

## OBSAH

### Komposty na bázi vedlejších produktů výroby bioplynu a spalování biomasy

Composts Based on By-products of Biogas Production and Biomass Burning

Plíva P.<sup>1</sup>, Dubský M.<sup>2</sup>, Sucharová J.<sup>2</sup>, Holá M.<sup>2</sup>, Pilný R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., <sup>2</sup>Výzkumný ústav Sylva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., <sup>3</sup>REGENT Plus, s.r.o.

## OBSAH

### Abstrakt

Pro výrobu kompostů lze v kombinaci s biologicky rozložitelným odpadem využít odpadní materiály z výroby bioplynu (separát) a ze spalování biomasy (popel). Komposty s vysokým podílem separátu v základce (50–70 %) mají vyšší obsah celkových živin než komposty připravené pouze z biologicky rozložitelného odpadu. Přídavkem popela do základky je možné dále zvyšovat obsah celkových živin v kompostu, především draslíku a vápníku.

**Klíčová slova:** bioodpady; popel; surovinová skladba; kompostování; rostlinné živiny.

### Abstract

The waste materials, by-products of biogas production (solid phase of digestate) and biomass burning (ash) together with waste organic materials can be used for compost production. The composts with high proportion of solid phase of digestate in raw material composition (50–70 %) have higher content of total nutrients in comparison with composts based only on waste organic materials. The addition of ash can then increase the nutrient content in compost, especially potassium and calcium.

**Key words:** biowaste; ash; raw material composition; composting technology; plant nutrients.

### Úvod

Komposty se do půdy aplikují pro zvýšení obsahu organické hmoty a dodání živin. Pravidelná aplikace kompostu v dostatečných dávkách (v průměru 6–7 tun v sušině na hektar za rok) udržuje stabilní obsah organické hmoty v půdě. Vlastnosti kompostů jsou ovlivněny složením základky i vlastním procesem kompostování. V praxi (Dubský a Kaplan, 2012) se můžeme setkat s komposty s vlhkostí v rozsahu 40–65 %, s obsahem spalitelných látek 25–55 % a s obsahem celkových hlavních živin v sušině, který se pohybuje v rozsahu: 0,6–2,2 % N, 0,2–1,6 % P, 0,8–2,3 % K, 0,5–1,6 % Mg a 1,9–6,5 % Ca. Vyšší obsahy živin mají komposty s podílem statkových organických hnojiv (hnůj, kejda) v základce. Mezi tato hnojiva lze zařadit i separovaný digestát (separát), vedlejší produkt při výrobě bioplynu. Separát se vyznačuje nízkým obsahem sušiny (25–35 %), nízkou objemovou hmotností a vysokým obsahem amonného dusíku. Vzhledem k těmto vlastnostem, především vysokému obsahu amonného dusíku, je pro aplikaci na ornou půdu vhodné použít separát zkompostovaný.

Zvýšení obsahu živin v kompostu je možné docílit i přídavkem popela ze spalování biomasy (Váňa, 2010). Na ornou půdu je možné aplikovat výhradně popel, který vyhovuje z hlediska obsahu rizikových prvků (těžkých kovů) a obsahu polyaromatických uhlovodíků (PAU) podle zákona o hnojivech, č. 156/1998Sb. vyhláška č. 474/2000Sb. Vzhledem k vlhčení popela pro omezení prašnosti došlo ke změně způsobu evidence jeho aplikace na zemědělskou půdu. Popel musí být evidována v 100% sušině, s limitem aplikace maximálně 2 tuny sušiny/ha za 3 roky.

### Materiál a metody

Výroba modelových kompostů na bázi separátu, popela ze spalování biomasy a biologicky rozložitelných odpadů (BRO) byla realizována na kompostárně zemědělského podniku REGENT Plus, s.r.o. ve Žluticích v období 2015–2018. Podnik provozuje vedle kompostárny

## OBSAH

s celoročním provozem i bioplynovou stanicí (BPS) s el výkonem 750 KW a s roční vedlejší produkcí 12000 t separátu a 14600 t fugátu. Kompostárna má k dispozici ročně minimálně 16500 t vstupních surovin, které zpracovává řízeným kompostováním v pásových hromadách v kryté hale. Relativně stabilní je množství separátu z BPS a slámy (1500 t). Množství BRO je odvislé od dodávek z okolních obcí. Aktuální množství kolem 3000 t BRO ročně představuje cca. 20% podíl v celkové zakládce. Potenciální množství v okolním regionu je cca. 5000 t BRO ročně a představuje cca. 27% podíl v zakládce.

