasném substrátu kolem 4,6 g/l je oproti koncentraci 1,1 g/l nutný zhruba dvojnásobný čas na získání 175 l methanu/kg oTS. Prodloužíme-li dobu sledování na 1000 hodin (tedy cca 42 dnů), lze zejména při vyšších koncentracích NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dobře vysledovat, že porušení rovnováhy mezi NH<sub>3</sub> a NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ve fermentačním procesu má za následek utlumení průběhu procesu. Biomasa vypadá, že je pro další proces už nepoužitelná. Zdálnivá nepoužitelnost biomasy není v tomto případě ovšem otázkou zbytkového složení, nýbrž přítomností inhibitorů procesu. Pokud by se takto

Dokončení na další straně

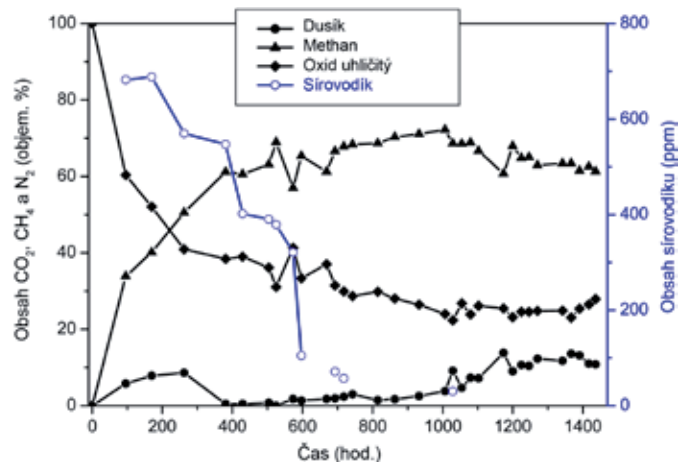
získaná data použila na výpočet výtěžnosti zařízení, resultovaly by z toho chybné závěry a na základě toho neefektivní provoz zařízení. Zdánlivě vyčerpaná zbytková biomasa má stále ještě použitelný potenciál pro další kvašení. Z toho vyplývá, že vedle obsahové analýzy fermentačního substrátu v závislosti na čase je nutná také periodická analýza tekuté fáze na přítomnost inhibitorů.

Pokud amoniak dosáhne vyšších koncentrací a začne působit jako inhibitor, je možné z části zbytku obsahu reaktoru – zhruba asi z 80 % termickým působením odstranit amoniak. Po ochlazení smícháme tekutou fází se zbylou částí obsahu reaktoru (tedy asi 20 %) a tím znovu získáme mikrobiologicky aktivní roztok. Termické vyloučení amoniaku má za následek, že vývoj bioplynu se opět nastartuje a dosáhneme tím výrazně vyšší hodnoty zhodnocení procesu než bez popsané meziúpravy zbytku kvasného substrátu.

### Složení bioplynu

Složení bioplynu je klíčovou informací pro určení výtěžnosti procesu. V běžných technologiích používané volumetrické stanovení složení plynu nemůže poskytnout žádná přesná data vypovídající o energetické hodnotě bioplynu. Především při použití surovinové směsi kejdy a suchého trusu z drůbežáren je mimo jiné vyvíjen také dusík. Toto bylo zaznamenáno stejně tak na začátku procesu jako i při vyšší koncentraci amoniaku v průběhu a na konci prokvašení biomasy. To vede k problému především tehdy, když je bioplyn dále zbavován oxidu uhličitého, aby se zvýšil podíl methanu a mohl být tak odváděn do plynové sítě. Problém spočívá v tom, že dusík není působením propíracího činidla v amoniakové pračce stejně jako methan nijak absorbován a zůstává přítomen v biomethanové fázi. Přítomnost inertního dusíku v plynu způsobuje výrazné snížení hořlavosti biomethanu a tím ovlivní negativně jeho kvalitu. Obr. 3 znázorňuje změnu složení bioplynu v průběhu 1000 hodinového testu se směsí suchého drůbežího trusu a kvasného zbytku.

Obr. 3 – Složení bioplynu při fermentaci suchého trusu a kvasného zbytku (naočkovaný)



Podíl methanu není v průběhu bioplynového procesu konstantní, nýbrž je závislý na stupni reakce. Exaktní látková bilance a smysluplný odhad výtěžnosti methanu jsou možné pouze na základě komplexních děledobých analýz vznikajícího bioplynu. Výsledky nám pak podávají obraz o možném a praktickém výnosu procesu, ať už se biomethan dodává do plynových sítí, nebo se přeměňuje na elektrickou energii.

### Potenciál kvasného zbytku

Při sledování bioplynového potenciálu kvasného zbytku se ukazuje, že především v takových zařízeních, kde je zpracováván suchý drůbeží trus a kejda ve směsi s kukuřičnou siláží, zůstávají důležité podíly v kvasném zbytku z hlediska využití bioplynového potenciálu naprosto nevyužity.

