



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE



ÚSTAV CHEMICKÝCH PROCESŮ AV ČR

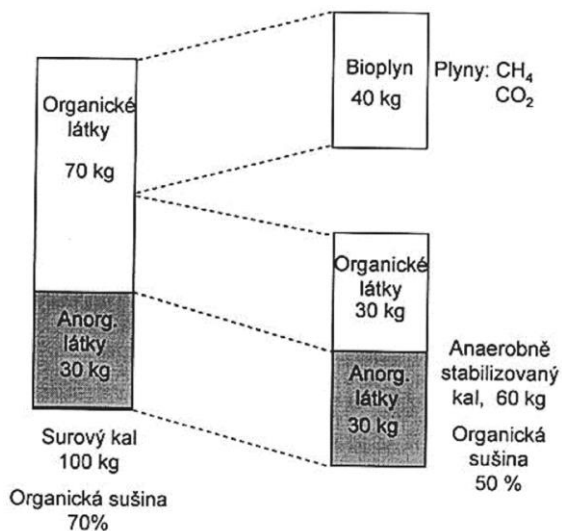
Materiálové a energetické využití stabilizovaného čistírenského kalu – výroba biocharu středně-teplotní pomalou pyrolýzou

Michael Pohořelý, Jaroslav Moško, Boleslav Zach a kol.

Ústav chemických procesů AV ČR, v.v.i.
Ústav energetiky & Ústav plyných a pevných paliv a
ochrany ovzduší, VŠCHT Praha

Stabilizovaný vs. surový ČK

Surový kal
nebezpečný
odpad
↓
Stabilizace
+
Hygienizace
↓
**Stabilizovaný
kal**
ostatní odpad
katalogové číslo
190805



Dohányos M., Zábranská J., Jeníček P., Fialka P., Kajan M.: Anaerobní čistírenské technologie. NoE. 2000, Praha 1998.

Nakládání s kaly v ČR

Rok/Způsob zneškodnění kalu	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Přímá aplikace a rekultivace*	60639	61750	51912	54713	47830	63061
Kompostování	45528	45985	53222	50384	60511	67065
Skládkování	6177	9527	9340	7123	5236	6513
Spalování	3336	3538	3528	3232	3400	2167
Jinak**	55009	43018	50188	38822	42185	34191
Celkem	170689	163818	168190	154274	159162	172997

* přímá aplikace na zemědělskou a lesnickou půdu, **technická vrstva skládky

Český statistický úřad: Katalog produktů - Vodovody, kanalizace a vodní toky 2010-2015.

Proč roste zájem o ČK

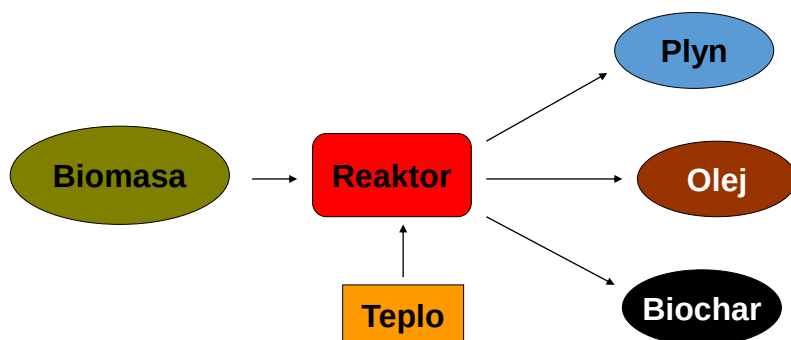
- ☐ **Zákaz ukládání směsného komunálního odpadu a recyklovatelného odpadu a využitelného odpadu od roku 2024 (229/2014 Sb.).**
- ☐ **Nový zákon o odpadech. Jeho součástí bude pravděpodobně úplný zákaz skládkování ČK.**
- ☐ **Vyhláška č. 437/2016 Sb., která zásadně zpřísňuje mikrobiologická kritéria pro použití upravených kalů na zemědělskou půdu.**
- ☐ **Recyklace fosforu, dusíku a dalších nutričních prvků.**
- ☐ **Módní téma ☺.**

Hygienizace kalu – praktické technologie pro ČR

- ☐ pasterizace kalu + anaerobní mezofilní stabilizace
- ☐ termofilní anaerobní stabilizace kalu
- ☐ hygienizace vápnem
- ☐ termická hydrolýza
- ☐ sušení anaerobně stabilizovaného kalu
 - mono-spalování (zplyňování) stabilizovaných čistírenských kalů
 - pomalá středně-teplotní pyrolýza stabilizovaného čistírenského kalu s produkcí biocharu

