

## VYUŽITÍ BRAMBOR V SUBSTRÁTU BIOPLYNOVÉ STANICE THE USE OF POTATOES IN THE SUBSTRATE OF A BIOGAS PLANT

*D. Andert<sup>1</sup>, I. Gerndtová<sup>1</sup>, J. Dovol<sup>2</sup>, Vejchar<sup>1</sup>, V. Mayer<sup>1</sup>*

*<sup>1)</sup> Výzkumný ústav zemědělské techniky v.v.i., Praha, <sup>2)</sup> Senagro a.s., Senožaty*

### Abstract

The aim of this work was to verify with the laboratory and operating biogas production using potato tubers. Batch experiments were conducted with the potato tubers in various stages of crushing and potato stem. Operating verification on biogas was done with whole and crushed tubers. Tests have shown, that potatoes are a suitable material into biogas stations. Especially crushed potatoes, enabling rapid increase in biogas production after emergencies.

**Keywords:** potato, biogas, biogas station

### ÚVOD

V současné době zemědělské bioplynové stanice nejčastěji zpracovávají exkrementy hospodářských zvířat a hledají možnosti přidání další biomasy do zpracovávaného materiálu.

V hospodářském roce 2013/14 dosáhly podle údajů ČSÚ sklizňové plochy brambor konzumních ostatních (brambory konzumní a brambory pro výrobu škrobu) 24,07 tis. ha a celková produkce meziročně klesla na 555,8 tis.t, tj. o 18,9 %. Průměrný hektarový výnos činil 23,09 t, tj. o 18,4 % méně než v roce minulém. V zemědělském sektoru bylo sklizeno 19 220 ha a dopočet plochy domácností činil 4 846 ha. V hospodářském roce 2013/14 bylo do ČR dovezeno 178,0 tis. t brambor konzumních ostatních.

Na výrobu bramborového škrobu bylo v roce 2013/14 zpracováno 90,0 tis. t brambor. Průměrný výnos brambor určených k výrobě škrobu činil 26,70 t/ha při 18,40 % škrobnatosti. Celkem bylo vyrobeno 19 248 t bramborového škrobu.

Využití brambor při výrobě bioplynu je novinkou a ani v zahraničí s tím nejsou zkušenosti (mimo využívání slupek či skrojků). Bramborové hlízy jsou svým složením vhodným materiálem do fermentačního procesu. Obsahují 23 – 24 % sušiny a 76 – 77 % vody. Obsah dalších látek obsažených v hlíze závisí na odrůdě a prostředí růstu.

Pro příznivý průběh anaerobní fermentace je vhodné rostlinný materiál před vstupem do fermentoru upravit. Nejsnazším způsobem předúpravy materiálu je mechanická dezintegrace - drcení, mletí.

Požadavkem uživatele je na druhé straně co nejnižší energetická náročnost dezintegrace vstupního materiálu. Snížení velikosti částic způsobí zvýšení měrného povrchu materiálu, který je snáze rozkládán

hydrolytickými enzymy. Je dosahováno výrazně rychlejšího rozkladu zpracovávaného materiálu.

Na základě analytických rozborů a určení obsahu stravitelných sacharidů, stravitelných proteinů a stravitelný tuků je možné stanovit teoretické maximální množství produkovaného bioplynu. Za optimálnější se ve světě považuje experimentální stanovení měrné produkce bioplynu vztažené na kg organické hmoty.

Cílem práce bylo ověření laboratorní produkce bioplynu z bramborových hlíz, bramborové natě a ostatních komponentů, které byly přidávány do substrátu bioplynové stanice a sledovat produkci bioplynu s uvedenými komponenty v provozu bioplynové stanice.

### MATERIÁL A METODIKA

Laboratorní pokusy byly provedeny s bramborami odrůdy Musica. Byly sledovány tři varianty velikosti dezintegrace brambor a to: jemné rozmělnění o střední velikosti 8,1 mm; střední rozmělnění o střední velikosti 22,8 mm a hlízy bez rozmělnění (o velikosti 44 mm).

