

JAK MŮŽEME ZÍSKAT TEPLU UKRYTÉ V KOMPOSTU

Ing. Jiří Souček, Ph.D., Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha, v. v. i.

Nejsem přítelem hadů. Nicméně musím přiznat, že mé vědomosti o nich jsou jen povrchní. Tak například si ze školy pamatuji, že to jsou plazi a že had slepýš vlastně není had, ale ještěrka bez nožiček, která tu a tam zanechává ocásek v místě, kde pocítí nebezpečí. A jak to souvisí s kompostem? Tou souvislostí je vznik a využití tepla.

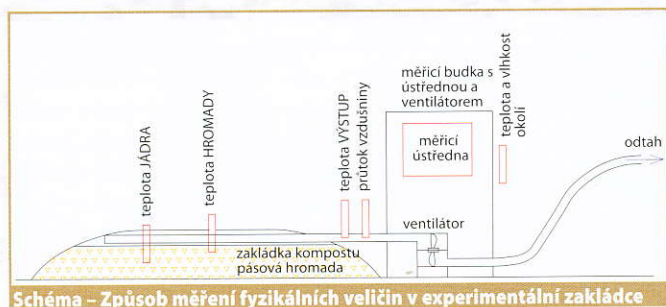
Hadi jsou živočišné studenokrevní a musejí své termoregulaci pomáhat tím, že vyhledávají prostředí, jehož teplotní podmínky jsou pro ně v dané chvíli optimální, nebo alespoň přijatelné. Takže se čas od času ohřejí například i ve zrajícím kompostu na naší zahradě. A navíc zadarmo, což jim při vyúčtování peněz může pracovník ve výzkumu jen závidět. A začne přemýšlet, jakým způsobem by mohl energii kompostu také využít, aby nějakou tu korunu ušetřil. Jinak řečeno, jak využít kompost i jako palivo, neboli jak energeticky zhodnotit proces kompostování.

V praxi se nakonec jako využitelné ukázaly dva způsoby: Prvním využitím tepla vznikajícího během kompostovacího procesu a jeho následné jímání prostupem, tedy v podstatě po způsobu hadů. Druhým je přímé spálení pro výrobu tepla, případně elektřiny.

Experimentální metoda jímání tepla vznikajícího při aerobním rozkladu

Za účelem výzkumu využitelnosti odpadního tepla vznikajícího v organické hmotě v průběhu kompostovacího procesu bylo ve VÚZT Praha, v. v. i., sestaveno experimentální pracoviště s podtlakovým systémem sběru vzdušiny ze zakládky. Zařízení je konstruováno na využití kompostovací zakládky ve formě pásové hromady. Po celé délce zakládky, částečně zakryté plachtou, je vodorovně nainstalována perforovaná trubice, která je na jedné straně zaslepena a na druhé straně osazena odtahovým ventilátorem. V průběhu experimentu je měřena teplota zakládky ve středu hromady (označena jako teplota jádra) a asi 25 cm pod povrchem (teplota hromady). Do přechodky mezi perforovanou trubicí a ventilátorem je osazeno teplotní čidlo pro měření teploty odsávané vzdušiny a čidlo pro měření průtoku vzdušiny. Dále je sledována venkovní teplota a relativní vlhkost vzduchu. Ta je shodná s teplotou vzduchu nasávaného při zapnutém ventilátoru do zakládky.

V průběhu experimentu vzdušina při zapnutém ventilátoru proudí z povrchu hromady kompostovaným materiálem do trubice a odtud je odsávána ventilátorem. V počáteční, termofilní fázi kompostovacího procesu byl ventilátor automaticky sepnut, když teplota zakládky přesáhla 60 °C. Bylo tak simulováno zachování procesu hygienizace. V dalším průběhu procesu byla teplota,



Kompostovací zakládka ve formě pásové hromady pro výzkum využitelnosti odpadního tepla v průběhu kompostovacího procesu Foto Petr Plíva

při jejímž dosažení ventilátor sepnul, postupně snižována. Doplňkově byl při vhodných teplotních podmínkách ventilátor zapnut manuálně.