## BCM Proces

### Od výroby bioplynu až k biomethanu – kompletní procesní systém

- BCM-Bio** Proces k výrobě bioplynu s obsahem biomethanu až 70 obj.% s maximální výtěžností. Nový proces pro zužitkování kukuřičné siláže a živočišného zemědělského odpadu.
- BCM-Clean** Vysoce účinná vodní pračka k čištění bioplynu se ztrátou methanu pod 0,2 %.
- BCM-Sorb** Proces technické úpravy bioplynu (aminová pračka). MT-Biomethan převzal úplnou právní ochranu technologie.
- BCM-Dry** Proces sušení biomethanu při normálním tlaku s rosným bodem pod -90 °C.
- BCM-Amino** Tímto procesem odstraníme amoniak a jiné nežádoucí látky z fermenteru a získáme zkrácení času fermentace až o 50 % a výrazně vyšší výtěžnost methanu ze živočišných zemědělských odpadních surovin. Výrazně přispívá k ochraně životního prostředí a ke snížení zatížení podzemních vod dusíkem.

Spojením všech procesů BCM lze dosáhnout výrazného zvýšení hospodárnosti výroby bioplynu a získat větší podíl čistého biomethanu. Maximální efektivity lze dosáhnout jen uceleným procesem BCM. V našem BCM-vývojovém centru ve Wittenbergu Vám zoptimalizujeme Vaše provozy.

Endlich mehr  
Biogas aus  
unserer Gülle!

Da drück ich  
gleich mehr ab!

DGE GmbH  
Hufelandstrasse 33  
D-06886 Wittenberg  
Tel.: +49 3491 661841  
Fax: +49 3491 661842  
DGE-Info@t-online.de  
www.dge-wittenberg.de



V Evropě instalovaná malá zařízení využívající procesy BCM



2008: zařízení BCM v Meilenu (CH)  
50 Nm<sup>3</sup>/h biomethanu  
biomethanu z kalů ČOV



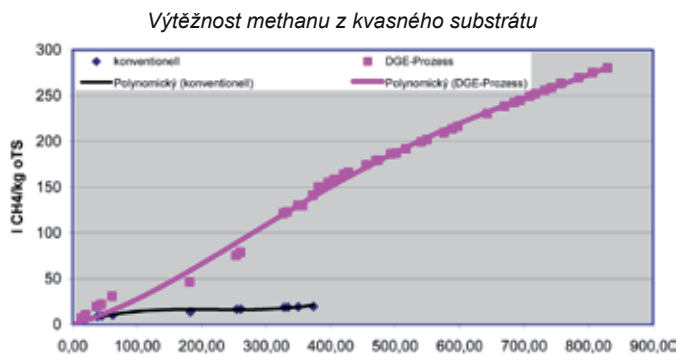
2010: BCM-Sorb a BCM-Dry ve Volketswil (CH)  
140 Nm<sup>3</sup>/h biomethanu z odpadních surovin



2010: BCM-Sorb a BCM-Dry v Engerwitzdorfu (A),  
200 Nm<sup>3</sup>/h biomethanu ze zemědělských a odpadních surovin

Např. při úplném využití kvasného zbytku ze substrátu hovězí kejdy bychom mohli obdržet až 380 litrů methanu na kg oTS. To ukazuje, že dříve nevyužité bioplynové potenciály mohou vytvářet až 40% z celkového energetického zisku. Na obr. 4 je znázorněn výtěžek methanu z kvasného zbytku. Znázorněná funkce ukazuje zisk biomethanu bez meziúpravy kvasného zbytku (běžné využití) ve srovnání se ziskem biomethanu s meziúpravou kvasného zbytku v technologiích DGE. Pomocí cílené redukce amoniaku v kvasném zbytku a při optimálních teplotních podmínkách fermentace může výtěžek biomethanu vystoupat až přes 250 litrů na kg oTS.

**Obr. 4 – Fermentace kvasného zbytku (běžného) a s meziúpravou v nově vyvinutém zařízení od DGE**



**Vysvětlivky ke grafu: konventionell – běžné využití kvasného substrátu; DGE-Prozess – využití substrátu při použití nového postupu zhodnocení substrátu od DGE**

Firma DGE GmbH a BCM-Biogasentwicklungszentrum (BCM-centrum pro vývoj bioplynových zařízení) v Lutherstadt Wittenberg dodávají moderní technologie a zajišťují ekonomické a hospodárné zpracování biomasy na bioplyn a biomethan. Produkce bioplynu je s touto technikou podstatně levnější. Výsledky zkoumání potenciálu kvasných zbytků a jejich využití v praxi přináší výrazně vyšší hodnoty výtěžnosti procesů, čímž je celá produkce podstatně efektivnější.