Kromě organických komponentů se do zakládky používá i popel ze spalování biomasy z centrální výtopny obce s roční produkcí popela 200 t se sušinou cca. 96 %. Jedná se o směsný popel ze spalování dřevní štěpky s přídavkem slámy. Celkový obsah živin v sušině pohybuje v rozmezí 0,9–1,2 % P, 5–7 % K, 1,3–1,9 % Mg a 8–13 % Ca. Při rovnoměrné aplikaci popela do zakládky by přídavek vztažený k hmotnosti zakládky činil 1,1–1,2 %. Vzhledem k sezónnosti se přídavek popela pohybuje až kolem 3 % hmotnosti organické zakládky. Roční produkce kompostu se v období 2015–2018 pohybovala v rozmezí 6000–8000 t. Při vysokém podílu separátu, který má vysokou vlhkost kolem 80 %, se hmotnostní ztráty v průběhu kompostování stanovené na základě roční bilance surovin a produkce kompostu pohybovaly v rozmezí 50–60 %.

V období 2015–2018 byly hodnoceny 4 organické komposty připravené pouze z organické zakládky. Ta obsahovala 50–70 % separátu, 20–40 % BRO a 5–15 % slámy. Složení zakládky představuje hmotnostní podíl surovin s přirozenou vlhkostí. Hmotnost organických zakládek pro jednotlivé komposty se pohybovala v rozmezí 140–170 t (Plíva et al., 2017). Dále bylo hodnoceno 5 kompostů s přídavkem popela 1,5–3 % hmotnosti organické zakládky a 3 komposty se zvýšeným přídavkem popela 6–10 %. Hmotnostní přídavek popela je přepočítán na 100% sušinu. Přídavek popela do 3 % hmotnosti zakládky doporučuje ÚKZÚZ vzhledem k riziku zvýšeného obsahu rizikových prvků a PAU v popelech.

U kompostů a dále u separátu a fugátu, které je možné aplikovat na půdu, byly stanoveny základní vlastnosti a obsah celkových živin. Dusík byl stanoven analyzátozem TruSpec CN (LECO). Celkový obsah dalších živin byl stanoven metodou optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP OES PerkinElmer Optima 5300DV). Totální rozklad vzorků byl proveden mikrovlnnou mineralizací (Mineralizační systém CEM Mars 5).

Dále byl stanoven obsah přijatelných živin podle normy ČSN EN 13651, která se používá pro hodnocení organických substrátů a jejich komponentů, včetně kompostů. Stanovuje se ve vyluhovacím činidle CAT s vyluhovacím poměrem 1v:5v. Při výpočtu navážky se vychází z objemové hmotnosti stanovené podle ČSN EN 13040, stejně jako při měření hodnot EC (ČSN EN 13038) a pH (ČSN EN 13037). Pro porovnání obsahu celkových a přijatelných živin (N, P, K, Mg) byl jejich obsah přepočítán na kg živiny/t čerstvé hmoty.

### Výsledky a diskuze

Komposty připravené pouze z organické zakládky měly, vzhledem k vysokému podílu separátu v zakládce, vysoký obsah celkových živin v sušině (tab. 1), vyšší oproti údajům z literatury (Dubský a Kaplan, 2012). Přídavek popela 1,5–3 % do zakládky výrazně neovlivnil obsah celkových ani přijatelných (tab. 2) živin. Výraznější zvýšení obsahu celkového i přijatelného draslíku a dále celkového vápníku a hořčíku bylo zjištěno při vyšším přídavku popela, kdy sušina popela představuje 6–10 % hm organické zakládky.

Přídavek popela do zakládky mírně snižoval obsah celkového dusíku a obsah spalitelných látek v kompostech. Z přijatelných živin snižoval, v důsledku vysokých hodnot pH kompostu, obsah přijatelného fosforu. Výrazně zvyšoval hodnotu EC, která charakterizuje obsah rozpustných solí.

Pro srovnání jsou v tabulkách 1 a 2 uvedeny obsahy celkových a přijatelných živin samotného separátu a fugátu, které je možné aplikovat přímo na zemědělskou půdu. Stanovené obsahy

## OBSAH

celkových a přijatelných živin (N, P, K a Mg) jsou v tabulce 3 přepočteny na kg živiny v jedné tuně jednotlivých organických hnojiv s přirozenou vlhkostí a je uvedeno orientační porovnání obsahu celkových a přijatelných živin.

