

## VÝZKUM VYUŽITÍ TRAVNÍCH POROSTŮ NA PRODUKCI BIOPLYNU RESEARCH INTO THE USE OF GRASSLAND FOR BIOGAS PRODUCTION

J. Frydrych<sup>1)</sup>, R. Macháč<sup>1)</sup>, P. Volková<sup>1)</sup>, D. Andert<sup>2)</sup>, I. Gerndtová<sup>2)</sup>, D. Juchelková<sup>3)</sup>, O. Zajonc<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>OSEVA vývoj a výzkum s.r.o. Zubří

<sup>2)</sup>Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i, Praha

<sup>3)</sup>VŠB – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut environmentálního inženýrství

### Abstract

The research objective was to determine the possibility of using grassland for the production of biogas. The publication presents the results of production meadows with high species diversity. Based on the results and tests of potential biomass of flowery meadows for biogas production was found that the mass of the three mixtures and fallow was utilized for the production of biogas. The main production of biogas takes up to 30 days. Higher biogas yield is achieved in mixtures at an early stage of maturity from 20 to 30 % of dry basis. For biogas is also workable grass material with a higher content of dry basis. Analyses of grasses in carbon and nitrogen confirmed a positive ratio of C : N for the production of biogas, in young plants moved near optima 30: 1. Biogas yields of flowery meadows ranged from 130-320 m<sup>3</sup>.t<sup>-1</sup> org. dry bases.

**Keywords:** biogas, grass, flowery meadow, mix, yield

### 1. ÚVOD

V České republice se stále zvyšuje výměra travních porostů z důvodu přebytku zemědělské půdy, která není potřebná pro výrobu potravin. Dalším významným zdrojem obdobné biomasy je produkce z údržby krajiny a veřejné zeleně ve městech a obcích. Vzhledem k výraznému poklesu objemu živočišné výroby a zájmu o produkci z trvalých travních porostů se z této produkce stále častěji stává zbytková biomasa. Jednou z možností racionálního využití této biomasy je i výroba bioplynu (Mužík, Kára, Abrahám, 2006). Na současné úrovni technologických poznatků, cen energií a ekologické nezbytnosti substituce fosilních energetických zdrojů celá řada autorů doporučuje výrobu bioplynu z biomasy energetických rostlin a z rostlinných odpadů (např. Gosch, 1993). Tilvikiene, Kadziuliene a Dabkevicius (2009) uvádějí, že výroba bioplynu je způsobem využití nadbytku travního porostu a produkování bioenergie pro vytápění.

Fuksa, Hakl (2009) uvádí travní biomasu jako materiál, který lze pro anaerobní fermentaci velmi dobře využít, neboť splňuje základní předpoklady, které jsou na vstupní substrát pro výrobu bioplynu kladeny. Obsahuje vysoké procento organické hmoty, blíží se optimálnímu poměru C : N a obsahuje málo popelovin. Podle výzkumu, ve kterém se kofermentovala travní fytomasa s kejdou a digestátem, by měl být optimální podíl travní fytomasy ve zpracovávaném substrátu 35–50 %, aby bylo dosaženo co nejvyšší produkce bioplynu. S ohledem na stabilitu procesu výroby bioplynu je vhodné dodržet konstantní složení vsázky po celý rok. To je možné pouze při použití travních senáží a zde jsme sledovali konzervační ztráty s ohledem na vlhkost senážované hmoty.

### 2. MATERIÁL A METODY

Pro hodnocení energetického využití fytomasy druhově pestrých porostů jsme využili porosty v Zubří založené v roce 2000, které již měly stabilizované složení. Uplatnění jednotlivých druhů v porostech a změny botanického skladby byly hodnoceny metodou

prezence a projektivní dominance rostlinných druhů (Braun-Blanquet) v jarním, letním a podzimním aspektu. Pro stanovení produkce bioplynu jsme v letech 2007-2010 vybrali tyto varianty směsí:

1) Bylinná obchodní směs, založeno výsevem 10 kg.ha<sup>-1</sup>, směs obsahovala 26 rostlinných druhů (6 trav, 2 jeteloviny, 18 bylin)

2) Regionální směs trav a leguminóz s přidavkem bylin, založeno výsevem 40 kg.ha<sup>-1</sup>, směs obsahovala 31 rostlinných druhů (6 trav, 3 jeteloviny, 22 bylin)

3) Regionální směs (ad 2) přiseta v pásu do obchodní luční směsi (6 trav, 2 jeteloviny)

4) Úhor - spontánní úhor na orné půdě vzniklý samozatravněním

Vzorky pro stanovení produkce bioplynu jsme odebrali každoročně v průběhu let 2007-2010 v první dekádě června a v říjnu. Rozbory trav na uhlík a dusík byly prováděny podle instrumentální metody ČSN EN 15104.