Technologický vývoj byl sledován a kontrolován ve Vědeckém Institutu University v Lipsku. Díky této spolupráci a díky neustálé práci na vývoji a výzkumu kvasných procesů bylo dosaženo špičkových výkonů těchto technologií. V rámci výzkumných prací byly získány další nové teoretické poznatky, které lépe a přesněji objasňují procesy výroby bioplynu a odkryly především význam těch aspektů procesu, které se dříve považovaly za okrajové a nedůležité. Na základě těchto výsledků může být technika používaná k výrobě

**Obr. 5 – BCM-Biogasentwicklungszentrum Lutherstadt Wittenberg, Německo**



bioplynu dále modernizována, a tím zvyšována i efektivita procesů.

Naše obce čekají na taková technická řešení, která jim umožní obstarávat si energii pro vlastní potřebu nebo její část bez závislosti na centrálním systému. Zdroje pro takové investice jsou k dispozici a návratnost investic je velmi rychlá. Navíc lze očekávat, že mimo-centrální zdroje budou dodávat levnější energii a cena této energie nebude tak silně závislá na vnějších vlivech. Vypělá technologie pro toto řešení je po ruce.

### Závěr

Při výrobě bioplynu jsou k dispozici dosud nevyužívané rozsáhlé potenciály k lepšímu zhodnocení kvasné suroviny pomocí cílené optimalizace procesů.

Pro zhodnocení bioplynového a biomethanového procesu z různých substrátů a kvasných zbytků dodávají nově vyvinuté metody BCM-Biogastest-1000 exaktní data, která významně rozšiřují dřívější možnosti na základě hodnot oTS a komplexněji popisují vlivy parametrů procesů. Nově vyvinuté technologie pak převádějí výsledky výzkumu do praxe.

*Překlad a originál článku k dispozici u zastoupení DGE pro ČR a SK firmy Rycotd.cz s.r.o.*

## SYNTHOS S.A. INVESTUJE DO BIO PETROCHEMIE

Synthos S.A. podepsal smlouvu s francouzskou firmou **Global Bioenergies S.A.** v oblasti zpracování technologie výroby butadienu z obnovitelných zdrojů surovin.

Za částku 1,4 mil. € obdrží Synthos 3,6 % akcií v Global Bioenergies. Obě společnosti zahájily spolupráci na vývoji procesu bezprostřední syntézy bio butadienu z biomasy. V rámci spolupráce odhadované na 5 let bude Synthos spolufinancovat výzkumy zpracování této technologie a výstavbu první instalace.

Návrhem firmy Global Bioenergies je přímá syntéza bio butadienu z biomasy. Tento proces je založen na umělé řetězci metabolických reakcí, který provádějí geneticky modifikované bakterie. Výhody tohoto způsobu jsou: mnohem menší spotřeba energie a menší náklady na instalaci (celá syntéza se provádí bakteriemi; není zapotřebí katalyzátorů, které velmi často vyžadují vysoké teploty) a také možnost získání větších výkonnů.

*Převzato z Náš chemik, č. 2/2011.*

» [www.synthosgroup.com](http://www.synthosgroup.com)

## BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ PŮDY A VODY

Čištění chemicky kontaminované vody a zejména půdy je velmi nákladné. Hledají se proto technologie, které by tento proces zlevnily. Jednou z nadějných cest dekontaminace je použití mikroorganismů a rostlin. Takovými možnostmi se nyní zabývají vědci z **Ústavu molekulární genetiky (ÚMG) AV ČR, v. v. i.** ve spolupráci s kolegy z **VŠCHT Praha**.

Biologická degradace škodlivých chemikálií je proces pomalý a dosud málo účinný. Existují však metody genového inženýrství, jimiž lze tyto organismy vybavit vlastnostmi, které by celý proces zlepšily. Výzkum badatelů z ÚMG AV ČR a pracovníků VŠCHT Praha vychází z bakterií izolovaných z kontaminovaných půd a podzemních vod v oblastech několika vojenských újezdů a chemických průmyslových podniků. Prvním úkolem je přečíst celou dědičnou informaci

izolovaných bakteriálních kmenů a identifikovat geny, které bakteriím nejen dovolují přežít v nepříznivých podmínkách, ale které jim dokonce umožňují cizorodé škodlivé chemikálie využít jako zdroje energie a stavebního materiálu pro své množení.

Jednou ze studovaných bakterií je *Achromobacter xylosoxidans* – mikroorganismus, který degraduje nebezpečné rakovinotvorné sloučeniny. Badatelé z ÚMG AV ČR již přečetli jeho dědičnou informaci a pomocí ní našli příslušné metabolické dráhy. Dalším krokem nyní bude izolovat mikroorganismy z jiných lokalit a využít jejich geny ke konečnému sestavení účinného nástroje pro biologickou dekontaminaci půdy a vody.

Odkaz: Strnad H., Rídl J., Pačes J., Kolář M., Vlček Č., Pačes V. Complete genome sequence of the haloaromatic acid-degrading bacterium A8. *Journal of Bacteriology* 2011 193(3): 791–792

Převzato z webových stránek Akademie věd ČR – [www.avcr.cz](http://www.avcr.cz)

» prof. Václav PAČES, ÚMG AV ČR, v. v. i., e-mail: [vpaces@img.cas.cz](mailto:vpaces@img.cas.cz)