Dále byly sledovány materiály, použité v bioplynové stanici Senožaty. Jednalo se o siláž (GPS) pšenice seté ozimé, která byla sklizena ve fázi voskové zralosti, délka řezanky 5 – 6 mm, dále ozimé žito k silážování, které bylo sklizené ve fázi sloupkování, délka řezanky 5 – 6 mm, travní senáž byla z první a druhé seče sklizně TTP předchozího roku, délka řezanky 4 – 5 mm a kukuřičná siláž, která tvoří 20 – 25 % směšného substrátu.

Charakteristiku vstupních materiálů uvádí tab. 1.

Tab. 1: Obsah sušiny a organické sušiny – vstupních materiálů

Materiál	pH vodního výluhu	sušina [%]	organická sušina [%]
pšeničná siláž GPS	3,68	27,93	95,62
žitná siláž	4,42	27,83	87,70
kukuřičná siláž	4,71	31,54	94,61
travní senáž	4,61	33,31	87,56
slamnatý hnůj	7,82	16,75	73,13
hlízy brambor Muzica	6,01	19,61	94,15
nať brambor Muzica	5,57	13,40	80,97

Pro určení produkce bioplynu v jednorázových fermentorech je standardně uznávaná metodika VDI 4630. Na rozdíl od provozních podmínek bioplynových stanic, kde se do fermentoru substrát dodává kontinuálně, jde v tomto případě o fermentaci definované jedné dávky substrátu se sledováním produkce a složení bioplynu v průběhu 30 až 40 dnů. Metodika stanovuje vstupní poměry sledovaného materiálu a inokula z provozované bioplynové stanice (BS). Je stanovena teplota fermentace 37°C. Na základě tohoto měření je stanovena kumulativní měrná produkce bioplynu resp. metanu na kg organické hmoty (OH).

Pro stanovení laboratorní produkce bioplynu bylo dané množství sledované hmoty smíchané s očkovací látkou – inokulem. Použité inokulum pro laboratorní batch pokusy bylo odebráno ze sledované bioplynové stanice Senožaty. Výsledný obsah sušiny ve fermentorech byl 8 %. Vzorčky o hmotnosti 1 kg byly umístěny do termoboxu (Obr. 1). Fermentační teplota byla 37°C, doba fermentace trvala 36 dnů. Po celou dobu byla sledována produkce bioplynu (Obr. 2) a jeho složení. Pro analýzu vznikajícího bioplynu byl použit analyzátor AIR LF (Obr. 3). Analyzátor měří koncentraci metanu a oxidu uhličitého na infračerveném principu, a pro stanovení kyslíku a oxidu uhelnatého byly použity elektrochemické senzory. Měřené hodnoty analyzátoru AIR LF udává tabulka 2. Produkce bioplynu byla přepočtena na normované podmínky Nm<sup>3</sup> (suchý stav, teplota 273,15 K) a dle složení byla vypočítána sumární produkce metanu vztažená na 1 kg organické hmoty sledovaného vzorku.



Obr. 1: Malé fermentory v termoboxu



Obr. 2: Měření množství plynu pomocí nízkoprůtočných plynoměrů



Obr. 3: Používaný analyzátor plynu Air LF

Tab. 2. 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

### 3. VÝSLEDKY A DISKUZE

V tabulce 3 jsou uvedeny měrné produkce bioplynu z jednotlivých surovin. Produkce bioplynu má výrazný nárůst na začátku fermentačního procesu a postupně klesá. Tři čtvrtiny množství bioplynu se vyprodukuje v prvních 14 dnech.

