

VYUŽITÍ ODPADNÍ SLÁMY PŘI PROVOZU BIOELEKTRÁRNY USE OF WASTE STRAW IN THE OPERATION OF THE BIO POWER STATION

Z. Abrham, D. Andert, M. Herout, A. Roy, P. Plíva
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i

Abstract

During the operation of the bio power station the basic fuel is agricultural residual biomass (straw of cereals and oil plants, hay), pressed into prismatic bales. During storage, about 4% of the packages degraded by increased humidity are no longer suitable as biofuel. This technological waste is proposed to use for the production of compost. In this article describes the composition and technology of compost production, also the agrochemical, microbiological properties, and economic benefits are evaluated. The resulting product is a high-quality compost that meets the required quality features.

Keywords: bio power station, straw, hay, compost

ÚVOD

Jeden ze spolupracujících zemědělských podniků je provozovatelem bioelektrárny s výrobou páry 12,8 t_p/h a s výkonem 1,6 MW_{el}. Pára je rovněž využita ve vlastních zpracovatelských provozech. Zařízení na kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla pracuje na principu spalování zemědělské zbytkové biomasy (sláma obilovin a olejnin, sena) lisované do hranolovitých balíků. Roční spotřeba zbytkové biomasy se pohybuje okolo 12 tis. tun. Pro většinu slámy a sena se využívá technologie skladování formou foliovaných stohů. Tato technologie znamená výrazné snížení procenta znehodnocených balíků, přesto se tyto ztráty pohybují okolo 4 %. Vzniká tak cca 480 tun odpadní slámy, která má zvýšenou vlhkost okolo 25 % a není již vhodná jako palivo do bioelektrárny. Pro tento typ technologického odpadu je vhodné jeho použití na výrobu kompostu.

MATERIÁL A METODY

Technologický odpad představuje balíky slámy nebo jejich částí, které nevyhovují z důvodů zvýšené vlhkosti materiálu, požadavkům bioelektrárny na kvalitu paliva. Prověřovala se možnost dodatečného dosoušení vlhké slámy (např. s využitím odpadního tepla bioelektrárny), ale náklady na dosoušení a manipulaci s materiálem by byly vyšší než cena slámy. Pro tento typ technologického odpadu navrhujeme jeho využití na výrobu kompostu.

Výroba kompostu byla experimentálně ověřena na kompostárně VÚZT, v. v. i. v Praze 6. Kompostovací plocha je umístěna v areálu VÚRV, v. v. i. na oplocené ploše o rozměru cca 60 m x 10 m. Kompostování probíhalo v termínu od 11. 9. 2017 do 10. 11. 2017. Na kompostárně se kompostuje

technologii kontrolovaného mikrobiálního kompostování v pásových hromadách na volné ploše. Technické vybavení kompostárny zahrnuje - univerzální nakladač čelní UNC – 060, nakládací lopatu o geometrickém objemu 0,375 m³ (vrstvení a urovnávání hromady), překopávač kompostu OSTRATICKÝ NPK 250H (překopávání kompostu), vibrační síto deskové VSD – 01 (prosévání kompostu), pásový dopravník RM9-19 (prosévání kompostu).

Hlavními surovinami do zakládky byla sláma (s průměrnou vlhkostí 25 %) a biologicky rozložitelný odpad z údržby komunální zeleně (tj. hlavně tráva, listí, zbytky rostlin). Surovinová skladba kompostu je uvedena v tabulce 1.

Tab. 1: Surovinová skladba a výsledný kompost

| Surovina | Množství (v tunách) | Vlhkost % | C:N |
|----------|---------------------|-----------|------|
| Sláma | 0,4 | 25 | 88 |
| BRO | 2 | 65 | 8,9 |
| Kompost | 1,8 | 45 | 11,2 |

V kompostu probíhalo pravidelné měření teplot (viz tabulka 2) a obsahu kyslíku (viz tabulka 3) podle zpracované metodiky.

Během sledovaného období bylo vyrobeno celkem 1,8 tuny kompostu s výslednou vlhkostí 45 % a poměrem C:N 11,2.

Tab. 2: Naměřené hodnoty teplot (°C) kompostu

| Datum | 11.9. | 13.9. | 14.9. | 18.9. | 21.9. | 26.9. | 2.10. | 6.10. | 10.10. | 17.10. | 24.10. | 10.11. |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| teplota venkovní | 26 | 24 | 25 | 20 | 19 | 18 | 16 | 15 | 15 | 14 | 14 | 13 |
| Kompost | | | | | | | | | | | | |
| měřicí místo 1 | 65 | 62 | 58 | 56 | 50 | 47 | 45 | 35 | 30 | 21 | 16 | 14 |
| měřicí místo 2 | 67 | 64 | 57 | 54 | 52 | 48 | 43 | 30 | 25 | 23 | 16 | 13 |
| měřicí místo 3 | 66 | 64 | 60 | 50 | 48 | 47 | 45 | 34 | 26 | 21 | 14 | 16 |
| Překopáno | ano | ano | ano | ano | ano | | ano | | ano | | ano | |