**Tab. 1: Základní vlastnosti kompostů, separátu a fugátu, vlhkost** (ČSN EN 13040), SL – spalitelné látky (ČSN EN 13039), pH – hodnota pH vodného výluhu (ČSN EN 13037), C/N – podle ČSN 46 5735, celkový N stanoven analyzátozem TruSpec CN (LECO), obsah hlavních živin a sodíku stanoven metodou ICP OES, průměrná hodnota a směrodatná odchylka

## OBSAH

Typ kompostu	vlhkost	pH	SL	C/N	N	P	K	Mg	Ca	S	Na
	%		%		% v sušině						
Organický	55,4 ±9,7	8,4 ±0,3	59,9 ±5,2	9,8 ±0,7	3,1 ±0,1	1,2 ±0,1	3,2 ±0,3	0,9 ±0,04	2,5 ±0,4	0,66 ±0,03	0,32 ±0,09
Popel 1,5–3 %	54,6 ±9,0	8,9 ±0,2	54,0 ±4,8	10,5 ±1,0	2,6 ±0,2	1,2 ±0,2	3,7 ±0,6	1,0 ±0,13	4,2 ±0,3	0,7 ±0,11	0,3 ±0,07
Popel 6–10 %	52,3 ±3,0	8,9 ±0,3	45,3 ±5,4	9,2 ±0,9	2,3 ±0,2	1,4 ±0,1	4,5 ±0,3	1,3 ±0,13	5,4 ±0,9	0,7 ±0,11	0,4 ±0,02
Separát	79,0 ±1,9	8,8 ±0,3	85,3 ±1,5	25,9 ±3,0	1,7 ±0,2	0,8 ±0,0	1,6 ±0,1	0,5 ±0,03	1,3 ±0,2	0,4 ±0,03	0,1 ±0,02
Fugát	95,8 ±0,5	8,1 ±0,2	65,8 ±1,8	10,1 ±0,5	3,3 ±0,2	1,8 ±0,2	7,5 ±0,7	1,0 ±0,11	2,7 ±0,2	0,8 ±0,02	0,7 ±0,09

**Tab. 2: Obsah přijatelných živin v kompostech, separátu a fugátu** podle ČSN EN 13651, OHV, OHS – objemová hmotnost vlhkého, resp. suchého vzorku (ČSN EN 13040), EC – hodnota elektrické vodivosti (ČSN EN 13038), průměrná hodnota a směrodatná odchylka

## OBSAH

Typ kompostu	OHV	sušina	OHS	EC	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Mg
	g/l	%	g/l	mS/cm	mg/l kompostu				
Organický	449 ±101	45,4 ±9,0	200 ±40	2,26 ±0,33	89 ±55	281 ±91	447 ±156	5381 ±801	368 ±51
Popel 1,5–3 %	494 ±80	46,2 ±11,5	221 ±27	2,52 ±0,64	132 ±92	288 ±95	276 ±96	6322 ±1798	293 ±109
Popel 6–10 %	585 ±49	50,9 ±3,2	299 ±40	3,51 ±0,43	138 ±74	300 ±133	275 ±55	8108 ±740	315 ±50
Separát	294 ±28	21,0 ±1,9	61 ±1	1,26 ±0,07	538 ±72	4 ±3	164 ±41	1062 ±74	186 ±25
Fugát	1027 ±12	4,2 ±0,5	-	4,34 ±0,21	2060 ±418	18 ±3	73 ±22	2924 ±216	247 ±10

Vedlejší produkty z výroby bioplynu, separát a fugát, měly v průběhu čtyřletého sledování (2015–2018) standardní vlastnosti. Separát měl nízký obsah sušiny a oproti kompostům nízký obsah celkových živin v sušině. Z přijatelných živin měl vysoký obsah amonného dusíku a poměrně vysoký obsah přijatelného draslíku i fosforu. Podíl přijatelného dusíku v jedné tuně

separátu (tab. 3) představuje cca 30 celkové živiny. U draslíku je tento podíl cca 100 %, veškerý draslík v separátu je pro rostliny snadno přijatelný.

