

Hnojení popelem může být přínosem

Využití popela vzniklého spalováním biomasy ke hnojení je jedním ze způsobů, jak navracet do půdy živiny odebrané sklizní. I když se spalováním biomasy připravujeme o tolik potřebnou organickou hmotu, zachráníme využitím popela alespoň živiny obsažené v biomase a je to zdroj do značné míry přirozený. Jeho aplikace však může být spojena s některými riziky, která je třeba brát v úvahu.

Základní vlastnosti popela

Popel vzniká jako produkt spalování organické hmoty. Organická hmota je při spalování oxidována za vzniku CO_2 , který uniká do atmosféry, a proto popel obsahuje především minerální podíl spalované biomasy. Obsah minerálních látek v popelu závisí na složení výchozího materiálu. V principu lze spalovat všechny organické materiály, ale popel použitelný ke hnojení se zpravidla získává spalováním rostlinné biomasy. Typickou surovinou jsou především dřevo a sláma. Také všechna hnojiva obsahující popel v současné době v České republice registrovaná jsou vyrobena z produktů spalování slámy nebo dřeva. Nicméně, spalování mohou být také komunální odpady, živočišné odpady, čistírenské kal a některé další. Popely z těchto surovin se však v České republice v současnosti nevyužívají.

Celkový obsah popelovin v rostlinné biomase je řádově několik procent, většinou kolem pěti procent. V případě rostlinné hmoty jsou hlavní složkou popela především draslík a vápník v podobě oxidů a karbonátů. V menší míře je zastoupen fosfor a hořčík. Obsah fosforu je vysoký v popelu ze spalování čistíren-

ských kalů. Dusík se při spalování ztrácí v podobě emisí oxidů dusíku, a proto je jeho obsah většinou nízký. Živiny jsou přítomny v rozpustné i nerozpustné formě a jejich obsah je velmi variabilní.

Obsahy živin v popelech z různých zdrojů, které jsou v současnosti registrovány k použití, jsou uvedeny v tabulce 1. Je v ní také zahrnutý popel z čistírenských kalů, který v současnosti registrován není, a od ostatních popelů se poněkud odlišuje. Nicméně, spalování čistírenských kalů

je jednou z možných cest, jak živiny obsažené v kalech využít.

Vysoká koncentrace kationtů v popelu je spojena s vysokou hodnotou pH, která je v rozmezí 10–12. Vzhledem k tomu, že spalování neprobíhá nikdy úplně dokonale, je součástí hmoty popela také spalitelná organická hmota v rozsahu koncentrací 2–10 %. Spalitelný podíl tvoří nespálené zbytky výchozí biomasy v různé míře přetvořené pyrolyzou v pyrolytickou organickou hmotu. Popel vzniká při spalování za přítomnosti vzduchu, kdy pyrolyza probíhá jen omezeně, a proto tvoří pyrolytickou organickou hmotu jen malou část hmoty popela. Proto je vstup organické složky popela do půdy poměrně omezený, také vzhledem k omezenému množství popela, které může být do půdy bezpečně aplikováno. Jako zdroj organické hmoty je však v poslední době často diskutován čistý produkt pyrolyzy organických materiálů, který je nazýván biouhli (používají se také názvy agrouhli, biouhel, biochar). Je to materiál připomínající svou podstatou dřevěné uhlí. Na rozdíl od vzniku popela při spalování je biouhlí produkováno zahříváním bez přítomnosti kyslíku, popel vzniká v omezené míře a většina hmoty je tvořena karbonizovanou organickou hmotou, jedná se tedy o materiál od popela značně odlišný.

Limitujícím faktorem aplikace popela je obsah rizikových látek, které mohou vznikat v podstatě dvěma způsoby – při nedokonalém spalování organických látek vznikají cyklické organické sloučeniny. K těmto cyklickým sloučeninám patří především polycyklické aromatické uhlovodíky. Dalším možným zdrojem toxicity popela je zvýšená koncentrace některých rizikových prvků v popelu. Především se jedná o těžké kovy, například kadmium.