Tab. 3: Měrné produkce bioplynu

Materiál	Měrná produkce metanu [Nm <sup>3</sup> /t <sub>OH</sub> ]	Sm. odchylka	OH [%]	Sušina [%]
Hlízy brambor odrůdy Musica - jemně drcené, 8,1 mm	351	15,3	94,15	19,61
Hlízy brambor odrůdy Musica – středně drcené, 22,8 mm	348	13,4	94,15	19,61
Hlízy brambor odrůdy Musica – bez úpravy, 44 mm	341	12,8	94,15	19,61
Bramborová nať „MUZICA“	245	13,5	80,02	13,40
GPS pšenice jarní	330	11,7	95,16	27,93
Senáž travní	298	12,8	87,56	33,31
Siláž kukuřice	352	13,9	97,30	34,23
Inokulum	80	3,5	69,89	6,28

#### Provozní ověřování

Zkoušky s dávkováním brambor do BPS byly zahájeny 30.6.. S ohledem na dynamiku fermentačního procesu BPS jsme zahájili dávkování 1,2 t/den. V průběhu 1 týdne bylo dávkování zvyšováno na cca 9 t/den. Dávkování mezi 8 až 10 t bylo udržováno až do 11.9.. Teplota reaktoru se pohybovala v mezofilní oblasti 41,2, - 42,8°C. V průběhu zkoušky bylo aplikováno celkem 656 t hlíz brambor. Při zkoušce byly sledovány charakteristické parametry fermentačního procesu jako je teplota, pH, FOS, TAC, obsah mastných kyselin, obsah sušiny, obsah organické sušiny, množství vstupního materiálu a produkce bioplynu a výroba elektrické energie.

Příkladná denní dávka vstupního materiálu činí cca 46 t a její složení se v průběhu roku mění podle dostupnosti surovin a jejich kvality.

Příklad složení denní dávky 18. 7.

10,0 t kukuřičné siláže	23 %
6,5 t travní senáž	15 %
9 t brambory	20 %
3,5 t siláž žito	8 %
15,0 t hnoje	34 %

Podle obsahu sušiny ve vstupním materiálu je přidáváno cca 5,5 m<sup>3</sup> vody.

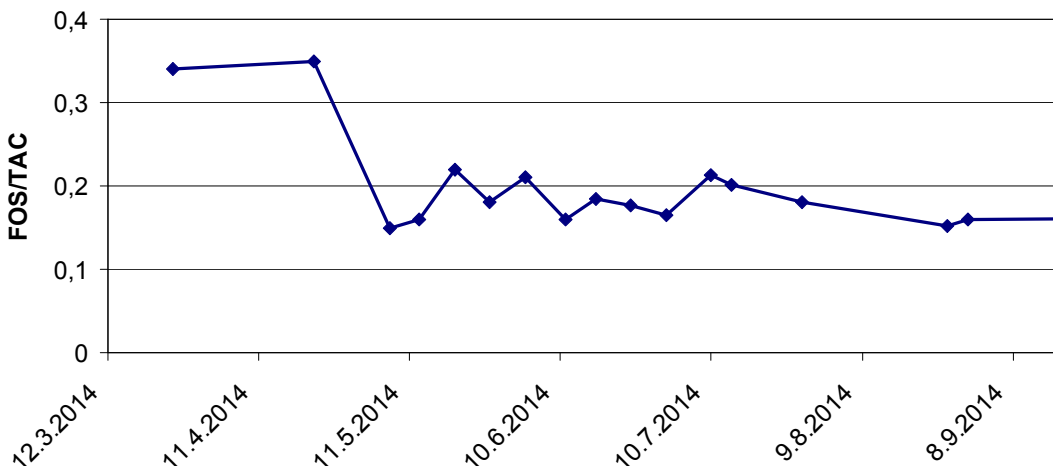
#### Charakteristika vstupních materiálů

Hlízy brambor jsou po sklizni znečištěny zeminou s příměsí kamenů, což je třeba před použitím do substrátu odstranit praním. Hlízy brambor jsou pro urychlení rozkladu substrátu drceny lopatovým drtičem.

