ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra pícninářství a trávníkářství

AKTUÁLNÍ TÉMATA V PÍCNINÁŘSTVÍ A TRÁVNÍKÁŘSTVÍ 2016

Sborník příspěvků z odborného semináře

Praha, 1. prosince 2016

Název:	Aktuální témata v pícninářství a trávníkářství 2016
Publikace:	Sborník příspěvků z odborného semináře
Konání:	Praha, 1. 12. 2016
Editor:	Ing. Pavel Fuksa, Ph.D.
Vydavatel:	Česká zemědělská univerzita v Praze
Povoleno:	Děkanátem FAPPZ ČZU v Praze
Určeno:	Pro vědeckou a odbornou veřejnost
Vydání:	1. vydání, 2016
Počet stran:	74
Náklad:	50 ks
Doporučená cena:	150,- Kč
Tiskárna:	PowerPrint, Praha 6 - Suchdol, Kamýcká 1219

ISBN 978-80-213-2707-8

Za odbornou a jazykovou správnost publikace odpovídají autoři.

Výsledky výzkumu energetických trav a praktické využití travní biomasy jako obnovitelného zdroje energie v oblasti Beskyd

The results of research into energy grasses and practical use of grass biomass as a renewable energy source in Beskydy

FRYDRYCH J.[1], VOLKOVÁ P.[1], ANDERT D.[2], GERNDTOVÁ I.[2]

[1]OSEVA vývoj a výzkum, s.r.o., Hamerská 698, 756 54 Zubří, email: frydrych@oseva.cz, [2]Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Drnovská 507, Praha 6 – Ruzyně

Abstrakt

Výzkum trav pro energetické účely byl zaměřen na využití trav pro spalování a pro produkci bioplynu. Byly vytypovány trávy nejvhodnější pro energetické využití. Byl stanoven nejvýhodnější termín pro sklizeň energetických trav. V podmínkách České republiky se jeví nejvhodnější sklizeň energetických trav v období jejich sklizně na semeno s využitím vymlácené travní slámy pro energetické účely. Byla provedena řada spalných zkoušek trav v malých a velkých kotlích. Na základě výsledků druhé etapy výzkumu energetických trav a provedených spalných zkoušek ve velkých kotlích (500kW–2MGW) je možné doporučit spalování travního sena předně v kotlích určených pro spalování obilní slámy. V oblasti výzkumu trav pro produkci bioplynu byly odzkoušeny vybrané trávy a travní směsi v zeleném stavu i konzervované senážováním. Bylo dosaženo výnosu bioplynu 260 $m^3.t^{-1}$ organické sušiny při maximu 370 $m^3.t^{-1}$ organické sušiny u psinečku velikého. V oblasti Beskyd využívají travní biomasu pro energetické účely bioplynová stanice ve Valašském Meziříčí a firma Biopelety s.r.o. ve Frenštátě pod Radhoštěm, která vyrábí pelety přímo z lučního sena.

Klíčová slova: energie, tráva, výnos sušiny, spalování, bioplyn

Abstract

The research of grasses for energy purposes has been focused on the utilization of grasses for combustion and for the production of biogas. There were chosen the best grasses for energy use. There was also set the most appropriate time for harvesting the energy grasses. In the Czech Republic conditions it appears to be the best harvest time for energy grasses during the harvest for seed using threshed grass straw for energy use. A series of combustion grasses tests was carried out in small and large boilers. Based on the research results of the second phase of energy grasses and combustion tests carried out in large boilers (500kW–2MGW) can be recommended burning the grass hay firstly in boilers designed to burn cereal straw. In research grasses for biogas production were tested the selected grasses and grass mixtures in the green state and preserved by haylage. There was achieved 260 m^3 of yield biogas. t^{-1} of organic solids at a maximum of 370 $m^3.t^{-1}$of organic solids for *Agrostis gigantea*. In Beskydy mountains is used grass biomass for energy purposes Biogas plant in Valašské

Meziříčí and company Biopelety Ltd. in Frenštát pod Radhoštěm, which produces pellets straight from meadow hay.
Keywords: energy, grass, dry matter yield, burning, biogas

Úvod

Významnou součástí obnovitelných zdrojů energie je travní biomasa. Pěstování trav pro energii rozšiřuje možnosti potenciálu využití trav pro průmyslové účely. Dosavadní výzkumné poznatky nabízejí dvě cesty využití vzniklé biomasy: suchou biomasu spalovat a vlhkou zpracovat anaerobní digescí na bioplyn a hnojivý substrát. 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 jak z hlediska výnosu sušiny a suché hmoty, tak i z hlediska produkce bioplynu. Trávy byly odzkoušeny v zeleném stavu i konzervované senážováním. Řešení této problematiky můžeme označit jako třetí etapu výzkumu energetických trav zaměřenou na využití trav pro bioplyn. V zemědělské praxi je zájem zejména o bioplynové stanice s využitím travních senáží. Pro výzkum produkce bioplynu senážovaných trav byly realizovány tzv. minisenáže (užitný vzor minisenáže: přihlašovatel/majitel: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha). Technologie minisenáží je registrována jako užitný vzor. Byly využity zejména minisenáže z trav pěstovaných na výzkumné stanici travinářské v Zubří.