#### Postup stanovení výtěžnosti bioplynu

Z jednotlivých typů travních porostů jsme při stejných režimech anaerobního vyhnívání zjišťovali produkci bioplynu a jeho chemické složení. Pro výrobu bioplynu ze speciálních substrátů bylo upraveno laboratorní pracoviště. V laboratorních pokusech se testovaly 4 směsi biomasy z porostů z různou druhovou diverzitou pro výrobu bioplynu na malých zařízeních o objemu 2 l se vsázkou 1 kg směšného materiálu. Sadu fermentorů jsme umístili ve vyhříváném termoboxu. Každý fermentor měl svůj plynový odečet produkce bioplynu. Pro analýzu vznikajícího bioplynu jsme použili analyzátor AIR LF, se kterým je možné měřit obsah oxidu uhličitého a metanu, případně i kyslíku. Směsi odzkoušené s dobrými výsledky v malých fermentorech jsme dále ověřovali ve větších laboratorních fermentorech o objemu 100 l. Dvojice reaktorů umožňuje optimalizovat složení fermentační směsi, lépe kontrolovat průběh procesu a sledovat vliv provozní teploty....



Obr. 1: Květnatá louka pro výzkum produkce bioplynu



Obr. 2: Pokusy s lučními směsmi s vysokou druhovou diverzitou na stanovišti v Zubří

Tab. 1: Měřené hodnoty analyzátoru AIR LF

Senzor	Typ	Rozsah	Přesnost	V rozsahu
CH <sub>4</sub>	Infračer.	0-100 %	± 5 % měř. vel.	10-100 %
CO <sub>2</sub>	Infračer.	0-50 %	± 5 % měř. vel.	5-50 %
O <sub>2</sub>	El.chem.	0-21 %	± 5 % měř. vel.	1-21 %
CO	El.chem.	0-4000 ppm	± 5 % měř. vel.	100-4000 ppm

Pro inokulaci procesu metanogeneze jsme použili vyhníly fugát z bioplynové stanice Trhový Štěpánov. U každého vstupního materiálu jsme stanovili obsah veškeré sušiny a pro výpočet výtěžnosti též organické sušiny. Používaný fugát měl obsah sušiny v rozmezí 2-5 %. U všech pokusů jsme nastavili stejné podmínky. Fermentory pracovaly při teplotě 37 °C, to je v termofilní oblasti. Hmotnostní procento sušiny výchozí směsi namíchaných substrátů bylo mezi 4-8 %.

Výsledná produkce bioplynu v m<sup>3</sup> byla vždy vztažena na hmotnost 1 t sušiny vzorku. Pokusy jsme každoročně zakládali ve dvou termínech

### 3. VÝSLEDKY A DISKUZE

#### Produkce a složení fytomasy pro analýzu na bioplyn

Druhové složení je uvedeno v tabulce č. 2.

Tab. 2: Průměrné složení fytomasy 2007-2010 (hmotnostní %)

Druh	úhor	BS	RS + LS	RS
Chrpa luční	2	5	2	10
Jetel bílý	20	2	5	10
Kostřava červená	2	5	5	5
Medyněk vlnatý	5	4	2	5
Pampeliška srstnatá	4	2	3	
Svízel povázka	2			2
Tolice dětelová	60	50	30	6
Tomka vonná	5			2
Štírovník růžkatý		30	50	60
Úročník bolhoj		2		
Trojštět žlutavý			3	

Legenda: BS - bylinná směs, RS - regionální směs, LS - luční směs

#### Konverze fytomasy na bioplyn

Z příkladného grafu č. 1 je vidět, že hlavní produkce bioplynu se odehraje do 30 dnů. Z opakovaných pokusů lze konstatovat, že pro výrobu bioplynu je vhodná fytomasa ze všech sledovaných typů porostů, ovšem vyšší produkce bioplynu jsme dosáhli u fytomasy s vyšším podílem jetelovinné složky. Naopak produkci bioplynu snižovala přítomnost chrpy luční (*Jacea pratensis*). Negativní vliv chrpy na metanogenezi jsme ověřili i v samostatném pokusu s fytomasou pouze chrpy luční, kdy výtěžnost bioplynu výrazně klesla. Zajímavostí je, že se výtěžnost bioplynu výrazně snížila i u samostatně testované fytomasy štírovníku růžkatého (*Lotus corniculatus*) a také u fytomasy z regionální směsi, ze které jsme štírovník odebrali, přičemž fytomasa regionální směsi v daném roce (2008) poskytla nejvyšší výtěžnost bioplynu.