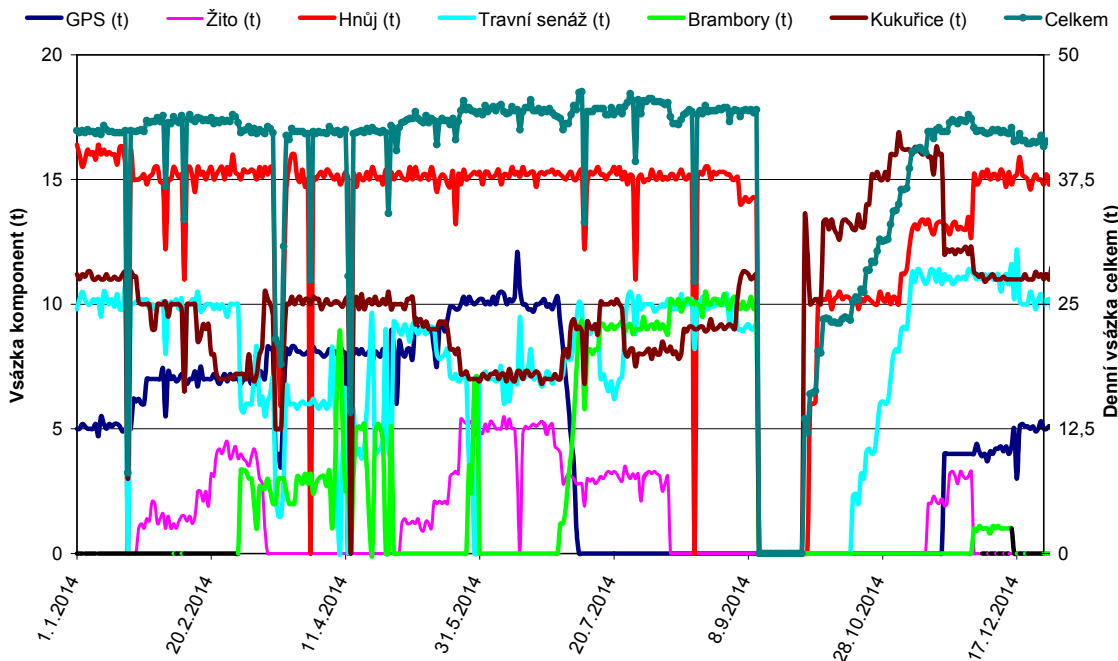
Důležitou hodnotou, charakterizující stabilitu anaerobní fermentace je bezrozměrný parametr FOS/TAC. FOS je celkový obsah nižších mastných

kyselin vyjádřený ekvivalentem kyseliny octové. TAC je neutralizační kapacita vyjádřená hydrogenuhličitanem (též pufrací kapacita). Změna tohoto ukazatele signalizuje poruchy procesu fermentace v BPS. Hodnoty FOS/TAC se pohybovaly v rozmezí od 0,15 do 0,35, což signalizuje nízké zatížení.

