

Odpady a recyklace

Přednáška č.3 - Bioodpad



- bioodpad, BRKO $\neq$ biomasa! 😊
- zpracování bioodpadu – kompostace
- aerobní x anaerobní procesy
- závěr k nakládání s odpadem
- film Průmyslové komposty

Bioodpad není biomasa

<https://www.youtube.com/watch?v=S7Ng3pni4k4>

Bioodpad (BRO) - je druh biologicky rozložitelného odpadu, který pochází ze zahrad a veřejné zeleně, dále zahrnuje kuchyňský a potravinářský odpad z domácností, restaurací, stravovacích nebo maloobchodních zařízení a srovnatelný odpad z potravinářského průmyslu...

Biomasa je souhrn látek tvořících těla všech organismů, jak rostlin, bakterií, sinic a hub, tak i živočichů. Tímto pojmem často označujeme rostlinnou biomasu využitelnou zpravidla pro energetické účely.

Bioodpad (**BRKO** → 41% TKO) v Praze cca 150 tis. t ročně

povinně předtřídění – na skládky oproti 1995 max 75%_{H_{MOT}} 2010

„skládková“ Směrnice 99/31/EC 50 2013

max 35% 2020

Proč?

- 1) snížení tvorby metanu ze skládek v zájmu zmírnění skleníkového efektu
- 2) omezení škodlivých průsaků
- 3) lepší využitelnost odpadu

Důvody jsou i ekonomické: Náklady na zpracování bioodpadu

http://www.zeleneuradovani.cz/download/zk_odpady.pdf

Kompostování cca 110 – 600Kč/t

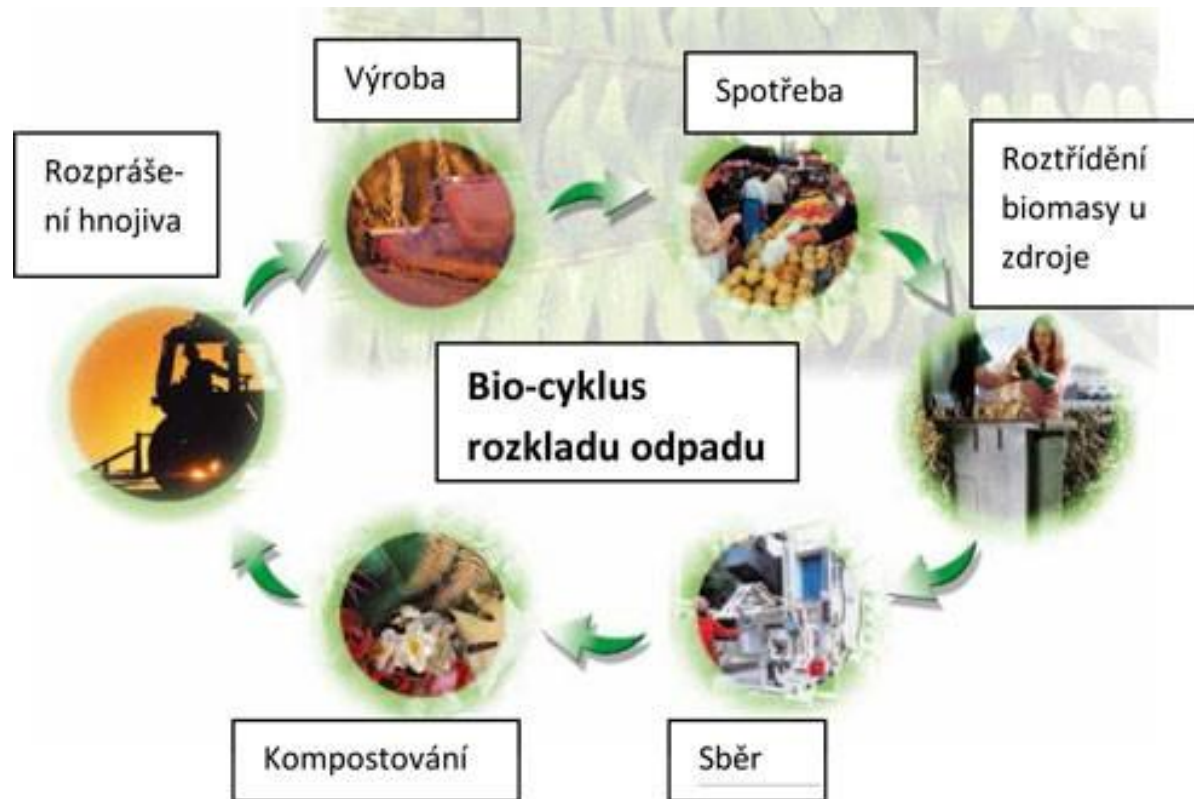
Skládkování cca 700 Kč/t

Spalování cca 1200 Kč/t

Povinnost obce sbírat BRO od občanů od 2015!