Tab. 1 - Vlastnosti kompostů z energetického hlediska

Vzorek	Obsah vody (% hm.)	Spalné teplo (MJ/kg)	Výhřevnost (MJ/kg)	Popel (% hm.)
1	40,12	10,590	4,273	31,49
2	41,10	12,177	5,077	28,31
3	40,44	15,321	7,046	29,39
4	56,51	16,397	4,653	25,35

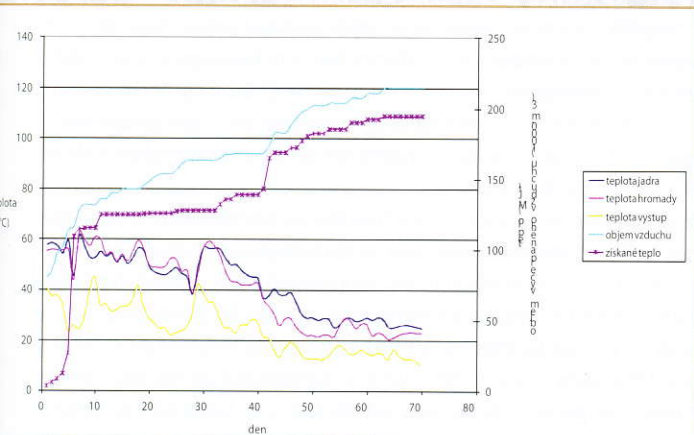
Pro monitoring fyzikálních veličin byla použita měřicí a záznamová ústředna COMMET MS6D. Pro měření teplot byly využity zapichovací sondy osazené teplotními čidly PT1000 s přesností $\pm 0,5$ °C. Pro měření venkovního vzduchu byl použit převodník teploty a vlhkosti Testo 6651 (přesnost $\pm 0,5$ °C, $\pm 2,5$ % RH) a pro měření průtoku vzduchu byl použit převodník proudění vzduchu GSMU 1020 C5. Pro ovládání ventilátoru byl nainstalován modul výstupních relé MP018.

Výsledek rozborů a pokusů:

Agrolaboratoř VÚZT Praha, v. v. i, nabízí komerční služby v oblasti rozborů kompostů a biopaliv. Při té příležitosti jsou často realizovány rozborů kompostů určených jako palivo. Výsledky některých rozborů jsou uvedeny v tabulce 1.



Pro monitoring byla použita měřicí a záznamová ústředna COMMET MS6D
Foto Petr Plíva



Graf - Výsledky pokusu s jímáním tepla z kompostovacího procesu

Je zřejmé, že výhřevnost vybraných vzorků kompostů se pohybuje na úrovni 4–7 MJ/kg. Obsah vody převyšuje 40 % a obsah popela neklesl pod 25 %.

Výsledky pokusu s jímáním tepla z kompostovacího procesu jsou vedeny v grafu. Z výsledků je zřejmé, že nejvyšší potenciál pro získání tepla je v počáteční termofilní fázi do šestého dne (první překopání). Ve druhé fázi měření (6 až 40 den) byl získaný teplo nízký vzhledem k nízké četnosti spínání ventilátoru. V této fázi jsou potenciální rezervy využitelné v případě optimalizace nastavení spínacího režimu ventilátoru. Důkazem je třetí fáze měření, kdy byla pro spínání ventilátoru využita kombinace manuálního spínání s optimalizací spínací teploty v závislosti na aktuálních teplotních podmínkách. Měrné teplo získané ve vzdušnině na odvodu z hromady dosahovalo 0,0169 MJ/kg.

Přímé spalování kompostu

Ve většině případů nepovažují metodu spalování, byť s využitím energie, za nejšťastnější způsob odpovědi na nejčastěji pokládávanou nerudovskou otázku. Faktem ovšem je, že množství kompos-

tu využívaného jako tuhé biopalivo neustále narůstá. Důvodů je několik:

- Kompost lze deklarovat jako biopalivo, tudíž při jeho spalování lze využívat dotačních výhod, jako při spalování standardní rostlinné biomasy.
- Trh s kompostem je značně nestabilní. Je nadměrně ovlivněn dotační politikou státu. Na celostátní úrovni není funkční propojení mezi producenty surovin, provozovateli kompostáren a zemědělci.
- Do cenové politiky se promítají strategie ekonomicky silných subjektů působících v oblasti odpadového hospodářství a energetiky.

Z těchto důvodů řada producentů kompostu podlehně lákavé jistotě odbytu za rozumných podmínek a celou filozofii kompostování tím do jisté míry podtrhává.

Z pohledu energetického využití lze na kompost pohlížet jako na potenciální palivo na bázi biomasy, která ovšem již prošla procesem částečného aerobního rozkladu. Tento fakt se promítne do změny fyzikálních i chemických vlastností. Vlastní proces rozkladu spotřebovává energii, jejíž část vzniká přeměnou hmoty ve formě spalitelných látek. To má za následek snížení celkového obsahu energie na úkor zvýšení obsahu balastních složek především ve formě popela.