Materiál a metody

Výzkum energetických trav sestával ze tří etap. V první části výzkumu (1997–2000) 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 travní druhy uvedené v Tab. 1. 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. Ve druhé etapě výzkumu (2005–2007) 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, lesknice rákosovitá Palaton, Chrifton a Chrastava (odrůda OSEVA PRO s.r.o., Výzkumné stanice travinářské Rožnov – Zubří), sveřep horský Tacit a 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 m^2 s úrovní výživy dusíkem bez hnojení a s minimální dávkou dusíku 50 $kg.ha^{-1}$. 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 MGW) tepelného výkonu. Cílem této části výzkumu bylo zjistit nejvhodnější energetické zařízení (kotel), ve kterém lze spalovat travní biomasu. Ve třetí etapě výzkumu energetických trav byla zkoumána zejména produkce bioplynu u cílených travních druhů.

Tab.1: Výsledky stanovení spalného tepla a výhřevnosti ve 100% sušině. (průměr za 3 užitkové roky) u trav zařazených v první etapě výzkumu

Tráva	**Spalné teplo ($kJ.kg^{-1}$)**	**Výhřevnost ($kJ.kg^{-1}$)**		
		průměr	**max.**	**min.**
Bezkolenec rákosovitý	18 233	17 625	17 890	17 357
Kostřavice bezbranná	18 577	17 968	18 205	17 654
Kostřava rákosovitá	18 849	18 245	18 554	17 984
Lesknice rákosovitá	18 120	17 504	17 905	17 085
Lesknice kanárská	17 979	17 361	18 005	17 065
Ovsík vyvýšený	17 596	16 987	17 356	16 354
Ozdobnice čínská /Misc./	19 669	19 066	19 186	18 830
Proso seté	19 321	18 716	19 078	18 510
Psineček veliký	19 270	18 661	18 825	18 432
Rákos obecný	18 469	17 852	18 154	17 542
Sveřep vzpřímený	18 516	17 890	18 056	17 468
Třtina křovištní	18 895	18 281	18 745	17 958

Stanovení výtěžnosti bioplynu: Pro inokulaci procesu metanogeneze byl použit vyhnilý fugát z bioplynové stanice Trhový Štěpánov. U každého vstupního materiálu byly stanoveny obsahy veškeré sušiny a pro výpočet výtěžnosti též organické sušiny. Používaný fugát měl obsah sušiny v rozmezí 2–5 %. U všech pokusů byly nastaveny stejné podmínky. Fermentory pracovaly při teplotě 37 ^oC, to je v termofilní oblasti. Hmotnostní procento sušiny výchozí směsi namíchaných substrátů bylo mezi 4–8 %. Výsledná produkce bioplynu v m^3 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. To bylo nejspíš příčinnou pomalejšího nárůstu produkce bioplynu. Vzorky pro druhý pokus byly z druhé seče. Trávy nebyly v tak vysokém stupni zralosti, a proto jsme dosáhli větší výtěžnosti bioplynu. Pro stanovení vlivu způsobu rozdružení vkládaného substrátu byly ověřovány vzorky: řezanka 100 mm, řezanka 25 mm, řezanka mixovaná 1 minutu, řezanka mixovaná 5 minut a řezanka lisovaná na šnekovém lisu.

Výsledky a diskuse

1.Výsledky první etapy výzkumu energetických trav (1997–2000)

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.ha^{-1}sušiny v podmínkách Zubří ve hnojené variantě. Výnos sušiny u spontánních úhorů byl velice nízký (do 2 t.ha^{-1}).