Obecně je vhodné používat směsi v raném stadiu zralosti. Vzorky fytomasy pro stanovení metanogeneze měly velký podíl organické hmoty (90-92,3 % v sušině). Ve všech pokusech byl dosažen vysoký stupeň odbourání organické sušiny na 65-71 %.

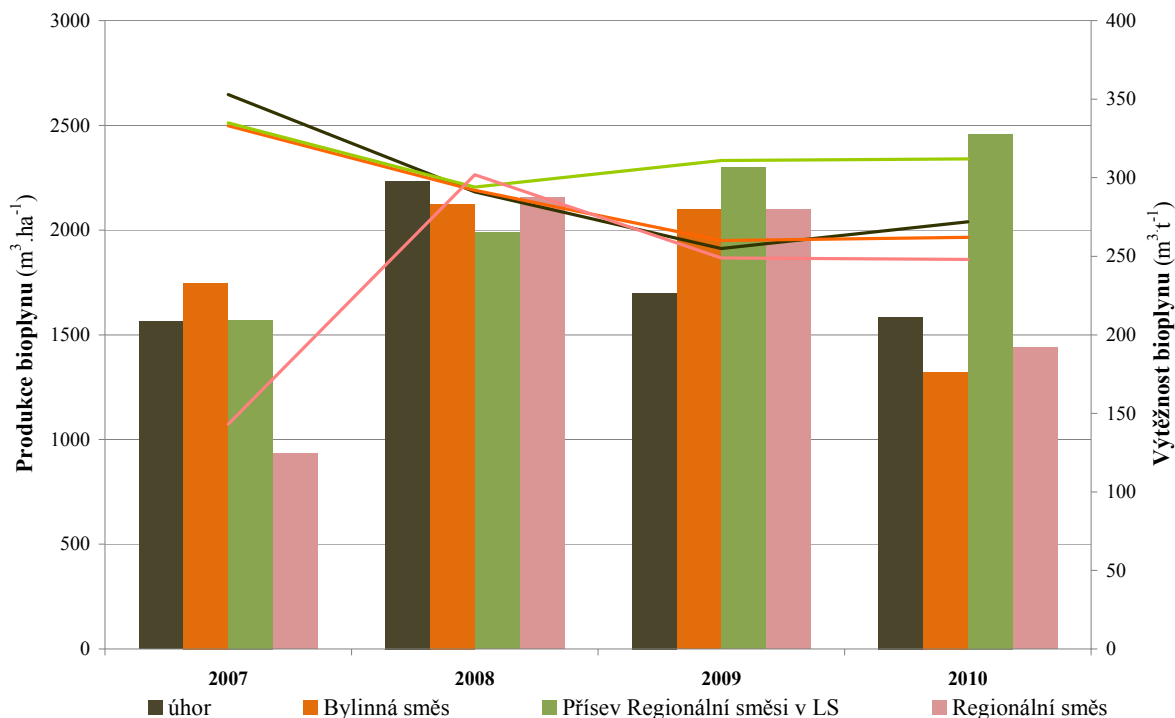
Jak vyplývá z grafu č. 2, nejvyšší produkce bioplynu jsme dosáhli u regionální směsi přiseté do luční směsi. Na této skutečnosti se nejvíce podílela výtěžnost bioplynu, která byla o 13 až 20 % vyšší než u ostatních směsí. Naopak nejnižší produkci bioplynu jsme stanovili u fytomasy z regionální směsi, přestože zde byla dosažena nejvyšší průměrná produkce fytomasy. Žádný ze stanovených rozdílů nebyl statisticky významný, ať už se jedná o výtěžnost ( $p=0,113$ ) nebo celkovou produkci bioplynu ( $p=0,572$ ).

#### Současný výzkum travní biomasy pro produkci bioplynu a minisenáže

Zejména v současnosti je v zemědělské praxi zájem o bioplynové stanice. Bioplynové stanice fungují bez problému, je-li k dispozici dostatek kejdy skotu či prasat a fytomasa je využita pouze v malých dávkách při kofermentaci. Vzhledem k radikálnímu poklesu stavů skotu i prasat jsou však často hospodářství bez živočišné výroby. Pro tato stanoviště je třeba nalézt vhodné celoroční složení vsázky bez nutnosti přidavku kejdy. Současný výzkum řeší rovněž vhodné způsoby konzervace rostlinné hmoty pro zabezpečení celoročního provozu, protože bioplynové stanice pracují nejučinněji při vsázce s co nejmenším kolísáním poměru vstupních substrátů. V zemědělské praxi se jeví perspektivní využití travních senáží.