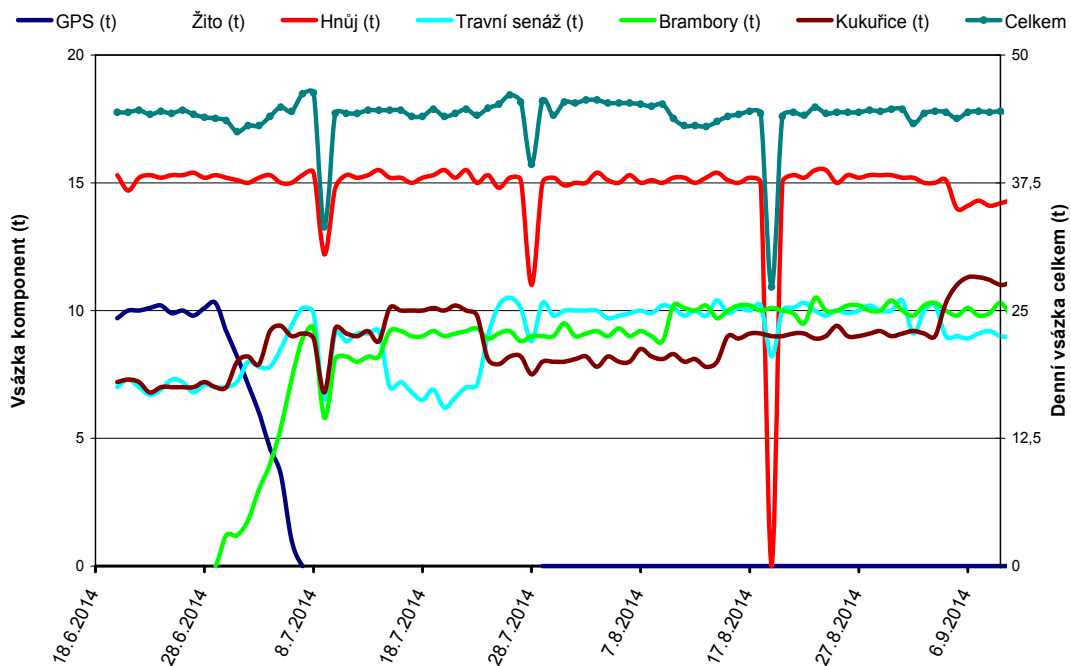
Graf 1 FOS/TAC ukazuje, že fermentace bramborových hlíz probíhá velmi rychle. Bioplynovou stanicí by bylo možno více zatěžovat a tím dosáhnout vyšší produkce bioplynu. V této konkrétní BPS Senožaty zvyšování dávky není s ohledem na výkon kogenerační jednotky nutné.