2. Výsledky druhé etapy výzkumu energetických trav – výsledky polních pokusů (2005–2007)

Trávy a luční směsi zařazené ve druhé etapě výzkumu byly sklizeny v letech 2005-2007 jako celé rostliny v měsíčních intervalech květen-září. Nejvyšších výnosů sušiny ve všech třech sklizňových letech dosahovala ve třetím užitkovém roce lesknice rákosovitá Palaton 11,89 t.ha^{-1}, lesknice rákosovitá Chrastava 11,76 t.ha^{-1}, lesknice rákosovitá Chrifton 11,2 t.ha^{-1}, psineček veliký Rožnovský 11,12 t.ha^{-1} a kostřava rákosovitá Kora 10,69 t.ha^{-1}. Všechny tyto výnosy byly dosaženy ve hnojené variantě 50 kg N.ha^{-1} v měsíci srpnu 2007. 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 u náchylných druhů trav (např. ovsík vyvýšený). Pozdější sklizeň lze doporučit pouze u lesknice rákosovité Palaton, Chrifton, Chrastava, kde ztráty sušiny i dva měsíce po termínu sklizně trav na semeno (v září) byly nevýznamné. Z hlediska ekonomického je vhodná kombinace sklizně trav na semeno pro tržní účely a současné využití vymlácené travní slámy pro energetické účely. 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 v roce 2007 úspěšně odzkoušen kotel LIN-KA dánské firmy Danstoker o výkonu 190 kW.

3.Výsledky třetí etapy výzkumu energetických trav stanovení produkce bioplynu (2010–2014)

Ve třetí etapě výzkumu byly zařazeny tyto travní druhy - psineček veliký Rožnovský, kostřava rákosovitá *Kora*, ovsík vyvýšený Rožnovský, lesknice rákosovitá Chrastava, sveřep horský Tacit. Pro výzkum produkce bioplynu z travní fytomasy byly zařazeny hybridy Lofa, Bečva a Perun a jetelotravní směs pro konzervaci půdy. U všech zkoušek se prokázalo, že je vhodné pro bioplyn používat rostliny mladé, alespoň měsíc před technickou zralostí na semeno, při sklizni po zralosti jsou výsledky výrazně horší. Na základě výsledků je možné použít do vsazky vysoký podíl např. 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 $m^3.t^{-1}$ org. sušiny při dosaženém maximu 370 $m^3.t^{-1}$ org. suš. u psinečku velikého. Zde se jednalo o psineček 1 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 40denním 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.

Praktické využívání trav jako obnovitelných zdrojů energie v oblasti Beskyd

Bioplynová stanice ve Valašském Meziříčí

Bioplynová stanice ve Valašském Meziříčí je umístěna v průmyslovém areálu firmy Agropodnik a. s. na okraji místní části Krásno. Od počátku byla koncipována tak, aby umožňovala zpracovat v používaných vstupech větší podíl travní senáže, které je v oblasti s vyšším zastoupením trvalých travních porostů dostatek. S ohledem na tuto podmínku byla z nabídek renomovaných dodavatelů vybrána technologie od firmy agriKomp Bohemia s.r.o.. Celkový elektrický výkon bioplynové stanice je 1 MW. Hlavními dodavateli vstupních surovin jsou zemědělské podniky z okolí dodávající siláž, senáž a kejdu. Dále je v bioplynové stanici využívána čerstvě posečená tráva z veřejných prostranství Valašského Meziříčí a okolních obcí. Veškeré pevné vstupní suroviny musí být při sklizni upraveny na vhodnou délku (max 5 cm). Stanice nemá vlastní skladovací kapacity, proto jsou vstupní suroviny třikrát týdně naváženy na manipulační plochu stanice. Dodavatelé se zároveň starají o veškerý odběr

vyprodukovaného digestátu, který aplikují jako vysoce hodnotné organické hnojivo na své zemědělské plochy. Tímto dochází k uzavřenému koloběhu surovin a navrácení živin zpět do půdy. Za účelem zefektivnění vývozu digestátu pořídila bioplynová stanice dvě velkoobjemové (20 m^3) přívozní cisterny Annaburger, které jsou odběratelům pronajímány. Denně je tak možné vyvézt a aplikovat až 650 t digestátu. Odpadní teplo z bioplynové stanice je pomocí nově vybudovaného teplovodu rozváděno do přilehlého průmyslového areálu mateřské společnosti Agropodnik a.s.. Vytápí se správní budova, výrobní haly kovovýroby, vrátnice a výrobní a administrativní prostory firmy Termolux s. r. o.. Realizovaným opatřením se areál stal zcela nezávislým na dodávkách zemního plynu.

