

VÝZKUM A VYUŽITÍ TRAVNÍ BIOMASY JAKO OBNOVITELNÉHO ZDROJE ENERGIE

RESEARCH AND UTILIZATION OF GRASSES BIOMASS AS A RENEWABLE ENERGY SOURCES

Frydrych J.¹, Andert D.², Gerndtová I.², Volková P.¹,
Juchelková D.³, Raclavská H.³, Zajonc O.³

¹ OSEVA vývoj a výzkum s.r.o. Zubří

² Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i, Praha

³ Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava

Anotace

Výzkum trav pro energetické účely byl zaměřen na využití trav pro spalování a pro produkci bioplynu. Ze skupiny trav byly vybrány druhy pro energetické využití. Nejvhodnější druhy jsou psineček veliký, kostřava rákosovitá, ovsík vyvýšený a chrastice rákosovitá. V oblasti spalování byl stanoven nejvhodnější termín pro sklizeň energetických trav a testováno zařízení pro spalování. V podmínkách České republiky je pro spalování nevhodnější sklizeň energetických trav v období jejich sklizně na semeno s využitím vyláčené travní slámy pro energetické účely. Na základě výsledků výzkumu a provedených spalných zkoušek ve velkých kotlích (500kW - 2MGW) je možné doporučit spalování travního sena v kotlích určených pro spalování obilní slámy. V oblasti výzkumu trav pro produkci bioplynu byly odzkoušeny vybrané trávy a travní směsi. Nejvyšší produkci bioplynu vykazoval psineček veliký 260 m³.t⁻¹ org. sušiny při maximu 370 m³.t⁻¹ org. sušiny. Výsledky výzkumu energetických trav pro spalování a bioplyn jsou v současnosti využívány v zemědělské praxi.

Klíčová slova: výzkum, trávy, energetické účely, spalování, bioplyn

Abstract

*Research grasses for energy was focused on the utilization of grass for combustion and for the production of biogas. The group suggested grasses were selected from the proposed set of grass species most suitable for energy use. The most suitable species seems *Agrostis gigantea*, *Festuca arundinacea*, *Arrhenatherum elatius* and *Phalaris arundinacea*. In the next phase of research in the field of combustion was determined the most appropriate term for the harvest energy grasses and tested incineration. In the Czech Republic it seems to be most suitable for burning harvest energy grasses during the harvest seed using threshed straw for energy purposes. Based on the research results of the second phase of energy grasses and combustion tests carried out in large boilers (500kW - 2MGW) it can be recommended burning hay firstly in boilers designed to burn cereal straw. In research grasses for biogas production were tested selected grasses and grass mixtures. The highest biogas production showed a large bent grass 260 m³.t⁻¹ org. s. at a maximum of 370m³.t⁻¹ org. s. The results of research into energy grasses for combustion and biogas are currently used in agricultural practice.*

Key words: research, grasses, energy production, combustion, biogas

ÚVOD

Pěstování trav pro energii rozšiřuje možnosti potenciálu využití trav pro průmyslové účely. Tento obor souvisí s fytoenergetikou, tzn. využitím rostlin pro energetické účely a je v oblasti travinářského výzkumu zcela novým odvětvím. Dosavadní výzkumné poznatky nabízejí dvě cesty využití vzniklé biomasy: suchou biomasu spalovat a vlhkou zpracovat anaerobní digescí

na bioplyn a hnojivý substrát. Výzkumem a využitím energetických trav se zabývala OSEVA PRO s.r.o. Výzkumná stanice travinářská Rožnov – Zubří ve spolupráci s Výzkumným ústavem zemědělské techniky, v.v.i. Praha a Vysokou školou báňskou – Technickou univerzitou v Ostravě. Výzkum probíhal ve dvou etapách se zaměřením na stanovení nejvhodnějších druhů trav pro energetické účely, optimálního termínu sklizně trav pro energetické účely a využitím trav pro spalování. V rámci výzkumu trav pro produkci bioplynu byly odzkoušeny vybrané trávy a travní směsi. V současnosti je v zemědělské praxi zájem zejména o bioplynové stanice. Zároveň je velice aktuální i otázka využití travní hmoty z technických ploch a technických trávníků. Zejména se jedná o travní biomasu z městských a obecních aglomerací. Perspektivní se jeví využití této hmoty zejména pro výrobu bioplynu.