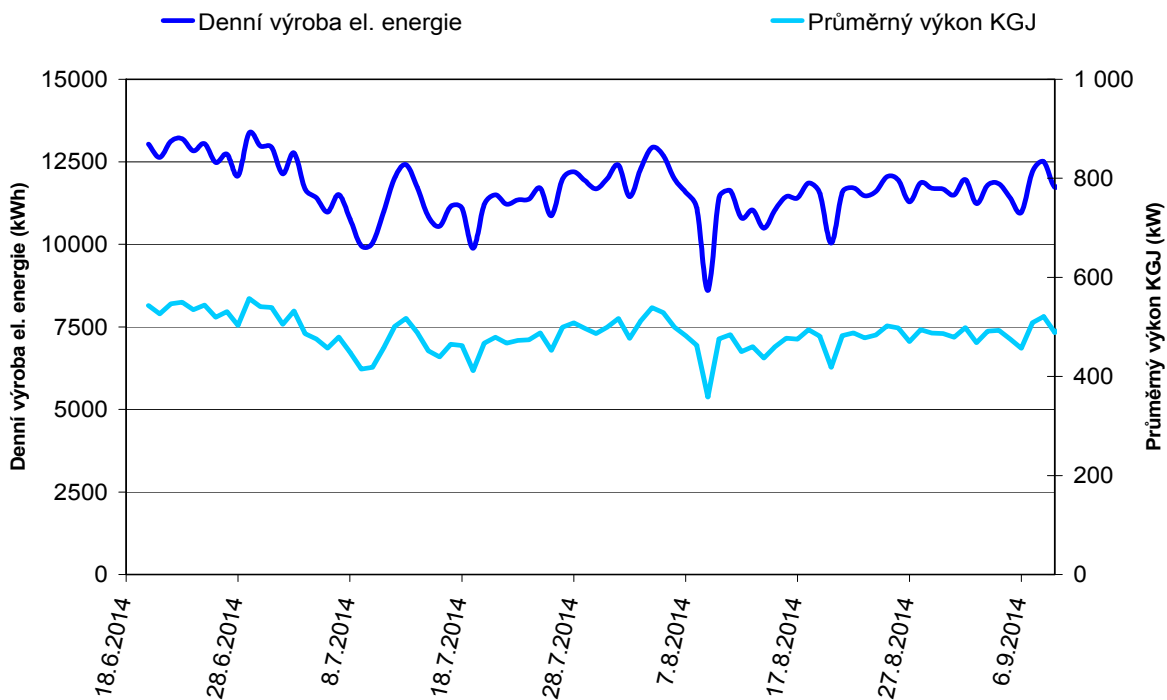
Graf 1: Průběh FOS/TAC v době zkoušky



Graf 2: Roční průběh složení vsázky substrátu



Graf 3: Průběh složení vsázky substrátu v době zkoušky



Graf 4: Průběh denní výroby el. energie a průměrného výkonu KGJ v době zkoušky



Obr. 4: Drcení hlíz do dávkovače BPS Senožaty



Obr. 5: Používaný analyzátor plynu

## ZÁVĚR

Jak prokázaly laboratorní texty produkce bioplynu jsou brambory vhodným materiálem do bioplynových stanic. Díky svému složení u nich probíhá rychlý rozklad. Po 35 dnech se odbourá 60 % organické hmoty. U senáží z GPS jarní pšenice to je kolem 47 %, travní senáže a bramborová nať 42 %. U hnoje se odbouralo pouze 17 % organické hmoty. Z výsledků vyplývá, že hnůj je výborný stabilizační materiál vsázky do bioplynových stanic. Naproti tomu brambory umožňují rychlý nárůst produkce bioplynu a čím jsou více nadrcené, tím je nárůst výraznější.

Dlouhodobá zkouška dávkování brambor do bioplynové stanice nezpůsobila žádné komplikace. Bramborové hlízy se naopak projeví jako vhodný komponent do fermentačního procesu. Jedinou nevýhodou používání hlíz brambor do substrátu je nutnost používat pouze prané brambory. Znečištěné hlízy vedou k zanešení fermentoru zeminou a pískem. Odstranění těchto usazenin je nákladné a znamená odstavení BPS na dva týdny s výpadkem produkce elektrické energie.

## POZNÁMKA

Článek vznikl za dotační podpory v rámci řešení projektu Technologické agentury České republiky (TAČR): "TA02020123 - Půdochranná technologie, energeticky úsporné skladování, využití hlíz a natě brambor s ohledem na snížení závislosti na fosilních palivech a ochranu životního prostředí".

## POUŽITÁ LITERATURA

- DOHÁNYOS, M.: Vliv dezintegrace na produkci bioplynu. In: Možnosti zvýšení výroby bioplynu u stávajících zařízení. Sborník referátů z konference. Třeboň. s.41-51, 2005, ISBN 8004256635
- SCHULZ, H., EDER., B.: Biogas-Praxis. Ökobuch Verlag GmbH, Staufen bei Freiburg/Greisagau. 168 p., 2004. ISBN 8086167216.
- Situační a výhledová zpráva brambory. 2013. MZe. Praha. ISBN 9788074341885
- Statistická ročenka České republiky 2014. [on-line]. Český statistický úřad. Praha.
- STRAKA, F.: Bioplyn. GASS s.r.o. Říčany. 706 s., 2006. ISBN 8073280906

**Abstrakt**

Cílem práce bylo laboratorní a provozní ověření produkce bioplynu s využitím bramborových hlíz. Nádobové pokusy byly provedeny s bramborovými hlízami v různém stupni nadrcení a bramborovou natí. Provozní ověření na bioplynové stanici bylo prováděno s nedrcenými a drcenými hlízami. Zkoušky prokázaly, že brambory jsou vhodným materiálem do bioplynových stanic. Zejména nadrcené brambory, umožňují rychlý nárůst produkce bioplynu po havarijních situacích.

**Klíčová slova:** brambory, bioplyn, bioplynová stanice

***Kontaktní adresa:******Ing. David Andert, CSc.******Ing. Ilona Gerndtová****Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.**Drnovská 507,**161 01 Praha 6 – Ruzyně**Tel.: 233022462**[andert@vuzt.cz](mailto:andert@vuzt.cz)**[ilona.gerndtova@vuzt.cz](mailto:ilona.gerndtova@vuzt.cz)*

***Recenzovali:*** doc. Ing. M. Růžička, CSc., Ing. J. Frydrych