Tab. 3: Naměřené hodnoty obsahu kyslíku (%)

| Datum | 11.9. | 13.9. | 14.9. | 18.9. | 21.9. | 26.9. | 2.10. | 6.10. | 10.10. | 17.10. | 24.10. | 10.11. |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Hromada 3 | | | | | | | | | | | | |
| měřicí místo 1 | 7.8 | 10.3 | 12.2 | 13.2 | 12.4 | 14.2 | 15.9 | 16.5 | 17.4 | 19.1 | 19.4 | 19.8 |
| měřicí místo 2 | 8.6 | 11.4 | 12.5 | 12.4 | 14.2 | 14.9 | 17.2 | 17.8 | 16.3 | 18.2 | 19.7 | 19.7 |
| měřicí místo 3 | 8.9 | 10.8 | 13.8 | 12.7 | 12.9 | 13.2 | 16.1 | 16.2 | 18.2 | 17.8 | 18.5 | 19.8 |
| Překopáno | ano | ano | ano | ano | ano | | ano | | ano | | ano | |

Hodnocení kompostu

Agrochemické hodnocení kompostu

Při laboratorních rozbořech kompostu se postupovalo dle ČSN 46 5735 „Průmyslové komposty“ a byly stanoveny následující znaky jakosti:

- vlhkost,
- celkový obsah spalitelných látek (C),
- obsah celkového dusíku (N),

- poměr C:N,
- pH ve vodní suspenzi,
- stanovení nerozložitelných příměsí,
- hodnocení homogenity celku.

Výsledky jsou uvedeny v tabulce 4 a porovnány s hodnotami dle ČSN.

Tab. 4: Agrochemické rozboř kompostu

| Znak jakosti | Jednotky | Hodnota dle ČSN | Zjištěné hodnoty |
|--|----------|--|------------------|
| Vlhkost | % | Od zjištěné hodnoty spalitelných látek do jejího dvojnásobku avšak min. 40,0 max. 65,0 | 48 |
| Spalitelné látky ve vysušeném vzorku | % | min. 25,0 | 47,7 |
| Celkový dusík jako N přepočtený na vysušený vzorek | % | min. 0,60 | 2,12 |
| Poměr C:N | - | max. 30:1 u organ. kompostů výlučně (5-15):1 | 11,25 |
| Hodnota pH výluhu | - | od 6,0 do 8,5 | 7,8 |

Mikrobiologické hodnocení kompostu

Při výrobě kompostu byla kontrolována jeho kvalita z hlediska výskytu patogenních mikroorganismů, která se kontroluje mikrobiolo-

gickým vyšetřením na indikátorové mikroorganismy. Kontroly byly prováděny v mikrobiologické laboratoři VÚZT, v.v.i. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v tabulce 5.

Tab. 5: Mikrobiologické hodnocení kompostu

| Indikátorový mikroorganismus | Jednotka | Limit | Výsledek |
|-------------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|
| enterokoky | KTJ.g ⁻¹ sušiny | < 10 ³ | 2,2x10 ² |
| salmonella | nález v 50 g | negativní | NEGATIVNÍ |
| termotolerantní koliformní bakterie | KTJ.g ⁻¹ sušiny | < 10 ³ | < 50 |

Experimentem se ověřilo, že při správném způsobu kompostování je výsledným produktem kvalitní kompost, který odpovídá požadovaným jakostním znakům dle ČSN 46 5735. „Průmyslové komposty“.

Ekonomika kompostování technologického odpadu

Ekonomické hodnocení kompostu je zpracováno pro 2 varianty, které se liší náklady na vstupní materiály. Cena slámy pro obě varianty vychází z předpokladu, že hodnota slámy včetně odpadu je již započtena v hodnotě hlavního produktu (elektrická resp. tepelná energie) a tedy náklady na slámu jsou nulové. Pro obě varianty se z důvodu omezených zdrojů BRO uvažuje jen s roční produkcí kompostu 700 tun.

Varianta 1:

Druhou složkou kompostu je biologicky rozložitelný odpad z údržby zahrad a komunální zele-

ně, který má zápornou cenu - obce za jeho odvoz a zpracování v současné době platí průměrně cca 300 Kč.t⁻¹. Náklady na svoz biologického odpadu pro menší nasávací oblasti (do 15 km) jsou okolo 100 Kč.t⁻¹. V tomto případě tedy příjem za odvoz a zpracování biologického odpadu je vyšší než náklady na kompostování. Při současné tržní ceně kompostu 400 Kč.t⁻¹ to představuje roční ekonomický přínos 301.000 Kč.