Oseva PRO s.r.o. Výzkumná stanice travinářská Rožnov – Zubří leží v marginální oblasti Beskyd. Marginální oblasti můžeme charakterizovat jako oblasti s vyšší nadmořskou výškou (nad 400 m), nižší úrodností půdy, vyšší svahovitostí a tím i erozní ohrožeností, vyšším podílem trvalých travních porostů (přes 30 %). Rentabilita zemědělské výroby je na nižší úrovni. Vlivem snížení stavu ovcí a skotu zejména v oblasti Beskyd a útlumem zemědělské výroby zůstala část dříve intenzivně využívané zemědělské půdy ležet ladem. Na této půdě se vytvořil spontánní úhor se všemi negativními jevy z pohledu krajinářského i zemědělského (plevelle, choroby a škůdci). Další extenzifikace v marginálních oblastech by vedla k devastaci krajiny a rozšiřování negativních jevů jako je ladem ležící půda zejména ve vztahu k zemědělství a hospodaření. Z hlediska celkového pohledu bylo nutné hledat vhodné řešení situace. V naší republice se počítá s využitím části půdy dočasně vyřazené z intenzivní zemědělské výroby pro nepotravinářské účely. Kombinace potravinářského a nepotravinářského využití půdy směřuje k optimálnímu řešení situace. Do oblasti nepotravinářského využití půdy patří i pěstování rostlin pro výrobu energie. Půdu, která nemá využití v oblasti potravin, je nutno udržovat v kulturním stavu z důvodu možného návratu do zemědělství a tím zachování rezervy pro výrobu potravin. Ladem ležící půda je zdrojem plevelů, ale i chorob a škůdců. Důležitý je i kulturní stav krajiny. Energetické trávy pěstované v marginálních oblastech jsou perspektivní plodinou pro nepotravinářské využití půdy.

Význam energetických trav pro nepotravinářské využití půdy

- nové možnosti a perspektivy využití trav pro průmyslové využití,
- využití ladem ležící půdy pro nepotravinářské účely,
- využití produkce trvalých travních porostů, trávníků a technických ploch pro výrobu energie,
- dočasná konzervace zemědělské půdy, která sloužila pro výrobu potravin využitím energetických trav a směsí a její bezproblémový návrat do produkční zemědělské výroby v případě potřeby,
- uchování půdy vlivem travního porostu v příznivém stavu z hlediska půdní struktury a úrodnosti ,
- eliminace plevelů, chorob a škůdců na půdě, která nemá využití v oblasti produkce potravin tzv. negativního vlivu spontánních úhorů (plochy půdy ponechané bez obdělávání) v české krajině pěstováním trav pro energetické účely,
- ekonomické využití půdy, která nevyrábí potraviny.

MATERIÁL A METODY

Výzkum energetických trav sestával ze dvou etap. V první části výzkumu byly ze skupiny vybraných druhů trav ověřeny a zjištěny trávy nejvhodnější pro energetické účely z hlediska výnosu zelené hmoty, suché hmoty a sušiny, spalného tepla a výhřevnosti. V první etapě byly do výzkumu zařazeny tyto travní druhy: ovsík vyvýšený Rožnovský, kostřava rákosovitá Kora, psineček veliký Rožnovský, kostřavice bezbranná Stok, kostřavice vzpřímená -

ekotypy, chrastice rákosovitá Motterwitzer, chrastice kanárská Judita, ozdobnice čínská, proso seté Mironovské, třtina křovištní, rákos obecný, bezkoleneček rákosovitý. Bylo provedeno hodnocení ladem ležící půdy (spontánních úhorů), dříve intenzivně obhospodařované zemědělské půdy z hlediska botanického krajinářského a ekonomického. Byly stanoveny 2 – 3 druhy trav vhodných pro energetické využití ze všech zkoumaných druhů. Ve druhé etapě výzkumu byly ověřeny výnosové parametry (výnos zelené hmoty, suché hmoty, sušiny a její obsah) u vybraných travních druhů a lučních směsí zařazených do výzkumu v období jednoho až dvou měsíců před sklizňovou zralostí trav na semeno a v termínu do dvou měsíců po sklizňové zralosti trav na semeno s cílem stanovit nejvhodnější termín pro sklizeň energetických trav a travní druh s nejvyšším výnosem sušiny. Do výzkumu druhé etapy energetických trav byl zařazen psineček veliký Rožnovský, kostřava rákosovitá Kora, ovsík vyvýšený Rožnovský, chrastice rákosovitá Palaton, Chrifton a Chrastava (odřůda OSEVY PRO s.r.o., Výzkumné stanice travinářské Rožnov - Zubří), sveřep horský Tacit, luční směs do vlhkých a do suchých podmínek. Pro výnosové účely byly založeny polní pokusy v obou etapách výzkumu energetických trav s jednotlivými travními druhy o velikosti parcel 10 m² s úrovní výživy dusíkem bez hnojení a s minimální dávkou dusíku 50 kg na hektar. Současně v druhé etapě výzkumu energetických trav proběhlo ověřování spalování travní biomasy v technických zařízeních v malých (tepelný výkon do 50 kW) i velkých kotlích (500 kW – 2 MW) tepelného výkonu. Cílem této části výzkumu bylo zjistit nejvhodnější energetické zařízení (kotel), ve kterém lze spalovat travní biomasu.