Testování vlivu popela na pěstované plodiny – svazanka vrátilbořistá
Foto Martin Obrázek

Polycyklické aromatické uhlovodíky v popelu

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH) jsou sloučeniny složené z uhlovodíkových cyklů. Vyskytují se především jako produkt nedokonalého spalování uhlovodíkových paliv. Větší výskyt PAH byl zaznamenán v popelech, ve kterých obsah spalitelné sušiny převyšuje 6 %. To odpovídá i výsledkům měření Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ), ve kterých byly zvýšené obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků zjiště-

ny právě ve vzorcích se spalitelnou sušinou 8–9 %.

Polycyklické aromatické uhlovodíky se řadí mezi perzistentní organické polutanty (POPs). Doba setrvání různých skupin PAH v prostředí se může výrazně lišit. Mnohé sloučeniny se v půdě samovolně rozkládají během několika roků (naftalen, antraцен), jiné sloučeniny, jako je například benzo(a)pyren (BAP), jsou i v půdě relativně špatně rozložitelné, a to navzdory procesům degradace v půdním prostředí (mikrobiální činnost, fotolýza, hydrolýza a další).

(Pokračování na str. 27)

Tab. 1 – Složení popela z různých zdrojů v procentech sušiny

Surovina	Spalitelné látky	CaO	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅
Dřevní štěpka	max. 10	9	2	0,6	0,5
Rostlinná biomasa	2	4,6	50	*	3
Dřevní štěpka	max. 10	15	3	*	*
Rostlinná biomasa	max. 10	4	4	0,7	1,7
Rostlinná biomasa	max. 10	4	15	1	5
Převážně dřevní štěpka	max. 20	3,5	1	0,8	0,3
Sláma	max. 15	2,5	8	*	*
Převážně dřevní štěpka	max. 20	6	2	1	0,8
Dřevní štěpka	nestanoveno	13	2,4	*	0,8
Sláma	8	8	7	*	1,4
Dřevní štěpka (90 % hmoty), řepková sláma, štovík	4	*	7	0,2	1
Dřevní štěpka (90 % hmoty), piliny, hobliny, kůra	4	*	4,2	1	1,5
Čistírenský kal	*	*	*	*	23

*nebylo stanoveno

(Dokončení ze str. 26)

Některé PAH se mohou z půdy vypařovat, PAH s větším počtem aromatických jader jsou ve větší míře sorbovány.

Polycyklické aromatické uhlovodíky obsažené v půdě mohou několika způsoby vstupovat do rostlin. Jejich zvýšený výskyt v půdě představuje určité riziko pro zdraví při konzumaci rostlinných produktů. Proto je obsah PAH v půdě sledován a hodnocen podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. platné od 1. 6. 2016. Tato vyhláška stanovuje podrobnosti ochrany kvality zemědělské půdy a také mění starší vyhlášku č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Vyhláška č. 153/2016 udává preventivní hodnotu 1 mg/kg pro součet 12 individuálních PAH. Preventivní hodnota představuje horní hranici obsahu rizikové látky v půdě. Pro srovnání, zpráva ÚKZÚZ z roku 2015 uvádí koncentrace polycyklických aromatických uhlovodíků v orných zemědělských půdách v rozsahu hodnot mediánu 0,501–0,967 mg/kg.

Mikroelementy a rizikové prvky

Kromě minerálních živin obsahuje popel celou řadu stopových prvků. Některé z nich patří mezi důležitá mikrobiogenní prvky, nezbytné pro rostliny. Jde především o Cu, Zn, Mo a popel může být cenným zdrojem těchto prvků. Jiné stopové prvky se řadí mezi rizikové prvky, někdy také označované jako těžké kovy nebo toxické kovy, ke kterým patří Cd, Hg, As, Ni, Pb, Cr. Ale i zmi-

nezbytné pro život jsou ve vysoké koncentraci toxické.

