

## QUANTI-QUALITATIVE ANALYSIS OF ANAEROBIC FERMENTATION OF FOOD WASTE

### KVANTI-KVALITATIVNÍ ANALÝZA ANAEROBNÍ FERMENTACE GASTRONOMICKÝCH ODPADŮ

**Koutný T., Vítěz T., Szabó T.**

Department of Agriculture, Food and Environmental Engineering, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1/1665, 613 00, Czech Republic

E-mail: [xkoutny@node.mendelu.cz](mailto:xkoutny@node.mendelu.cz)

---

#### ABSTRACT

This work deals with the anaerobic treatment of food waste. The dry matter and organic dry matter were quantified. The samples subjected to the process of mesophilic anaerobic co-fermentation over the course of twenty-three days. Substrate from biogas plant was used as an inoculation substrate. Biogas production and methane abundance were monitored during the test. Tests carried out under mesophilic anaerobic fermentation for 23 days. Was compared to biogas production and the biogas quality.

**Key words:** food waste, anaerobic fermentation, biogas, methane

**Acknowledgments:** Acknowledgement: This project was made with support of Internal Grant Agency of The Faculty of Agronomy Mendel University in Brno, TP 7/2012.

This paper was supported by project CZ.1.02/5.1.00/10.06433 Acquisition of Instrumentation for BAT Centre at MENDELU for Categories of Food Processing Activities and Categories of Facilities for Disposal or Destruction of Animal Bodies and Animal Waste.

## ÚVOD

V současné době došlo díky legislativní podpoře energie z obnovitelných zdrojů k prudkému rozvoji výroby bioplynu a jeho transformaci na elektrickou energii. Vyhláška 482/2005 Sb. stanovuje druhy, způsoby využití a parametry biomasy při podpoře výroby elektřiny. Klasifikuje bioplynové stanice do dvou skupin, podle kterých se určuje výkupní cena vyrobené energie. První skupinu AF1 tvoří bioplynové stanice, ve kterých je zpracovávána cíleně pěstovaná biomasa. Do druhé kategorie AF2 pak patří stanice s využitím odpadů jako vstupního substrátu [2].

Většina dnes provozovaných bioplynových stanic spadá do kategorie AF1, tedy takzvaných zemědělských BPS, které jsou více podporovány než zařízení využívající pro výrobu energie odpady. S výhledem do budoucna je však téměř jisté, že se tento trend obrátí a pro provozovatele bude výhodnější využívat mimo kukuřičné siláže také organické odpady. V České Republice se již dnes upravují některé bioplynové stanice tak, aby mohly zpracovávat také různé typy odpadů, například ze stravoven.

Při plánování a projektování zařízení na zpracování a využití odpadu je nutné vycházet z množství a kvality potenciálního materiálu. V současné době však nejsou vytvořeny databáze, které by uváděly průměrná množství a složení odpadů produkovaných z gastronomických zařízení. Také nejsou v České republice praktické zkušenosti s využitím těchto odpadů v bioplynových stanicích. Cílem práce tedy bylo provést testy anaerobní fermentace gastronomických odpadů a zjistit, jaké množství bioplynu a metanu bude tento materiál produkovat.

## MATERIÁL A METODIKA

Testy byly provedeny v Republikové referenční laboratoři bioplynových transformací na Mendelově univerzitě v Brně. Tato laboratoř je vybavena šesti reaktory o objemu 0,12 m<sup>3</sup>. Reaktory jsou vybaveny samostatným teplovodním okruhem pro ohřev substrátu přes mezistěnu, měřením množství vznikajícího bioplynu, sondou pro aplikaci přídavných látek, měřením teplot substrátu, prostupy pro odběr vzorků substrátu a bioplynu. Dále jsou reaktory vybaveny automatickým míchacím zařízením a sondou na kontinuální měření pH. Všechny výše jmenované zařízení byly na reaktoru instalovány tak, aby bylo zamezeno vniknutí vzduchu do reaktoru.

Pro testování byl použit inokulační substrát z reaktoru zemědělské bioplynové stanice v Čejčci. Jedná se o stanici zpracovávající směs kukuřičné siláže a kejdy. Substrát byl odebrán v množství dostatečném pro všechny reaktory, aby byly zajištěny stejné výchozí podmínky pro všechny reaktory. Do zkušebních reaktorů byl substrát umístěn bezprostředně po transportu, aby došlo k co nejmenším změnám jeho vlastností.

Do jednotlivých reaktorů byl nadávkován inokulační substrát. V každém testu sloužily dva reaktory jako kontrolní, tedy obsahovaly pouze inokulum bez přídavku testovaného materiálu. Do ostatních reaktorů byla přidána směs odpadu odebraného z kontejneru na biologicky rozložitelný odpad

umístěný v kantýně MENDELU. Testy probíhaly za podmínek tekuté mezofilní (40°C) anaerobní fermentace, jež je charakterizována obsahem sušiny do 10% [3] po dobu 23dní.