V letech 2013, 2014 a 2015 bylo v bioplynové stanici dosaženo průměrného podílu senáží z TTP na úrovni 27 % všech tuhých vstupů. Z provedených fermentačních testů lze konstatovat, že výtěžnost bioplynu se u senáží pohybuje v rozmezí 160–180 nm^3 bioplynu z 1 t materiálu v původní hmotě. U kukuřičné siláže se tento parametr pohybuje na úrovni 210–230 nm^3. Z provozního hlediska nečiní zpracovaní daného podílu senáží výraznější problémy, je však nutné dodat, že stanice disponuje nadstandartní zádržnou dobu cca 115 dní. Důležité je dodržovat maximální délku řezanky cca 5 cm a udržovat v dobré kondici řezací hlavy na čerpadlech, aby nedocházelo k jejich ucpávání, případně k problémům při aplikaci digestátu. Z agrotechnického hlediska považuje stanice při výrobě senáže za nutné minimalizovat možnost příměsi kamenů a zeminy, které mohou zařízení poškodit a mají tendenci sedimentovat na dně fermentoru. Senáže z TTP při dodržování základních pravidel tvoří dobrou alternativou k cíleně pěstovaným energetickým plodinám a to především v oblastech, kde je jejich pěstování omezeno například s ohledem na protierozní opatření. V bioplynové stanici budou mít nezastupitelný podíl i nadále.

Firma Biopelety . s.r.o. ve Frenštátě pod Radhoštěm

Firma Biopelety s.r.o. se zabývá výrobou agropelet – pelet vyrobených ze sena. Agropelety jsou perspektivním, vysoce komprimovaným, sypným fytopalivem (do 1,4 $kg.dm^{-3}$), s vysokou výhřevností (do 19 $MJ.kg^{-1}$) a nízkým obsahem popelovin (0,5 %). Vyrábějí se na protlačovacích matricových lisech z čistého sena a splňují nejvyšší požadavky na kulturu a pohodlí vytápění objektů, při nákladech srovnatelných s ušlechtilými fosilními palivy a jsou charakteristické vysokým ekologickým efektem. Agropelety mají nízký obsah vody (kolem 10 %), a průměr od 6 do 20 mm, s délkou do 40 mm, jsou odolné proti nárazu a mají nízké nároky na skladovací prostory a umožňují automatizaci procesů spalování. Dnes je výroba peletek rychle se rozvíjejícím odvětvím paliv. Pro spalování peletek se vyrábějí nejen automatické kotle pro provoz po celou sezónu, ale i krbová kamna se zásobníkem, která hoří jedno naplnění i několik dní. V současnosti firma dodává pelety zejména velkoodběratelům jako jsou např. elektrárny.

Závěr

Výzkum trav pro energetické účely byl zaměřen na využití pro spalování a bioplyn. Výsledky jednoznačně prokázaly, že trávy jsou využitelné jako energetické plodiny pro spalování i bioplyn. Byl stanoven nejvhodnější termín pro spalování travní slámy v období sklizně trav na semeno a nejvhodnější energetické zařízení kotel pro spalování travní slámy ve formě balíků, a to kotel pro spalování obilní slámy. Bylo prokázáno, že trávy jsou využitelné pro bioplyn. Byly dosahovány průměrné výnosy 260 $m^3.t^{-1}$ org. suš. při dosaženém maximu 370 $m^3.t^{-1}$ org. suš. u psinečku velikého sklizeného měsíc před sklizní na semeno. Psineček byl testován v zeleném stavu. Pro produkci bioplynu byly trávy testovány v zeleném stavu i jako travní senáže. Travní biomasa je využívaná pro výrobu energie v bioplynové stanici ve Valašském Meziříčí a to převážně ve formě senáží. Ve Frenštátě pod Radhoštěm vyrábí firma Biopelety s.r.o agropelety z lučního sena pro vytápění objektů.

Dedikace

Publikace je realizována na základě podpory projektu NAZV ČR QI101C246 Využití fytomasy z trvalých travních porostů a z údržby krajiny a na základě finanční podpory MZe (Institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace).

Literatura

Andert, D., Frydrych J., Juchelková, D., Gerndtová, I. 2007. Energetické využití trav a travních směsí. In Příručka pro pěstování, spalování a využití trav při výrobě bioplynu. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha. ISBN: 978-80-86884-35-6. 110 s.

Frydrych, J. 2013. Travní biomasa pro produkci bioplynu. Zemědělec. 21 (27). 14-16.

Frydrych, J., Andert, D., Gerndtová, I., Volková, P., Juchelková, D., Raclavská, H., Zajonc, O. 2012. Využití trav pro energetické účely. *Úroda, vědecká příloha*. 60 (12). 275-278.

Frydrych, J., Volková, P., Andert, D., Gerndtová, I. 2014. Energetické využití trav se zaměřením na produkci bioplynu. Agomanuál. 9 (7). 81-83.