Fugát má velmi nízký obsah sušiny, z přijatelných živin má vysoký obsah amonného dusíku a draslíku. Jejich podíl na obsahu celkového dusíku a draslíku vychází cca. 60 resp. 90 %. Fugát má charakter minerálního NK hnojiva s okamžitým účinkem po aplikaci.

U hodnocených kompostů je podíl přijatelného dusíku na celkovém velmi nízký, převážná část celkového dusíku, přes 90 %, je vázána v organických látkách, které v půdě podléhají mineralizaci. Komposty mají vysoký obsah celkového fosforu a přídavek popela výrazně snižuje podíl přijatelného fosforu na celkovém. Nejvyšší podíl okamžitě přístupného fosforu

## OBSAH

347

*Úroda 12/2018, vědecká příloha časopisu*

## OBSAH

pro rostliny je 18 % u organického kompostu bez přídavku popela. Na základě porovnání obsahu přijatelných a celkových živin je okamžitá dostupnost draslíku pro rostliny nejvyšší u organického kompostu, přes 80 %. Přídavek popela, obdobně jako u fosforu, snižuje dostupnost draslíku i hořčíku v kompostech.

**Tab. 3: Porovnání obsahu celkových a přijatelných živin v kompostech, separátu a fugátu** v kg/t hnojiva s přirozenou vlhkostí, celkový N – suma organického a přijatelného N, přijatelný N – suma N-NH<sub>4</sub> a N-NO<sub>3</sub>, podíl přijatelné živiny na celkovém obsahu

## OBSAH

Typ kompostu	živina	N		P		K		Mg	
		kg/t	%	kg/t	%	kg/t	%	kg/t	%
Organický	celková	14,5		5,5		14,5		4,2	
	přijatelná	0,8	5,7	1,0	18,0	12,0	82,8	0,8	19,6
Popel 1,5–3 %	celková	12,6		5,5		16,6		4,7	
	přijatelná	0,9	6,7	0,6	10,1	12,8	76,9	0,6	12,6
Popel 6–10 %	celková	11,7		6,5		21,6		6,2	
	přijatelná	1,0	8,1	0,5	7,2	13,9	64,2	0,5	8,7
Separát	celková	5,2		1,7		3,4		1,0	
	přijatelná	1,7	33,3	0,5	30,2	3,4	100,0	0,6	57,4
Fugát	celková	3,4		0,7		3,1		0,4	
	přijatelná	2,0	59,6	0,1	9,6	2,8	90,7	0,2	58,1

### Závěr

Při použití organické zakládky s výrazným podílem separátu 50–70 %, který je doplněn BRO a slámou lze připravit kvalitní kompost s vysokým obsahem celkových i přijatelných živin. Obsah živin v kompostu je možné ovlivnit přídavkem popela ze spalování biomasy. Na základě složení zakládky může kompostárna vyrobit tři typy kompostů s různým obsahem živin, kompost pouze s organickou zakládkou a komposty s přídavkem popela do 3 % hm., resp. 6–10 % hm.

Hodnocené komposty bez přídavku popela i komposty s přídavkem popela vyhovovaly z hlediska obsahu rizikových prvků zákonu o hnojivech, č. 156/1998Sb. vyhláška č. 474/2000Sb. i obsahu PAU stanovených podle ČSN P CEN/TS 16181.

### Literatura

Dubský M., Kaplan L., 2012: Substráty a zeminy s komposty a separovaným digestátem. *Zahradnictví* 11 (8), 62–65.

Plíva P., Dědina M., Souček J., Dubský, M., Sucharová J., Holá M., Pilný R., 2017: Technologický postup transformace zbytkové biomasy, zejména vedlejších produktů. Certifikovaná metodika, ISBN 978-80-7569-000-5, 28 s.

<http://www.vuzt.cz/svt/vuzt/publ/P2017/054.pdf>

Váňa J., 2010: Využití popele ze spalování biomasy.

<https://www.tretiruka.cz/news/vyuziti-popele-ze-spalovani-biomasy/>

## OBSAH

### **Poděkování**

Hodnocení kompostů bylo provedeno v rámci projektu NAZV č. QJ1510345.

### **Kontaktní adresa:**

Ing. Martin Dubský, Ph.D.

Výzkumný ústav Sylva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i.

Květnové nám. 391, 25243 Průhonice

Tel.: 605205 958, e-mail: [dubsky@vukoz.cz](mailto:dubsky@vukoz.cz)

## OBSAH