Stanovení výtěžnosti bioplynu

Pro inokulaci procesu metanogeneze byl použit vyhnílý fugát z bioplynové stanice. U každého vstupního materiálu byly stanoveny obsahy veškeré sušiny a pro výpočet výtěžnosti též obsah organické sušiny. Používaný fugát měl obsah sušiny v rozmezí 2-5 %. U všech pokusů byly nastaveny stejné podmínky. Fermentory pracovaly při teplotě 37 °C, tj. v termofilní oblasti. Hmotnostní procento sušiny výchozí směsi namíchaných substrátů bylo mezi 4 - 8 %. Výsledná produkce bioplynu v m³ byla vždy vztažena na hmotnost 1 t sušiny vzorku. Pokusy byly každoročně založeny ve dvou termínech. Vzorky pro první termín byly z první seče ve vyšším stupni zralosti. Trávy byly ve fázi sloupkování, metání a kvetení. Produkce bioplynu byla pomalejší. Vzorky pro druhý pokus byly z druhé seče. Trávy nebyly v tak vysokém stupni zralosti, a proto bylo dosaženo větší výtěžnosti bioplynu. Výtěžnost bioplynu byla sledována u vybraných trav a travních směsí. Vzorky pro stanovení bioplynu byly odebrány v první dekádě června a v měsíci říjnu. Pro stanovení vlivu způsobu rozdělení vkládaného substrátu byly ověřovány vzorky řezanky 100 mm, řezanka 25 mm, řezanka mixovaná a řezanka lisovaná na šnekovém lisu.

VÝSLEDKY A DISKUSE

1. Výsledky první etapy výzkumu energetických trav

V první etapě výzkumu byly navržené trávy posouzeny z hlediska výnosu zelené hmoty, suché hmoty a sušiny. Byly rozborovány na spalné teplo a výhřevnost. Současně byla posouzena i ladem ležící půda, tzv. spontánní úhory. U této půdy bylo provedeno botanické hodnocení. Byl stanoven výnos sušiny těchto spontánních úhorů. Na základě výsledků byly stanoveny tři druhy trav nejvhodnějších pro energetické využití (psineček veliký Rožnovský, kostřava rákosovitá Kora a ovsík vyvýšený Rožnovský). Výnos u těchto tří travních druhů se pohyboval v průměru 8 – 10 t sušiny na hektar v podmínkách Zubří ve hnojené variantě. Výnos sušiny u spontánních úhorů byl velice nízký (do 2 t na hektar).