Dalším faktorem, který negativně ovlivňuje vlastnosti kompostu z palivo-energetického hlediska, je nadměrný obsah vody. Ten je důležitý pro zdárný průběh kompostovacího procesu, ale v palivu je nežádoucí hned z několika důvodů. Ještě před vlastním energetickým zhodnocením v průběhu skladování je příčinou dalšího znehodnocení paliva vlivem biodegradabilních procesů probíhajících v kompostu určeného pro energetické využití, který zpravidla není stabilizovaný. Voda obsažená v palivu rovněž zvyšuje finanční a logistickou náročnost dopravy a manipulace. Je nutné nakládat s velkými objemy hmoty s nízkým obsahem energie. Při vyjádření výhřevnosti paliva, tedy ukazatele, který vyjadřuje obsah energie vztažený na hmotnostní jednotku paliva za předpokladu, že voda obsažená ve spalinách odletí bez dalšího využití z komína, je nutné počítat s tím, že voda v palivu zabírá místo, které by mohlo být zčásti nahrazeno hořlavinou a v průběhu spalovacího procesu ještě odčerpá energii, jež je nutná na přeměnu vody v páru. To jsou hlavní důvody, proč má většina kompostů v surovém stavu mnohem nižší výhřevnost v porovnání se standardními biopalivy ve formě dřeva nebo slámy.

Vlastnosti kompostů a metody stanovení

Na typové komposty (podle vyhlášky č. 474/2000 Sb.) jsou uplatňovány některé požadavky platné, ale nezávazné normy ČSN 46 5735 Průmyslové komposty.

Mezi sledované požadavky ČSN 46 5735 u registrovaných kompostů patří doba zrání, u neověřených technologií minimálně 60 dnů, v případě, že surovinová skladba kompostu obsahuje více než 40 % těžce rozložitelných surovin, pak minimálně 100 dnů. Interval mezi první a druhou překopávkou musí být větší než 21 dnů. V případě, že jsou v surovinové skladbě kompostů zastoupeny odpady nebo statková hnojiva s důvodným podezřením na obsah patogenních organismů,



Tab. 2 – Základní jakostní znaky průmyslových kompostů

Jakostní znak	Limitní hodnota
Vlhkost	min. 40 % max. 65 %
Spalitelné látky ve vysušeném vzorku	min. 25 %
Uhlík C	bez limitu
Dusík N	min. 0,60 %
Poměr C : N	max. 30 : 1
Hodnota pH	6–8,5

Tab. 3 – Limitní hodnoty rizikových prvků

Ukazatel	Limitní hodnota (mg/kg sušiny)
Kadmium Cd	2
Olovo Pb	100
Arsen As	20
Chrómov Cr	100
Měď Cu	150
Nikl Ni	50
Rtuť Hg	1
Zinek Zn	600

Tab. 4 – Důležité vlastnosti a způsob jejich stanovení.

Měřená veličina	Způsob stanovení	Jednotka
Obsah vody	ČSN 44 1377	% hm.
Spalné teplo	ČSN ISO 1928	MJ/kg
Výhřevnost	ČSN ISO 1928	MJ/kg
Popel	ČSN ISO 1171	% hm.
Síra S	ČSN 44 1382	% hm.
Chlór Cl	ČSN EN 14077	% hm.
Fluor F	ČSN 441382	mg/kg suš.
Arsen As	ČSN 44 1358	mg/kg suš.
Kadmium Cd	ČSN 44 1358	mg/kg suš.
Rtuť Hg	ČSN 75 7440	mg/kg suš.
Olovo Pb	ČSN 44 1358	mg/kg suš.
Fosfor P	ČSN 44 1358	mg/kg suš.
Hliník Al	ČSN EN 15410	mg/kg suš.
Křemík Si	ČSN EN 15410	mg/kg suš.
Obsah částic < 1 mm	ČSN ISO 9276-1	%
Sypná hmotnost	ČSN EN 14961-2	kg/m ³
Bod měknutí popele	ČSN P 153 70-1	°C
Bod tání popele	ČSN P 153 70-1	°C
Bod tečení popele	ČSN P 153 70-1	°C

musí být při zrání kompostu dosaženo teploty vyšší než 55 °C po dobu delší než 21 dnů a u kompostů vyráběných z ostatních surovin teploty 45 °C po dobu delší než pět dnů. Teplota se měří ve středu zakládky v minimální hloubce 1 m od povrchu zakládky v intervalech umožňujících sledovat průběh zrání. Minimální výška zakládky kompostu v průběhu zrání je 2 m. Základní jakostní znaky průmyslových kompostů jsou uvedeny v tabulce 2. Limitní hodnoty rizikových prvků stanovené pro organická hnojiva, substráty, statková hnojiva jsou uvedeny v tabulce 3.