Varianta 2:

Vychází z předpokladu, že svoz rozložitelného odpadu z údržby zahrad a komunální zeleně bude pro obce bez poplatku a tedy zůstávají jen náklady na svoz. V tomto případě jsou výsledné náklady na 1 t kompostu 270 Kč.t⁻¹ a to představuje roční ekonomický přínos 91.000 Kč.

Ekonomické vyhodnocení obou variant je podrobněji uvedeno v tabulce 6.

Tab. 6: Ekonomika kompostování technologického odpadu

| Položky nákladů | Varianta 1 | | Varianta 2 | |
|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|
| | Sazby za měrnou jednotku položky | Kč na 1 t kompostu | Sazby za měrnou jednotku položky | Kč na 1 t kompostu |
| Sláma | 0 Kč.t ⁻¹ | 0 | 0 Kč.t ⁻¹ | 0 |
| Bioodpad (včetně nákladů na svoz) | -200 Kč.t ⁻¹ | -200 | 100 Kč.t ⁻¹ | 100 |
| Kompostovací plocha | 10.000 Kč.ha ⁻¹ | 10 | 10.000 Kč.ha ⁻¹ | 10 |
| Technologická linka | 420 000 Kč.r ⁻¹ | 160 | 420 000 Kč.r ⁻¹ | 160 |
| Náklady celkem | Kč.t ⁻¹ | - 30 | Kč.t ⁻¹ | 270 |
| Produkce kompostu | t.r ⁻¹ | 700 | t.r ⁻¹ | 700 |
| Tržní cena kompostu | Kč.t ⁻¹ | 400 | Kč.t ⁻¹ | 400 |
| Ekonomický přínos | Kč.r ⁻¹ | 301000 | Kč.t ⁻¹ | 91000 |

ZÁVĚR

Při provozu bioelektrárny je základním palivem zemědělská zbytková biomasa. Je to biologický materiál s různou kvalitou ovlivněnou jak sklízni v různých technologických i klimatických podmínkách, tak i dlouhou dobou skladování. Z toho plyne poměrně velké množství technologického odpadu. V rámci řešení projektu byly zpracovány a ekonomicky vyhodnoceny dvě varianty surovinového využití tohoto odpadu. Výsledným produktem je kvalitní kompost, který odpovídá požadovaným jakostním znakům. Při současném systému svozu a zpracování BRO se mohou roční přínosy pohybovat okolo 300 tis. Kč. a mohou být tedy významným ekonomicky stabilizačním prvkem provozu bioelektrárny.

POZNÁMKA

Článek vznikl v rámci institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj VÚZT, v. v. i. RO0618 a v rámci řešení projektu NAZV QJ1510345 - Příprava a využití kompostů na bázi digestátu, popele ze spalování biomasy a BRO.

Abstrakt

Při provozu bioelektrárny je základním palivem zemědělská zbytková biomasa (sláma obilovin a olejin, seno) lisovaná do hranolovitých balíků. Při skladování vzniká asi 4 % balíků znehodnocených zvýšenou vlhkostí, které již nejsou vhodné jako palivo do bioelektrárny. Pro tento technologický odpad je navrženo jeho využití na výrobu kompostu. V příspěvku je popsána skladba a technologie výroby kompostu, jsou vyhodnoceny jeho agrochemické a mikrobiologické vlastnosti a ekonomické přínosy. Výsledným produktem je kvalitní kompost, který odpovídá požadovaným jakostním znakům. Podobným způsobem lze zhodnotit i balíky sena či slámy, které zůstaly z nějakých důvodů dlouho na poli.

Klíčová slova: bioelektrárna, sláma, seno, kompost

LITERATURA

- ROY, A., PLÍVA, P.: Teplota kompostu – nejjednodušeji identifikovatelný ukazatel jeho zrání. In TECHNOFÓRUM 2010 - Advances in research of agricultural and environmental engineering. Nitra 2010. SPU Nitra: Scientific Pedagogical Publishing, 2010 s. 205-211. ISBN 978-80-552-0380-5
- PLÍVA, P. a kol.: Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. Praha: Vydavatelství Profi Press, s.r.o., 2009. 1. vydání, 136 s., ISBN 978-80-86726-32-8.
- Technická norma ČSN 46 5735 „Průmyslové komposty“.
- Vyhláška č. 341/2008 Sb., „O podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně Vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně Vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)“

Kontaktní adresa:

Ing. Z. Abrham, CSc.

tel.: +420 233022399

e-mail: zdenek.abrham@vuzt.cz

Ing. D. Andert, CSc.,

tel.: +420 233022225

e-mail: david.andert@vuzt.cz

Ing. A. Roy, Ph.D.

tel.: +420 233022241

e-mail: roy.amitava@vuzt.cz

Ing. P. Plíva, CSc.

tel.: +420 233022367

e-mail: petr.pliva@vuzt.cz

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.

Drnovská 507

161 01 Praha 6 - Ruzyně

Recenzovali: doc. Ing. B. Čech, Ph.D., prof. Ing. Patrik Burg, Ph.D.