2. Výsledky druhé etapy výzkumu energetických trav - výsledky polních pokusů:

Trávy a luční směsi zařazené ve druhé etapě výzkumu byly sklizeny jako celé rostliny v měsíčních intervalech květen - září. Nejvyšších výnosů sušiny ve všech třech sklizňových letech dosahovala chrastice rákosovitá Palaton-11,89 t.ha⁻¹ ve třetím užitkovém roce, chrastice rákosovitá Chrastava -11,76 t.ha⁻¹ ve třetím užitkovém roce, lesknice rákosovitá Chrifton-11,2 t.ha⁻¹ ve třetím užitkovém roce, psineček veliký Rožnovský - 11,12 t.ha⁻¹ a kostřava rákosovitá Kora 10,69 t.ha⁻¹, oba ve třetím užitkovém roce. Všechny tyto výnosy byly dosaženy ve hnojené variantě 50 kg dusíku na hektar v měsíci srpnu. Nejvyššího výnosu sušiny dosahovaly trávy při sklizni celých rostlin v období měsíců červenec až srpen, tzn. v období sklizňové zralosti na semeno a měsíc po této sklizňové zralosti na semeno. Na základě těchto dosažených výsledků lze doporučit sklizeň energetických trav v období sklizně trav na semeno u všech zařazených travních druhů druhé etapy výzkumu. Snížení výnosu sušiny u travních porostů sklizených v pozdním letním a podzimním období v první seči je způsobeno zejména opadem listů a polehnutím zejména u náchylných druhů trav (např. ovsík vyvýšený). Pozdější sklizeň lze doporučit pouze u chrastice rákosovité Palaton, Chrifton, Chrastava, kde ztráty sušiny i dva měsíce po termínu sklizně trav na semeno (v září) byly nevýznamné. Zejména z hlediska ekonomického je vhodná kombinace sklizně trav na semeno pro tržní účely a současné využití vymlácené travní slámy pro energetické účely. Tento systém lze doporučit zejména pro realizaci v zemědělské praxi. V průběhu řešení výzkumného projektu druhé etapy výzkumu probíhaly zkoušky spalování travní biomasy v malých (tepelný výkon do 50 kW) i velkých kotlích (500 kW - 2 MGW) tepelného výkonu. Pro zkoušky v malých kotlích byla travní biomasa peletována. Na základě provedených spalných zkoušek ve velkých kotlích je možné doporučit spalování sena trav předně v kotlích určených pro spalování slámy. Jde o velké kotle Verner Golem s výkonem nad 900 kW. Dále byl úspěšně odzkoušen kotel LIN-KA dánské firmy Danstoker o výkonu 190 kW.

Výsledky stanovení produkce bioplynu

U všech zkoušek se prokázalo, že je vhodné pro bioplyn používat rostliny rané fázi růstu, alespoň měsíc před technickou zralostí na semeno. Při sklizni po zralosti jsou výsledky výrazně horší. Měření prokázala použití do vsázky vysoký podíl psinečku velikého. Podíl sušiny se pohyboval kolem 50 % ve směsi. Produkce bioplynu ze směsi s psinečkem je plně srovnatelná s produkcí bioplynu pouze z kejdy. Byly dosahovány průměrné výnosy 260 m³.t⁻¹ org.suš. při dosaženém maximu 370 m³.t⁻¹org.suš u psinečku velikého. Zde se jednalo o psineček jeden měsíc před technickou zralostí na semeno. Pokusy dále prokázaly, že i přestárlá rostlinná hmota je zpracovatelná pomocí anaerobní fermentace. Ovšem výtěžnost podstatně klesá a v 40 denním intervalu, například u sena, z psinečku dosahuje pouze 60 %. Použití řezanky do 40 mm je nutné pouze z důvodů čerpatelnosti materiálu. Na zvýšení produkce bioplynu má pozitivní vliv teprve buněčné rozrušení někdy nazývané lyzátování. Jestliže mixovaná směs 1 minutu měla nárůst produkce o 6 - 8 %, potom po mixování 5 minut byl nárůst produkce o 18 až 22 %. Podobného nárůstu bylo dosaženo při čtyřnásobném použití lisu. Mechanické rozrušení se rovněž projeví rychlejším nárůstem produkce bioplynu hlavně v prvních deseti dnech. Rozbory trav na stanovení uhlíku a dusíku potvrdily pozitivní vliv poměru C : N na výrobu bioplynu. U mladých rostlin se pohyboval v blízkosti optima (30 : 1), tj. v červnu a při druhé seči v říjnu.

Současně v rámci výzkumu využití trav pro bioplyn byla porovnávána produkce z čerstvé a ze silážované hmoty. Byla srovnána kukuřice a květnatá louka. Produkce bioplynu čerstvé hmoty květnaté louky byla 250 - 270 m³.t⁻¹ org sušiny, senážované hmoty, 270-290 m³.t⁻¹ org sušiny u čerstvé kukuřice 300-320 m³.t⁻¹ org sušiny a silážované kukuřice 320-350 m³.t⁻¹ org sušiny. Ve všech sledováních vyšla produkce bioplynu ze silážované hmoty vyšší než z čerstvé.