Před zahájením testů byla změněna sušina a organická sušina inokulačního substrátu z bioplynové stanice a testované směsi odpadu.

Během testů byly každý den měřeny tyto parametry:

- celkové množství vzniklého bioplynu pomocí plynoměru PREMGAS BK G4
- objemové zastoupení vybraných plynů v bioplynu ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  a  $\text{H}_2\text{S}$ ) pomocí přístroje KOMBIGASS

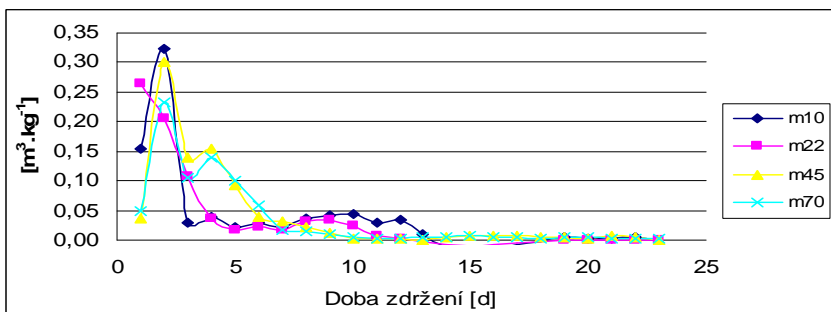
## VÝSLEDKY A DISKUZE

Od celkových produkcí bioplynu jednotlivých reaktorů byla odečtena průměrná produkce bioplynu v kontrolních reaktorech. Tím bylo zjištěno skutečné množství bioplynu a metanu vyprodukovaného z přidaného materiálu.

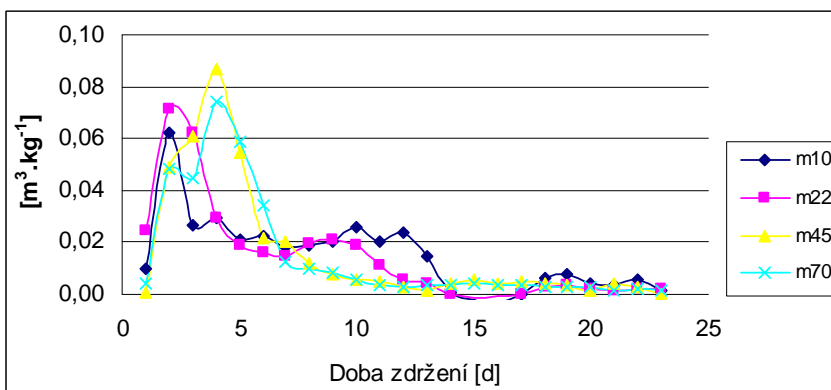
Celkové množství vyprodukovaného bioplynu za dobu 23 dní bylo nejvyšší u dávky 45 g a to  $0,887 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ , nejmenší produkce pak byla u dávky 22 g  $0,737 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ . Z pohledu produkce bioplynu se tedy jedná o vynikající materiál, který svou produkcí dokonce překonává speciálně šlechtěné energetické odrůdy kukuřice. Michal Dohányos [1] uvádí produkci bioplynu z kukuřičné siláže  $0,50 - 0,55 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Je nutné ovšem zohlednit, že pro energetické účely není rozhodující množství bioplynu ale množství metanu, jako majoritního nositele energetického potenciálu. Bioplyn produkovaný kukuřičnou siláží má totiž výrazně vyšší obsah metanu. Pro objektivní posouzení je tedy vhodnější provést přepočet produkce bioplynu na produkci metanu (Obr.2). Nejvyšší produkce metanu byla naměřena u dávky 45 g a to  $0,363 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ . Ruihong Zhang [4] uvádí, že jím testovaná směs gastronomických odpadů ze San Franciska vyprodukovala za 26 dní  $0,425 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ . Toto hodnoty jsou velmi podobné, jako u kukuřičné siláže, tedy produkované množství metanu je velmi dobré, ovšem nízká koncentrace metanu představuje technologický problém využití bioplynu. Pro správný chod kogenerační jednotky je vhodný bioplyn s obsahem metanu vyšším než 50%. Tak vysoké průměrné hodnoty nebylo dosaženo u žádné dávky materiálu.