Tyto rozborů je nutné pořídit při žádosti o registraci kompostu jako hnojiva. Dále jsou standardně využívány kontrolními orgány a chytrý odběratel většího množství kompostu by si měl před aplikací na vlastní pozemky nechat udělat kontrolní rozbor rovněž.

Rozborů kompostů z hlediska energetického využití jsou realizovány běžnými postupy využívanými při analýze vzorků standard-

ních tuhých biopaliv. Základní rozbor musí obsahovat stanovení obsahu vody, popele, spalného tepla a výhřevnosti. Tyto údaje je vhodné doplnit o stanovení obsahu síry, chlóru a dusíku. Při uplatnění v kotlích, které nejsou pro využívání paliv tohoto typu přímo určené, je rozumné doplnit rozbor o údaje o teplotách měknutí, tání a tečení popele.

V případě plánovaného využití popele vzniklého spálením kompostu je nejvhodnější využít kombinace obou typů rozborů, aby měl potenciální uživatel přehled o obsahu živin a mohl eliminovat riziko nadměrného zamoření půdy nežádoucími polutanty, zejména těžkými kovy. Příklad vlastností důležitých při přímém energetickém využití a použitých metodách je udán v tabulce 4.

Z hlediska energetické bilance jsou důležité první tři údaje. Obsah vody a spalné teplo jsou stanoveny laboratorně, výhřevnost je stanovena výpočtem.

Závěr

Uvedené výsledky potvrzují, že komposty lze k energetickému využití uplatnit, ale v porovnání se standardními biopalivy mají nesrovnatelně horší parametry.

V případě energetického využití kompostovacího procesu je hodnota měrného získaného tepla nízká. Nedoručuje ani 1 % výhřevnosti kompostu. Při přepočtu na běžnou zpracovatelskou kapacitu kompostárny v ČR na úrovni 3000 t by tedy celková hodnota získaného tepla činila při daném způsobu jímání asi 51 GJ. Prakticky je tedy lépe využitelná forma energetického zhodnocení přímým spálením.

Výhřevnost sledovaných kompostů se pohybovala pod 7 MJ/kg, což je výrazně méně než u standardních tuhých biopaliv na bázi dřevní štěpky nebo agroproduktů, jejichž hodnota výhřevnosti se podle požadavků odběratelů běžně pohybuje nad 15 MJ/kg (u pelet a briket) a zpravidla neklesá pod 10 MJ/kg. Důvodem nízké výhřevnosti kompostů je vysoký obsah vody a popele, tedy balastních složek bez kalorické hodnoty.

(Poděkování: Údaje publikované v příspěvku byly získány v rámci řešení projektu NAZV QI91C199 – a výzkumného záměru MZE 0002703102.)

Použitá literatura:

- Finney, N. K, et al. (2010). The reuse of spent mushroom compost and coal tailings for energy recovery. Comparison of thermal treatment technologies. *Bioresource Technology* 100 (2009) 310–315
- Guardia, A., Petiot, C., Benoist, J. C., Druilhe, C.. (2012). Characterization and modelling of the heat transfers in a pilot-scale reactor during composting under forced aeration. *Waste Management* 32 (2012) 1091–1105
- PLIVA, P., a kol. *Kompostování v pásových hromadaách na volné ploše*. Profipress 2009 ISBN 978-80-86726-32-8
- Zambra, C. E., Moraga, N. O., Escudey, M. (2010). Heat and mass transfer in unsaturated porous media: Moisture effects in compost piles self-heating. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 54 (2011) 2801–2810.



alternativní ENERGIE®

PP
ROFI PRESS s.r.o.

www.profipress.cz

PP
ROFI PRESS s.r.o.

Informace o obnovitelných zdrojích energie a energeticky úsporných opatřeních

*Legislativní a ekonomické podmínky pro
fotovoltaické systémy*

Hodnocení efektivity využití energetické biomasy

Řízené větrání s rekuperací tepla v obytné budově

Starší komín zkontrolujte hned po zimě

*Rozhovor: Program Nová zelená úsporám by měl být
přepracován*

SUSTAINABLE ENERGY • ERNEUERBARE ENERGIE • ALTERNATIVNA ENERGIJA



9 771212 167003 1 3105

1

2014

DVOUMĚSÍČNÍK

ROČNÍK XVII.

CENA 75 Kč • 4 €

PŘEDPLATNÉ 420 Kč • 24 €



www.alen.cz