Využitelnost výzkumu energetických trav v praxi

- technologie pěstování trav na semeno se sklizní vymlácené slámy pro energetické účely se používá v zemědělské praxi. Sláma trav se balíkuje a využívá v kotlích pro spalování slámy na vytápění. Zemědělci slámu trav pěstovaných na semeno balíkují a prodávají do peletáren pro výrobu alternativních peletek.
- z odpadu po čištění trav případně ze sena se vyrábějí alternativní pelety a spalují v kotlích pro spalování dřevěných a alternativních pelet
- technologie sklizně osiva trav pro tržní účely a využití slámy pro energetické účely zvyšuje ekonomiku pěstování trav na semeno
- v současnosti je zájem o využití travních senází pro bioplyn zejména v oblastech s vyšším zastoupením trvalých travních porostů,
- v bioplynových stanicích se využívá vedle kukuřice a kejdy senážovaná travní hmota jako součást základní vsazky těchto stanic
- výsledky výzkumu využití trav v oblasti výroby bioplynu jsou novým směrem pro využití vysokého potenciálu travní hmoty v naší republice

ZÁVĚR

Výzkum trav pro energetické účely byl zaměřen na využití pro spalování a bioplyn. Výsledky výzkumu jednoznačně prokázaly, že trávy jsou využitelné jako energetické plodiny pro spalování i bioplyn. V první etapě využití trav pro spalování byly stanoveny nejvhodnější travní druhy pro energetické účely v podmínkách České republiky. Současně byl prokázán i negativní vliv ladem ležící půdy, tzv. spontánních úhorů, z hlediska krajinářského a zemědělského. Nejvhodnější pro energetické účely se jeví psineček veliký, kostřava rákosovitá, ovsík vyvýšený a chrastice rákosovitá. Byl stanoven termín pro optimální sklizeň energetických trav pro spalování a to v období sklizně travních druhů na semeno s využitím travní biomasy pro energetické účely a travní semeno pro prodej a tím zvýšení efektivity a ekonomiky celého pěstitelského procesu. Na základě výsledků výzkumu druhé etapy energetických trav a provedených spalných zkoušek ve velkých kotlích (500 kW – 2 MGW) je možné doporučit spalování travičkového sena předně v kotlích určených pro spalování obilní slámy. Výsledky výzkumu produkce bioplynu prokázaly využitelnost travní biomasy pro bioplyn. Výnos bioplynu ze směsi s psinečkem je plně srovnatelný s produkcí bioplynu pouze z kejdy. Byly dosažovány průměrné výnosy $260 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1} \text{ org. sušiny}$ při dosaženém maximu $370 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1} \text{ org. suš. u psinečku velikého}$. Byla porovnávána produkce bioplynu čerstvé a silážované travní hmoty květnaté louky a kukuřice. Ve všech sledováních byla zjištěna vyšší produkce bioplynu u silážované hmoty oproti čerstvé. Výsledky výzkumu energetických trav v oblasti spalování a bioplynu jsou v současnosti využívány v zemědělské praxi.

Dedikace:

Publikace je realizována na základě podpory projektu NAZV ČR. Č. QI101C246 Využití fytomasy z trvalých travních porostů a z údržby krajiny.

POUŽITÁ LITERATURA:

- ANDERT, D., FRYDRYCH, J., JUCHELKOVÁ, D., GERNDTOVÁ, I.: Energetické využití trav a travních směsí. In Příručka pro pěstování, spalování a využití trav při výrobě bioplynu. Vydavatel Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha 2007. ISBN: 978-80-86884-35-6. 110 s.
- FRYDRYCH, J., ANDERT, D., KOVÁŘÍČEK, P., JUCHELKOVÁ, D., TIPPL, M.: Farming in the mountains and foothills regions with respect to grasses used for generating energy. In CAGAŠ, B., MACHÁČ, R., NEDĚLNÍK, J.: Grassland Science in Europe: Alternative

Functions of Grassland. Brno: Organising Committee of the 15th European Grassland Federation Symposium 2009, 2009. s. 368-371. ISBN 978-80-86908-15-1.
FRYDRYCH, J., ANDERT, D., GERNDTOVÁ, I., VOLKOVÁ, P., JUCHELKOVÁ, D.,
RACLAVSKÁ, H., ZAJONC, O.: Využití trav pro energetické účely. Úroda, vědecká
příloha, 2012, roč. 60., č. 12, s. 275-278. ISSN 0139-6013.
FRYDRYCH, J.: Energetické využití trav se zaměřením na produkci bioplynu. In:
Pícninářské listy. r. XIX, 2013, s. 20 – 23. ISBN 978-80-87091-39-5

Kontaktní adresa:
Ing. Jan Frydrych
OSEVA vývoj a výzkum s.r.o.
Hamerská 698
756 54 Zubří
frydrych@oseva.cz