Koncentrace rizikových látek může být dále zvyšována i kontaminací výchozích materiálů. Také vstupu nadlimitního množství těžkých kovů do půdy tak brání limity, uvedené ve vyhláškách



Vliv popela na výnos ječmene – pořadí nádob odpovídá rostoucí dávce popela
Foto Markéta Vodáková

č. 153/2016 a č. 13/1994. Pokud má být popel využit ke hnojení, musí být registrován ÚKZÚZ v souladu se zákonem č. 156/1998 Sb., o hnojivech. Součástí registrace je analýza, při které je stanovena obsah živin a také obsah rizikových prvků a polycyklických aromatických uhlovodíků. To, zda hnojiva i nadále vyhovují požadavkům, kontroluje ÚKZÚZ při následných kontrolách v praxi.

Aby vstupy toxických látek nepřispívaly k jejich škodlivé kumulaci v půdě, je aplikované množství popela zpravidla omezeno na 0,5–1 t/ha za rok a podle vyhlášky č. 377/2013, o skládání a způsobu používání hno-

jiv, mohou být aplikovány nejvýše dvě tuny popela za tři roky. Významným potenciálním zdrojem PAH a rizikových prvků jsou také čistírenské kalů a sedimenty, které proto nesmí být aplikovány v jednom roce současně s popelem. Kromě přitom-

užití jiných hnojiv na bázi popela by mohlo představovat spíše likvidaci odpadu než hnojení. Obsah živin do jisté míry závisí na výchozím materiálu. Z tabulky 2 vyplývá, že popel z dřevní šelky má obvykle nižší obsah živin než popel ze slámy nebo ji-

Tab. 2 – Rozsah obsahu živin v popelech různého původu a množství živin dodaných do půdy v doporučeném rozmezí aplikovaných dávek

Živiny	Obsah živin (%)	Dodané živiny (kg/ha) v aplikovaném popelu	dávka 0,5 t/ha	dávka 1 t/ha
CaO	2,5–15	9,5–67,5	19–135	
K ₂ O	1–50	2,5–187,5	5–375	
MgO	0,2–1	0,9–4,5	1,8–9	
P ₂ O ₅	0,3–23	0,75–71	1,5–142	
Spalitelné látky	2–20	7,5–50	15–100	

né rostlinné biomasy. Zcela odlišné složení má potom popel vzniklý spalováním čistírenských kalů, který je při aplikování dávkou poměrně vydatným zdrojem fosforu.

K aplikaci popela výrobci zpravidla doporučují rozmetadla s ta-liřovým rozmetacím zařízením. Nevýhodou popela je zejména přítomnost prachových částic a prašnost může přinášet problémy při aplikaci. Proto výrobci obvykle doporučují aplikovat popel za bezvětrí a co nejdříve po rozmetání zapravit do půdy. U některých popelů je tento problém vyřešen tím, že je prašnost omezena vhlčením.

Nevýhodou využití popela jako hnojiva je ztráta organické hmoty a dusku při spalování. Materiály, ze kterých popel vzniká, mohou být často zpracovávány biologickými postupy – v typickém případě kompostováním, nebo také anaerobní digestací při výrobě bioplynu. Produkty těchto technologií potom představují cenné zdro-

je dusíku i organické hmoty, o které nás spalování připravuje. Typickými zdroji organické hmoty ke spalování jsou však špalky, dřeva sláma nebo dřevní šelky,

které jsou chudé na dusík. O něco lépe je dusíkem zásobena například řepková sláma a ztráty

dusíku mohou být významné třeba u čistírenských kalů.

Ve srovnání s biologickými cestami recyklace má spalování i některé výhody. K těm patří dokonalejší eliminace některých škodlivých činitelů, jako jsou některé organické polutanty a škodlivé organismy. Některé živiny také mohou být dostupnější v popelu než v organických hnojivech.

Popel vrací do půdy živiny

Použitím popela ke hnojení může být do půdy dodáno poměrně významné množství živin, především draslíku, ale i jiných v závislosti na výchozím materiálu. Tyto dodané živiny mohou zvyšovat výnos pěstovaných plodin. I když je spojeno s určitými riziky, která je třeba brát v úvahu, představuje využití popela smysluplnou cestu navrácení živin odebraných sklizní do půdy.

Ing. Jaroslav Hynšt, Ph.D.
ÚKZÚZ Brno