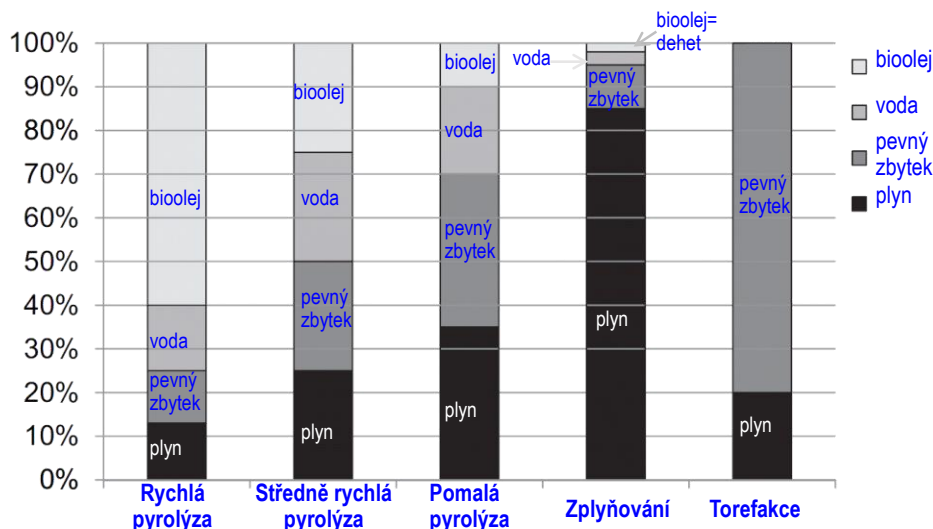
Pyrolýza

Termický rozklad materiálu za nepřístupu médií obsahujících volný kyslík.



Bridgwater, Review of Fast Pyrolysis of Biomass and Product Upgrading, Biomass and Bioenergy 38 (2012) 68-94, úprava S. Skoblia a M. Pohofelý VŠCHT Praha

Rozdíly v distribuci hlavních produktů termokonverze



Výtěžky plynu, organických olejů, vody, a pevného zbytku v závislosti na podmínkách procesu. Materiál dřevní biomasa.

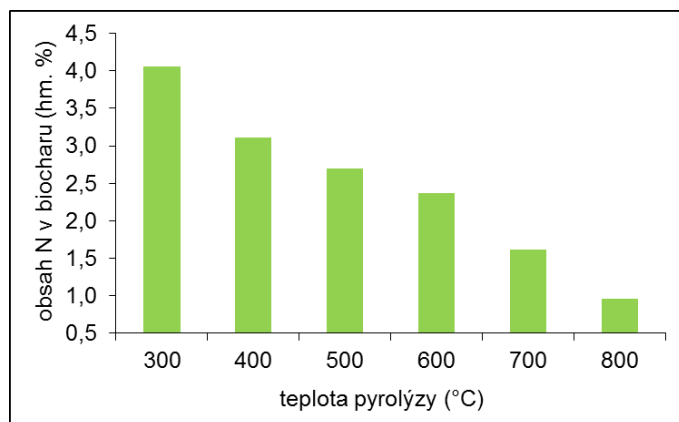
Bridgwater, Review of Fast Pyrolysis of Biomass and Product Upgrading, Biomass and Bioenergy 38 (2012) 68-94, úprava S. Skoblia a M. Pohorelý VŠCHT Praha

Biochar – vlastnosti I

- ☐ Biochar obsahuje cca 60 % hmotnosti sušiny SČK.
- ☐ Hlavní stavební složkou biocharu je chemicky stabilní uhlík, který nepodléhá dalšímu rozkladu a oxidaci (v půdě).
- ☐ Biochar je porézní: 25–150 m²/g. Biochar zvyšuje zadrž vody v půdě.
- ☐ V biocharu se nachází velké obsahy živin: P, N, Ca apod.
- ☐ Do biocharu se koncentrují i ostatní stopové prvky (těžké kovy, As apod.), vyjma rtuti, která odchází jako součást primárního pyrolyzního plynu.
- ☐ Biochar je kombinované, neboli směsné hnojivo (NPK hnojivo) obsahující i vápenato-hořečnatou složku.

Pohorelý M., Šyc M., Svoboda K., Kruml M., Moško J., Zach B., Durda T., Skoblia S., Beňo Z.: Recyklace fosforu ze stabilizovaného čistírenského kalu. Sborník přednášek konference CHEO 11, pp. 1–17, Praha, Czech Republic, 07 September 2016.