Jak toho dosáhnout? (viz *návod k nakládání s odpadem obecně*)

- 1) **prevence** → snížení produkce bioodpadu
- 2) **opakované použití** bioodpadu (např. dřevěné obaly)
- 3) **recyklace** separovaného bioodpadu na **původní mat.** (např. papír)
- 4) **kompostování/anaerobní rozklad** separovaného bioodpadu, využití v zemědělství nebo ke zlepšení ŽP (rekultivace)
- 5) bioodpad jako **zdroj energie** (anaerobní digesce, dřevěný odpad...)



BIOLOGICKÝ ROZKLAD ODPADU

+

- ✓ využití energie
- ✓ získání kvalitního materiálu
- ✓ zpracování odpadu

-

- ✓ zápach v okolí zařízení
- ✓ náročné podmínky
- ✓ vyšší investiční náklady

cíl → org. látky v odpadu (BRO) rozložit na primární složky (CH_4 , CO_2 , H_2O) a navrátit do přirozeného koloběhu

Rozšířit použití **biologicky rozložitelných plastů** na bázi obnovitelného škrobu → v kompostu rozklad během 1÷36 měs.
<http://www.bio-plasty.cz/> (květináče, tašky, pytle, obaly, příbory)



Značné množství **plastů** je na **jedno použití** - kelímky, sáčky ...

Využití samorozložitelných materiálů → oxo-rozložitelné
bio-rozložitelné



Plastová taška v obchodě?
vyspělé země 130ks/osobu/rok
(ČR-1,3mld)

Můžeme si jí odpustit!

Bioodpad není biomasa – co to tedy je?

Co s ní?

1. Sběr

Možnosti sběru: (donáškový i odvozový)

- ✓ prostřednictvím sběrných dvorů
- ✓ velkoobjemové kontejnery
- ✓ sběrné nádoby na odpad (objem 120 l, 240 l)
- ✓ sběrné nádoby upravené pro sběr bioodpadu



Svoz bioodpadu Praha 2013



Problémy sběru:

- ✓ zápach + hygiena
- ✓ speciální kontejnery a svozová vozidla
- ✓ větší sezónní výkyvy

2. zpracování bioodpadu : **anaerobní digesce**
alkoholové kvašení
kompostace
+ další (recyklace dřeva, spal. biomasy)

Liší se zásadně
přítomností O₂

Anaerobní digesce – kvašení bez přístupu vzduchu (TKO, kal ČOV)
v bioplynových stanicích bioplynu → využití E
kogenerací, náročnější technologie

<u>potenciál</u> produkce bioplynu	100 m ³ . t ⁻¹ bioodpadu
energetický obsah bioplynu	6 kWh . m ⁻³
zisk energie z 1 t bioodpadu	600 kWh
...z toho elektrická	198 kWh (33%)
tepelná	348 kWh (58%)
ztráty	54 kWh (9%)
spotřeba tepla na 1 t bioodpadu	48 kWh
elektriny	48 kWh
čistý zisk elektriny z 1 t bioodpadu	150 kWh
tepla	300 kWh



Efektivní využití bioodpadu → bioplyn + digestát=org. hnojivo

Cca 30dní uzavřeno - *termofilní* (55°C) podmínky

- *mezofilní* (35°C)

Podmínky nutno stabilizovat – anaerobní mikroorganismy se těžko přizpůsobují kolísání teplot.

Substrát	Potenciál bioplynu [m ³ z kg odpadu]		
	Min.	Max.	Prům.
Tráva	0,290	0,550	0,410
Kal z ČOV	0,320	0,745	0,540
Bioodpad	0,340	0,990	0,700

Nejdůležitější součást BPS – FERMENTOR – vyhříváno odpadním teplem, doba zdržení 20-45 dnů (dle receptury), promícháváno!

