

Je popel z biomasy využitelný jako hnojivo?



prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc.

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Česká zemědělská univerzita v Praze

Proč se má popel využívat jako minerální hnojivo

- **Produkt ze spalování biomasy**
- Obsahuje živiny
 - makroživiny
 - mikroživiny
- Vysoká hodnota pH
- **Snaha o maximální využití suroviny**

Jaká jsou rizika při používání popelů ke hnojení

- **Vysoká hodnota pH**
- **Zvýšené obsahy rizikových látek**
 - Těžké kovy
 - Polycyklické uhlovodíky
- **Vysoká prašnost**
- **Chybějící národní legislativa**

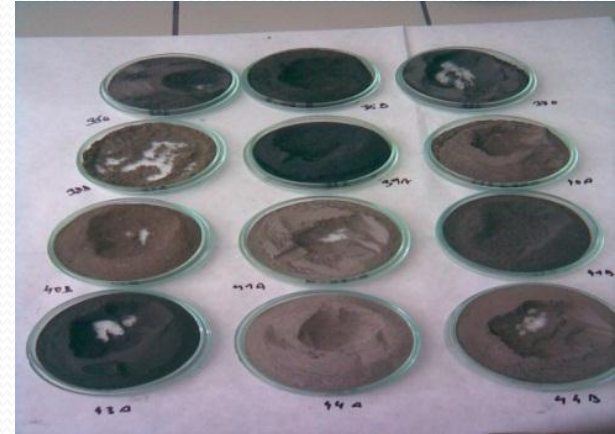
Suroviny používané ke spalování

- **Dřevní štěpka**
- **Piliny**
- **Kůra**
- **Rychle rostoucí dřeviny**
- **Odpadní dřevní hmota**
- **Sláma obilná, řepková**
- **Seno**
- **Šťovík**
- **Směsná biomasa, včetně biodpadů**



Monitoring popelů ze spalování biomasy v ČR

- 33 provozoven
- 53 vzorků popelů
 - 22 vzorků roštového popela
 - 20 vzorků úletového popela
 - 11 vzorků směsného popela
- převažovaly vzorky ze spalování dřevních materiálů
 - štěpka (40)
 - kůra (1)
 - piliny (4)
 - sláma (8)



• U vzorků bylo hodnoceno:

- Obsah makroživin
- Obsah mikroživin
- Obsah rizikových prvků
- Ztráta žíháním
- Obsah polycyklických aromatických uhlovodíků



Hodnocení obsahu makroživin (%)

popel	surovina	P %	K %	Ca %	Mg %	S %
		P \bar{x}	K \bar{x}	Ca \bar{x}	Mg \bar{x}	S \bar{x}
roštový	dř.štěpka	1,6	7,1	21,2	2,0	0,1
úletový	dř.štěpka	1,4	8,5	19,3	1,6	0,4
směsný	dř.štěpka	1,0	4,5	26,9	2,5	0,3
	sláma	1,8	25,8	10,4	1,6	0,2

\bar{x} - aritmetický průměr

Hodnocení obsahu mikroživin (mg/kg)

popel	surovina	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Zn
		B \bar{x}	Cu \bar{x}	Fe \bar{x}	Mn \bar{x}	Mo \bar{x}	Ni \bar{x}	Zn \bar{x}
roštový	štěpka	1388	186	13745	3526	2,6	64	224
úletový	štěpka	1225	107	12320	3946	2,2	34	1040
směsný	štěpka	949	975	9753	3960	1,5	26	826
	sláma	437	32	5029	996	3,9	13	72

Hodnocení obsahu rizikových prvků

popel	surovina	Cd (mg/kg)		Pb (mg/kg)		As (mg/kg)		Cr (mg/kg)	
		min. – max.	\tilde{x}	min. – max.	\tilde{x}	min. – max.	\tilde{x}	min. – max.	\tilde{x}
roštový	dř.štěpka	0,2 – 3,0	0,4	7,8 – 63	21	4,2 – 36	18	20 – 222	87
úletový	dř.štěpka	1,0 – 25	6,8	14 – 313	35	5,1 – 84	21	32 – 118	60
směsný	dř.štěpka	2,2 – 14	3,2	18 – 53	21	8,1 – 26	16	32 – 103	45
	sláma	0,1 – 1,1	0,5	3,8 – 16	7,1	3,3 – 18	4,8	12 – 35	26

Polycyklické aromatické uhlovodíky v popelu ze spalování biomasy (PAU)

Obsah PAU závisí na:

- na typu spalované biomasy,
- fyzikálně chemických vlastnostech biomasy (vlhkost)
- na podmínkách během spalovacího procesu (teplota spalování a obsah kyslíku)