Biochar – vlastnosti II



Obsah hlavních složek (t = 600 °C):

- Obsah popela cca 75 hm. %
- Obsah C cca 20 hm. %
- Obsah P cca 7 hm. %
- Obsah N cca 2,5 hm. %

Pohořelý M., Šyc M., Svoboda K., Kruml M., Moško J., Zach B., Durda T., Skoblia S., Beňo Z.: Recyklace fosforu ze stabilizovaného čistírenského kalu. Sborník přednášek konference CHEO 11, pp. 1–17, Praha, Czech Republic, 07 September 2016.

Biochar – vlastnosti III

Teplota pyrolýzy	[°C]	300	400	500	600	700	800
A	[hm. %]	55	67	72	73	76	78
C	[hm. %]	30	24	21	21	21	21
H	[hm. %]	3,0	1,7	1,1	0,72	0,43	0,25
N	[hm. %]	4,1	3,1	2,7	2,4	1,6	0,96
S	[hm. %]	0,48	0,49	0,44	0,51	0,51	0,60
Ca	[hm. %]	5,7	7,0	7,5	7,4	7,8	7,9
K	[hm. %]	0,70	0,86	0,99	0,94	0,99	1,0
Mg	[hm. %]	0,95	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4
P	[hm. %]	5,4	6,5	7,0	7,1	7,4	7,7

Pohořelý M., Šyc M., Svoboda K., Kruml M., Moško J., Zach B., Durda T., Skoblia S., Beňo Z.: Recyklace fosforu ze stabilizovaného čistírenského kalu. Sborník přednášek konference CHEO 11, pp. 1–17, Praha, Czech Republic, 07 September 2016.

Aplikace biocharu do zemědělské půdy

- ☐ Biochar zvyšuje úrodnost půdy.
- ☐ Biochar zvyšuje zadržování vody v půdě.
- ☐ Biochar snižuje průnik biogenních prvků (P, N apod.) z hnojiv do podzemních vod v důsledku jejich retence a postupného uvolňování z biocharu.
- ☐ Biochar kypří (zlehčuje) půdu.
- ☐ Biochar v prvních měsících po aplikaci (v prvním roce aplikace) částečně nahrazuje kombinovaná hnojiva z důvodu vysokého obsahu biogenních prvků (P, N apod.).
- ☐ Biochar v prvních měsících po aplikaci (v prvním roce aplikace) částečně nahrazuje vápenato-hořečnatá hnojiva z důvodu vysokého obsahu Ca, čímž upravuje pH půdy.

Pohořelý M., Šyc M., Svoboda K., Kruml M., Moško J., Zach B., Durda T., Skoblia S., Beňo Z.: Recyklace fosforu ze stabilizovaného čistírenského kalu. Sborník přednášek konference CHEO 11, pp. 1–17, Praha, Czech Republic, 07 September 2016.

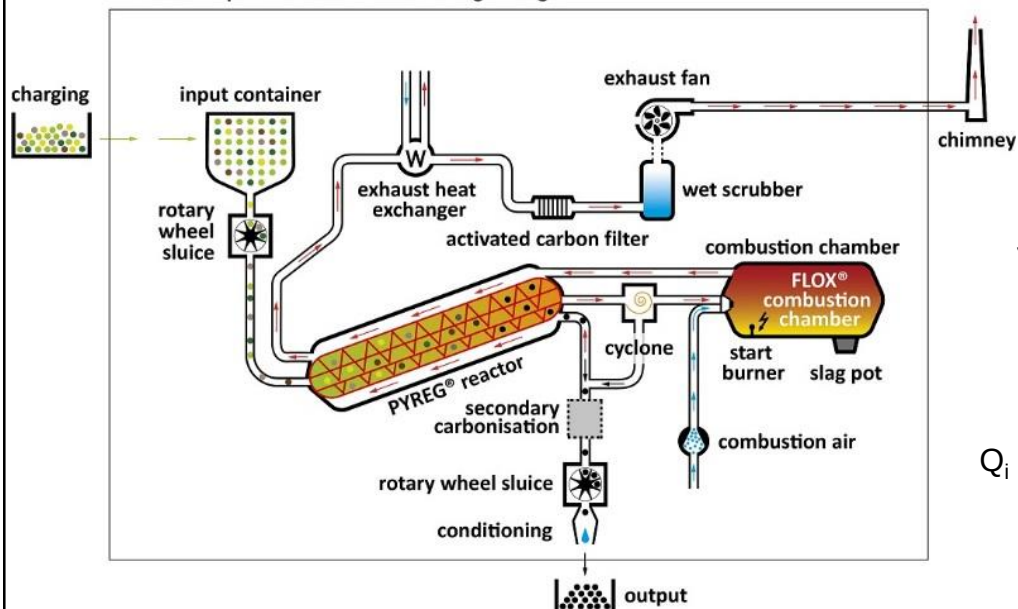
Výhody biocharu proti přímé aplikaci SČK do půdy