KOGENERAČNÍ JEDNOTKA (využití elektrické+tepelné energie)
trigenerace (+ využití chladu např. v létě pro klimatizaci)

Nejstarší BPS u nás... anaerobní zpracování kalu z ČOV již 1960
(dnes prakticky všechna města s ČOV pro >30000 EO)

Nárůst počtu nových zařízení - důvod?

- ✓ Dostatek materiálu - zemědělské produkty (např.slepičárny)
- gastroodpady (soulad se směrnicí rady EU)
 - ✓ Příznivá výkupní cena elektrického proudu
 - ✓ Investiční podpora ze strukturálních fondů EU (OPŽP podnikání a inovace a programu rozvoje venkova).
- Předpoklad v ČR výstavba dalších 400 BPS!!!

Zdroj bioplynu	Počet zařízení	Produkce [m ³]
Komunální ČOV	96	54 821 378
Průmyslové ČOV	12	2 589 790
Bioplynové stanice	14	14 565 391
Skládky odpadů	50	50 925 026
Celkem	172	122 901 585

Proč využívat bioodpad?

Efektivní využití bioodpadu... → Bioodpad = bioplyn + digestát + **E**

...v souladu s TUR

Energie je a bude potřeba...

Z pohledu OZE je bioplyn nejvýhodnější (zpráva *Energetického Regulačního Úřadu*)

doba ročního využití max výkonu je u BPS 86%

slunce 11%

větru 22%



PRAXE – Brno, 10tis. t BRO z „hnědých popelnic“ + kal z ČOV
→ pohon autobusů MHD (na 160 autobusů by potřebovali 2x více!)

Alkoholové kvašení – organická fermentace rostlinných cukrů
(z řepy, brambor,...)
→ z 1 kg cukru cca 0,6l etanolu (jako palivo)

Výroba z biomasy o vyšším obsahu **škrobu** (kukuřice, obilí, brambory)
sacharidů (cukrová řepa a cukrová třtina)

cukry → přímá fermentace, rostliny s obsahem škrobu nejdříve
enzymaticky přeměnit škrob na cukr!

Bioetanol se používá jako příměs
do konvenčních paliv 4,1%.
E85 85 % bioetanolu + 15 %
benzín 95 okt.
Obdobně vyrábíme BIONAFTU z
biomasy (příměs 6% do nafty)...



Kompostace – biologický rozklad biohmoty v aerobních podmínkách

získáme organický substrát - kvalitní materiál pro rekultivace

- mísíme často s popílky
- použití v zemědělství

Přirozený proces – optimalizací urychlujeme!

Organizace kompostování

Domácí → na zahradě či u domu na zakládce/v kompostérech
(„*vermikompostování*“ – využití žížal)

Komunitní → skupina původců BRO (sídliště, zahrádkáři) řeší společně, roční produkce cca 10-20t

Centrální → obec či odpadová společnost provozují „kompostoviště“ (50-500t/rok) či průmyslovou kompostárnu (nad 500t/rok), ty podléhají ČSN 46 5735 “Průmyslové komposty“

Domácí kompostování

umí to skoro každý...

V kompostérech je to snadné
kdekoliv www.kompostuj.cz



+

Není potřeba mechanizace.
Zpracování přímo u zdroje.
Kvalitně vytríděný odpad.
Nízké investiční náklady.
Minimální náklady při provozu.
Možnost využití tekutých
odpadů ze záchodové jímky.
Využití kompostu pro vlastní
účely producenta odpadu.

-

Při zpracování veškerého BRO
domácnosti vzniká poměrně velké
množství humusu. Je třeba zajistit
jeho využití.
Kompost je neestetickým prvkem
zahrady.
Nutná znalost pravidel kompostování.
Nutnost ručně provzdušňovat.

Komunitní kompostování

kompostování v uzavřeném okruhu
subjektů (několik zahrad, chat,
několik panelových domů).
Místo by mělo být uzavřeno!



+

Není potřeba mechanizace
(při malém množství odpadu).
Zpracování přímo u zdroje.
Kvalitně vytríděný odpad.
Nízké investiční náklady.
Minimální náklady při provozu.
Využití kompostu pro vlastní
účely producentů odpadu.