Mechanismy vzniku PAU:

- nedokonalé spalování – aromáty jsou emitovány vázané na pevné částice
- pyrolýza a pyrosyntéza – cyklizace alkylových řetězců a radikálová kondenzace
- další mechanismy jsou stále předmětem zkoumání

Hodnocení obsahu nedopalu (LOI) a polycyklických aromátů (PAU)

popel	surovina	LOI (%)		Σ_{16} PAU (mg/kg)	
		\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}
roštový	dř. štěpka	3,24	2,44	0,039	0,006
úletový	dř. štěpka	12,04	9,95	3,839	0,112
směsný	dř. štěpka	12,74	12,68	0,125	0,021
	sláma	4,68	4,00	0,169	0,115

\bar{x} - aritmetický průměr \tilde{x} - medián

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

PAU ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	roštový	úletový	směsný	
	dř.štěpka	dř.štěpka	dř.štěpka	sláma
naftalen	25,4	300,5	121,9	62,2
acetnaftylen	2,2	87,4	7,1	23,4
acetnaften	0,6	4,4	0,4	1,3
fluoren	0,8	5,1	0,2	2,4
fenantren	2,1	36,3	4,8	28,5
anthracen	0,5	18,3	0,2	3,0
fluoranten	1,2	19,0	2,7	19,5
pyren	1,0	15,2	3,9	20,4
chrysen	0,3	2,2	0,4	1,3
benz-a-antracen	0,4	3,7	0,3	1,3
benzo-b-fluoranten	0,2	2,0	0,2	1,1
benzo-k-fluoranten	0,2	1,9	0,2	1,3
benzo-a-pyren	0,2	2,0	0,2	3,3
indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,3	2,5	0,3	0,9
dibenz(a,h)antracen	0,2	0,2	0,2	0,2
benzo(g,h,i)perylen	0,3	2,4	0,5	1,5

Evropská legislativní opatření upravující aplikaci popela na půdu

- **Omezení použití:**

- obsah Cd
 - maximální dávka
 - minimální obsah živin
 - izotop Cs 137 (Švédsko)
 - nedopal > 5 % → analýzy PAU
 - pH půdy
 - ...
- Norsko, Nizozemsko, Pobaltské státy, Slovinsko, Irsko, ČR, ...
 - legislativa zatím chybí



Ekonomické aspekty aplikace popela

Průměrné ceny živin (Kč) obsažené v 1 tuně popela

popel	surovina	P	K	Ca	Mg	celkem
		P \bar{x}	K \bar{x}	Ca \bar{x}	Mg \bar{x}	celkem \bar{x}
roštový	dř. štěpka	1033	2059	424	713	4229
úletový	dř. štěpka	851	2465	386	576	4278
směsný	dř. štěpka	655	1305	538	900	3398
	sláma	1128	7482	208	583	9401

Kalkulovaná cena živin (Kč/kg čisté živiny)

živina	Kč/kg živiny
P	63
K	29
Ca	2
Mg	36

Popel ke hnojení – pro a proti

- Výhody

- vysoký obsah živin (Ca – dřevo, K – sláma)
- zásadité pH
- nízký obsah RP v roštových popelích
- navrácení cenných živin zpět do půdy
- omezení skládkování
- zlepšení ekonomiky spaloven



- Nevýhody

- riziko kontaminace půdy a rostlin především úletovým popelem
 - vyšší obsah Cd v úletovém popeli
 - obsah PAU
- vysoké pH
- vysoká prašnost → nutnost úpravy
- chybějící legislativa



Zvláštní dík patří kolegům, kteří se podíleli na tvorbě výsledků a přípravě této prezentace

Ing. Pavla Ochecová

prof. Ing. Jiřina Száková, CSc.

Ing. Jan Habart, PhD.

Ing. Zdeněk Košnář

Ing. Jana Najmanová

Ing. Ivana Perná, PhD.

Ing. Tomáš Hanzlíček

Doc. RNDr. Pavel Straka, DrSc.

Děkuji Vám za pozornost



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

ÚSTAV STRUKTURY A MECHANIKY HORNIN AV ČR, v.v.i.

Monitoring kvality popelů ze spalování biomasy

certifikovaná metodika

Pavel Tlustoš a kol.



© Česká zemědělská univerzita v Praze
Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin, FAPPZ
165 21 Praha-Suchbát
<http://www.af.czu.cz>

Vydavatelství powerprint s.r.o., Praha-Suchbát

ISBN XXXXXXXXXXXXX

Praha 2011

Certifikovaná metodika byla zpracována v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. Q1102A207.