- ☐ Zadržování vody v půdě.
- ☐ Snižování průniku biogenních prvků (P, N apod.) z hnojiv do podzemních vod v důsledku jejich retence a postupného uvolňování z biocharu. Proto biochar zvyšuje stupeň využití hnojiv.
- ☐ Snižování obsahu problematických organických látek.
- ☐ Kypření půdy.
- ☐ Sekvestrace C.
- ☐ Snížení emisí skleníkových plynů, zejména CH_4 , CO_2 a N_2O .

Pohořelý M., Šyc M., Svoboda K., Kruml M., Moško J., Zach B., Durda T., Skoblia S., Beňo Z.: Recyklace fosforu ze stabilizovaného čistírenského kalu. Sborník přednášek konference CHEO 11, pp. 1–17, Praha, Czech Republic, 07 September 2016.

PYREG

The PYREG® process to mineralize sewage sludge



Jeden modul:

1000 t/rok

sušiny SČK

60 000 EO

Q_i (min) = 10 MJ/kg

PYREG: www.pyreg.de

PYREG – čistírna odpadních vod Linz-Unkel



PYREG: www.pyreg.de

Legislativa I

Vyhláška 437/2016 Sb. o podmínkách použití
upravených kalů na zemědělské půdě.

Riziková látka	Mezní(maximální) hodnoty koncentrací v kalech (mg.kg ⁻¹ sušiny)
As - arzén	30
Cd - kadmium	5
Cr - chrom	200
Cu - měď	500
Hg - rtuť	4
Ni - nikl	100
Pb - olovo	200
Zn - zinek	2500
AOX	500
PCB(sum 7 kongenerů - 28+52+101+118+138+153+180)	0,6
PAU(sum antracenu, benzo(a) antracenu, benzo(b) fluoranthenu, benzo(k) fluoranthenu, benzo(a) pyrenu, benzo(ghi) perylenů, fenantrenu, fluoranthenu, chrysenu, indeno(1,2,3- cd)pyrenu, naftalenu a pyrenu)	6

Indikátorový mikroorganismus	Jednotky	Počet zkoušených vzorků při každé kontrole výstupu	Limitní hodnota (nález/ KTJ*)
Salmonella spp.	nález v 50g	5	negativní
Escherichia coli nebo enterokoky	KTJ* v 1 gramu	5	4 1 < 10 ³ < 5.10 ³

* KTJ - kolonie tvořící jednotku

Vyhláška 474/2000 Sb. o stanovení
požadavků na hnojiva (novela 131/2014 Sb.)
Příloha č. 1, část d) organická hnojiva, při
jejichž výrobě byly použity odpady z ČOV

Legislativa II

Evropská legislativa

Stanoví pravidla pro
certifikované hnojivé
výrobky na trhu.

Stanoví minimální obsah
nutrientů v hnojivu.

Stanoví maximální obsah
kontaminantů v hnojivu
(těžké kovy, org. látky).

V Bruselu dne 17.3.2016
COM(2016) 157 final
2016/0084 (COD)

Balíček k oběhovému hospodářství

Návrh

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY,

Biochar

Důvodová zpráva

Bod 5, odstavec 43

Příloha 1, KfV 1(C)(I)(a)(ii) Vícesložkové tuhé anorganické hnojivo s makroživinami

kterým se stanoví pravidla pro dodávání hnojivých výrobků s označením CE na trh
a kterým se mění nařízení (ES) č. 1069/2009 a (ES) č. 1107/2009

Závěr

Výroba biocharu středně-teplotní pomalou pyrolýzou je vhodná pro čistírny odpadních vod s anaerobní stabilizací kalu o minimální velikosti cca 20 000 EO s nízkým obsahem těžkých kovů.



Děkuji za pozornost

Kontakt

Michael Pohořelý
737 251 462
pohorely@icpf.cas.cz
pohorelm@vscht.cz