Pro výzkum trav konzervovaných touto technologií byly realizovány tzv. minisenáže. Technologie minisenáží je registrována jako užitný vzor. Měrná hustota vzorků byla 405–514 kg.m<sup>-3</sup> (minimální požadovaná měrná hustota je 200 kg.m<sup>-3</sup>), u sušších vzorků byla dosahována nižší a u vlhčích vyšší. Standardní doba fermentace byla 90 dní při teplotě 25°C. Sledování prokázalo, že všechny materiály měly poměrně malé ztráty mezi 2 a 5 %. Vzorky minisenáží jsme dále skladovali při běžných podmínkách (teplota 15 až 20° C) až do celkové doby 365 dnů. I při tomto dlouhodobém skladování se ztráty organické hmoty pohybovaly do 11,4 %.





Obr. 5: Celková produkce a výtěžnost bioplynu u vybraných směsí

## PODĚKOVÁNÍ

Výsledky byly získány za přispění grantového projektu NAZV QI101C246 „Využití fytomasy z trvalých travních porostů a z údržby krajiny“ a projektu MŠMT NPV II 2B06101 „Optimalizace zemědělské a říční krajiny v ČR s důrazem na rozvoj biodiverzity“

## LITERATURA

Fuksa, P., Hakl, J., 2009: Využití píce pro výrobu bioplynu. Biom.cz [online]. 2009-11-25 [cit. 2011-01-11]. Dostupné z [www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-picnich-plodin-pro-vyrobu-bioplynu>](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-picnich-plodin-pro-vyrobu-bioplynu). ISSN: 1801-2655.

Gosch, A., 1993: Grundlagen und Anwendungsbereiche der Anaerobtechnik. In: Wiemer, K., Kern, M. (Hrsg.): Biologische Abfallbehandlung, Witzhausen, M.I.C. Baeza-Verlag.

Macháč, R., Frydrych J., Šrámek P., 2011: Možnosti zvyšování druhové diverzity travních porostů a jejich využití pro energetické účely. Uplatněná certifikovaná metodika. Zubří: OSEVA PRO s.r.o., Výzkumná stanice travinářská, 2011, s. 26. ISBN 978-80-260-0627-5.

Mitterleitner, H., 1994: Vergärung von Gras, Silage und Heu in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Landtechnik Weihenstephan, s. 8.

Mužik O., Kára J., Abrahám Z., 2006: Možnosti využití produkce travních porostů anaerobní digestí – příspěvek byl publikován ve sborníku z mezinárodní vědecké konference In Management of Travní porosty – účast horského pohošpodárstva a krajiny v Báňské Bystrici v roce 2006.

Tilvikiene, V., Kadziulienė, Z., Dabkevičius, Z., 2009: Biomass of cocksfoot and tall fescue as a substrate for biogas production. In Cagaš, B., Macháč, R., Nedělník, J. (eds): Alternative Functions of Grassland. Book of Abstracts. International Occasional Symposium European Grassland Federation Brno, Czech Republic 7-9 September 2009, p. 35. ISBN 978-80-86908-16-8.

**Abstrakt:**

Cílem výzkumu bylo zjistit možnosti využití travních porostů na produkci bioplynu. Na základě výsledků a zkoušek potenciálu biomasy květnatých luk pro produkci bioplynu jsme zjistili, že hmota ze všech tří směsí a úhoru je využitelná pro výrobu bioplynu. Hlavní produkce bioplynu probíhá do 30 dnů. Vyšší výtěžnost bioplynu je dosahována u směsí v ranném stádiu zralosti 20-30 % sušiny. Pro bioplyn je zpracovatelná i travní hmota s vyšším obsahem sušiny. Rozbory trav na uhlík a dusík potvrdily pozitivní poměr C : N na výrobu bioplynu, u mladých rostlin se pohyboval v blízkosti optima 30 : 1. Výnosy bioplynu u květnatých luk byly v rozmezí 130–320 m<sup>3</sup>.t<sup>-1</sup> organické sušiny.

**Klíčová slova:** bioplyn, tráva, květnatá louka, směs, výnos

***Kontaktní adresa:******Ing. Jan Frydrych****OSEVA , vývoj a výzkum s.r.o.**Hamerská 698, 756 54 Zubří**Tel: 571 658 195, FAX: 571 658 197**E-mail: [FRYDRYCH@OSEVA.CZ](mailto:FRYDRYCH@OSEVA.CZ)*

***Recenzovali:*** *Ing. S. Kraml, Ing. M. Šlajs*