Obr. 1 Graf denní měrné produkce bioplynu

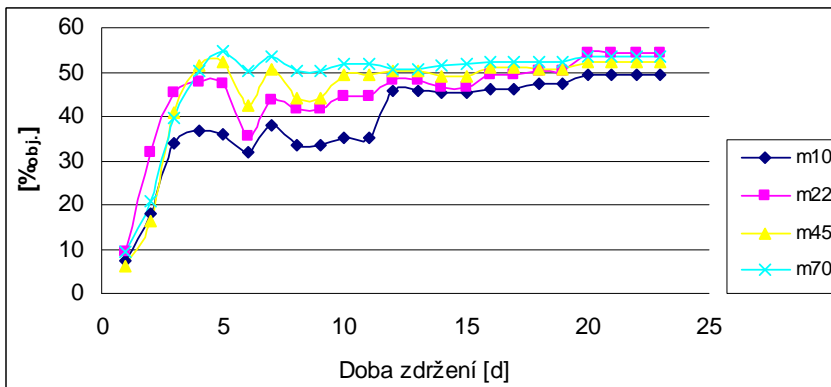


Obr. 2 Graf denní měrná produkce metanu

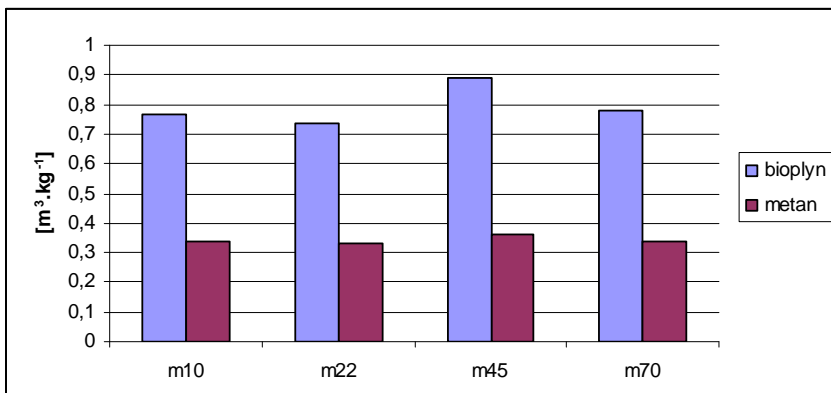


Obsah metanu v bioplynu byl u jednotlivých dávek testovaného substrátu výrazně odlišný. Nejnižší obsah metanu byl naměřen u dávky 10g. Je to pravděpodobně způsobeno tím, že absolutní množství vznikajícího bioplynu je výrazně menší a proto trvá déle, že se koncentrace metanu v celém měřicím systému – reaktor, potrubí, odměrný válec- zvýší na odpovídající hodnotu. Na závěr testu již byly hodnoty koncentrace metanu velmi vyrovnané ve všech reaktorech. U jednotlivých dávek materiálu se v průběhu testu pohybovala koncentrace v rozmezí od 40% do 60%. Pouze na začátku testu byl obsah metanu nižší a postupně narůstal. (Obr.3) To je způsobeno obsahem kyslíku bezprostředně po uzavření reaktoru. Nejprve tedy dochází k aerobnímu rozkladu, což se projevuje nižším obsahem metanu a naopak zvýšeným obsahem oxidu uhličitého. Po úvodních dnech se však hodnoty obsahu těchto plynů ustálily.

Obr. 3 Graf obsahu metanu v bioplynu



Obr. 4 Graf celkové produkce bioplynu a metanu



## ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zjistit produkci bioplynu a metanu biologicky rozložitelného odpadu ze stravovny. Jako testovaný substrát byl použit odpad ze sběrné nádoby umístěné v kantýně pro zaměstnance v areálu MENDELU. Testovaný odpad obsahoval 22,96% sušiny, z toho bylo 95,32% organických látek.

Byly provedeny testy anaerobní fermentace, která probíhala po dobu 23 dní za mezofilních podmínek. Jako inokulační substrát byl použit materiál z reaktoru BPS Čejčej. Největší produkce bioplynu byla zjištěna při dávce 45 a to 0,887 m<sup>3</sup>.kg<sup>-1</sup>. Jedná se o velmi vysokou hodnotu, ovšem z hlediska energetické využití je důležitější produkce metanu, která v tomto případě činila 0,363 m<sup>3</sup>.kg<sup>-1</sup>. Průměrný obsah metanu v bioplynu byl tedy 40,9 %, což je velmi nízká hodnota.

Takto nízký obsah metanu již způsobuje problémy s přímým spalováním bioplynu. Z výsledků tedy vyplývá, že se jako výhodná forma zpracování gastronomických odpadů na bioplynové stanici jeví kofermentace s materiálem, který produkuje bioplyn s vysokým obsahem metanu. Mezi tyto materiály patří například kukuřičná siláž nebo některé specifické odpady jako například lecitin, kde se obsah metanu pohybuje v rozmezí 60% - 75 %.

## LITERATURA

- [1] Dohányos M., Procházka J., Kajan M., Diviš J. (2010): Produkce bioplynu z kukuřice, dostupné na: <http://www.czba.cz/index.php?art=page&parent=veda-a-vyzkum&nid=produkce-bioplynu-z-kukurice>
- [2] Koutný T. (2010): Anaerobní zpracování biologicky rozložitelných materiálů, diplomová práce
- [3] Schulz H., Eder B. (2004): Bioplyn v praxi : teorie, projektování, stavba zařízení, příklady. ISBN: 80-86167-21-6.
- [4] Zhang R., El.Mashad, Hartman K., Wang F., Liu G., Choate Ch., Gamble P. (2007): Characterization of food waste as feedstock for anaerobic digestion, *Bioresource Technology* 98 (2007) 929–935