

VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMU ENERGETICKÝCH TRAV PRO SPALOVÁNÍ A BIOPLYN V ZEMĚDĚLSKÉ PRAXI

UTILIZATION OF RESEARCH RESULTS OF ENERGY GRASSES FOR COMBUSTION AND IN THE BIOGAS STATIONS IN AGRICULTURAL PRACTICE

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

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

Abstract

Grasses are an important part of renewable energy sources. Grasses for energy purposes have been examined with a focus on burning and simultaneously the use of biogas. From grass species for energy purposes seems to be the best in the Czech Republic, large bent grass, tall fescue, oat grass and reed canary grass. In the agricultural practice after harvest time, grasses grown for seed, the grass straw, after threshing and harvesting seeds, is used for energy production. The straw is baled and is used for combustion in large boilers designed for burning straw or grain farmers sell such straw to pellet companies to produce pellets. In the biogas stations silage grass matter is used as a part of the base material (feedstock) for the production of biogas. The achieved average yields were 270-290 m³ biogas of 1 t. org. dry matter by flowery meadows silage and 320-350 m³ .t⁻¹ org. dry matter by corn silage. Area of biogas production is a new direction of high potential use of the grass in our country. Research on energy grasses and its results are currently used in agricultural practice.

Keywords: energy, grass, burning, biogas, flowery meadow

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 travníků. 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 (plevele, 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 nevytváří 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, bezkolnec 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 (odrůda 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 MGW) tepelného výkonu. Cílem této části výzkumu bylo zjistit nejvhodnější energetické zařízení (kotel), ve kterém lze spalovat travní biomasu.



Obr.1: Pokusné parcely Kostřava rákosovitá, srpen

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 odebírány v první dekádě června a v měsíci říjnu. Pro stanovení vlivu způsobu

rozdužení vkládaného substrátu byly ověřovány vzorky řezanky 100 mm, řezanka 25 mm, řezanka mixovaná a řezanka lisovaná na šnekovém lisu.



Obr. 2: Pokusné parcely Sveřep horský, září

VÝSLEDKY A DISKUZE

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 použít 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⁻¹ org.suš u psinečku velikého. Zde se jednalo o psineček jeden měsíc před technickou zralostí na semeno. Pokusy dále prokázaly, že i přestálá 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.



Sklicež Heger a odběr vzorků trav pro analýzy

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 senáží 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 dosahovány průměrné výnosy 260 m³.t⁻¹ org. sušiny při dosaženém maximu 370 m³.t⁻¹org.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 výsledkem řešení projektů NAZV ČR. QI101C246 „Využití fytomasy z trvalých travních porostů a z údržby krajiny“ a QJ1510342 – Zplyňovač zemědělské fytomasy.

SEZNAM CITOVANÝCH PRACÍ

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., KOVAŘÍČEK, 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., NEDELNÍK, 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

Abstrakt

Trávy tvoří významnou součást obnovitelných zdrojů energie. Trávy pro energetické účely byly zkoumány se zaměřením na spalování a současně využití pro bioplyn. Z travních druhů pro energetické účely se jeví nejvhodnější v podmínkách České republiky psineček veliký, kostřava rákosovitá, ovsík vyvýšený a chřastice rákosovitá. V zemědělské praxi po sklizni trav pěstovaných na semeno se využívá travní sláma po vymláčení a sklizni osiva pro výrobu energie. Sláma se balíkuje a využívá pro spalování ve velkých kotlích určených pro spalování obilní slámy nebo zemědělci prodávají tuto slámu do peletáren za účelem výroby peletek. V bioplynových stanicích se využívá senážovaná travní hmota jako součást základního materiálu (vsazky) pro výrobu bioplynu. Byly dosahovány průměrné výnosy bioplynu 270-290 m³ .t⁻¹ org. sušiny u senážované květnaté louky a 320-350 m³ .t⁻¹ org sušiny u silážované kukuřice. Oblast výroby bioplynu je novým směrem pro využití vysokého potenciálu travní hmoty v naší republice. Výzkum trav pro energetiku a jeho výsledky jsou v současnosti využívány v zemědělské praxi.

Klíčová slova: energie, tráva, spalování, bioplyn, květnatá louka

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Frydrych

OSEVA vývoj a výzkum s.r.o.

Hamerská 698

756 54 Zubří

fydrych@oseva.cz

Ing. David Andert, CSc.

tel.: 233022225

andert@vuzt.cz

Ing. Ilona Gerndtová

tel.: 233022462

ilona.gerndtova@vuzt.cz

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.

Drnovská 507

161 01 Praha 6 – Ruzyně

prof. Ing. Helena Raclavská, CSc.

tel.: 597324365

helena.raclavska@vsb.cz

Ing. Ondřej Zajonc

ondrej.zajonc@vsb.cz

Vysoká škola báňská Ostrava

ENET-Energetické jednotky pro využití netradičních zdrojů energie

17. listopadu 15/2172

708 33 Ostrava-Poruba

Recenzovali: doc. Ing. J. Malat'ák, Ph.D., Ing. M. Aron