-

Domluva mezi subjekty.
Zajištění pracovní síly.
Zápach.
Najít vhodný prostor.
Rozdělení kompostu mezi subjekty.

Centrální kompostování

průmyslové kompostárny
provozují obce, zemědělské či
odpadové subjekty

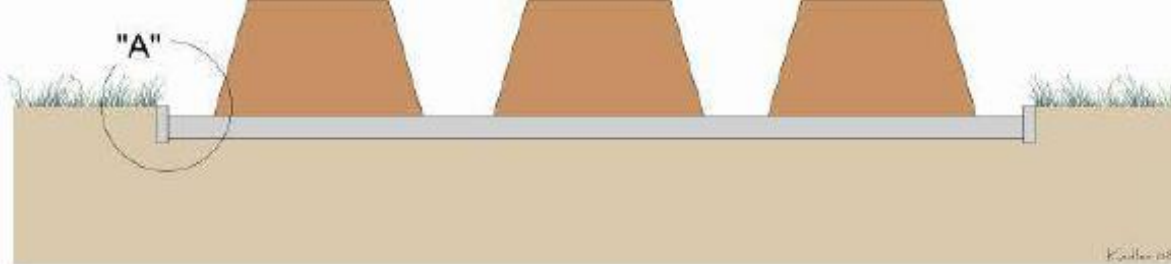
+

Kompostování kalů z ČOV
Odborný dohled
Kvalita kompostu
Výnos z ukládání odpadu na
kompost + z prodeje komp.
Zpracování veškerého BRO
Zabezpečení (nedochází k úniku
nebezpečných látek)
Kontrola hyg. požadavků

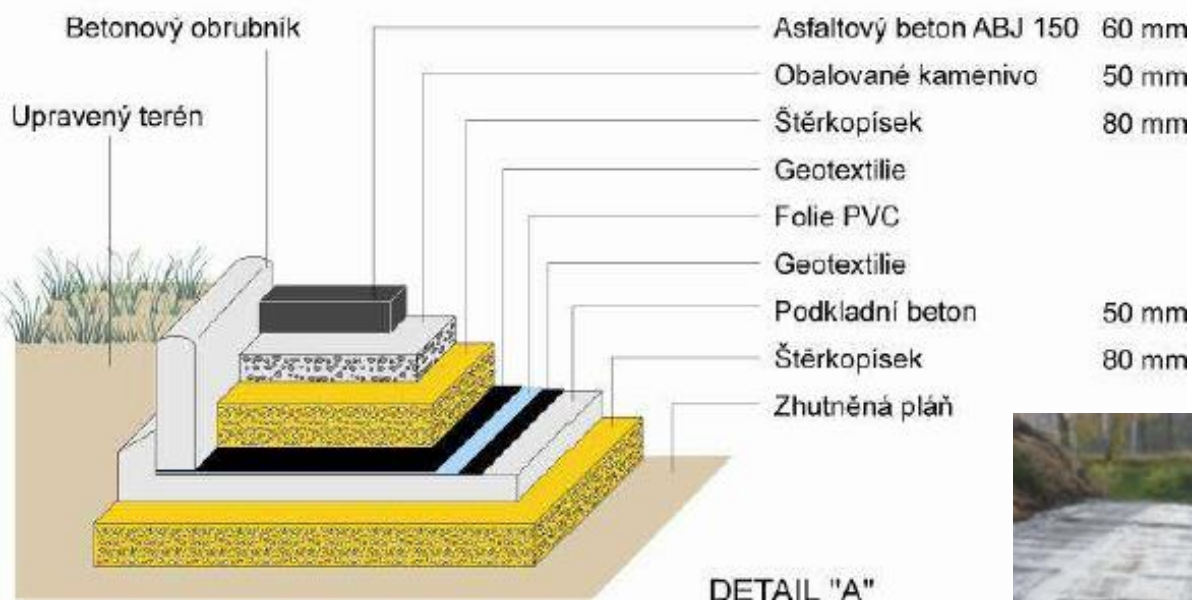


-

Investiční + provozní náklady
Zápach
Přísná VH, hyg a odpadová legislativa.
Platí norma ČSN 46 5735 „Průmyslové
komposty“
Těžké kovy v kalech z ČOV
Velký prostor
Dojezdová vzdálenost
Nutná mechanizace



Vodohospodářsky zabezpečená–nepropustná plocha



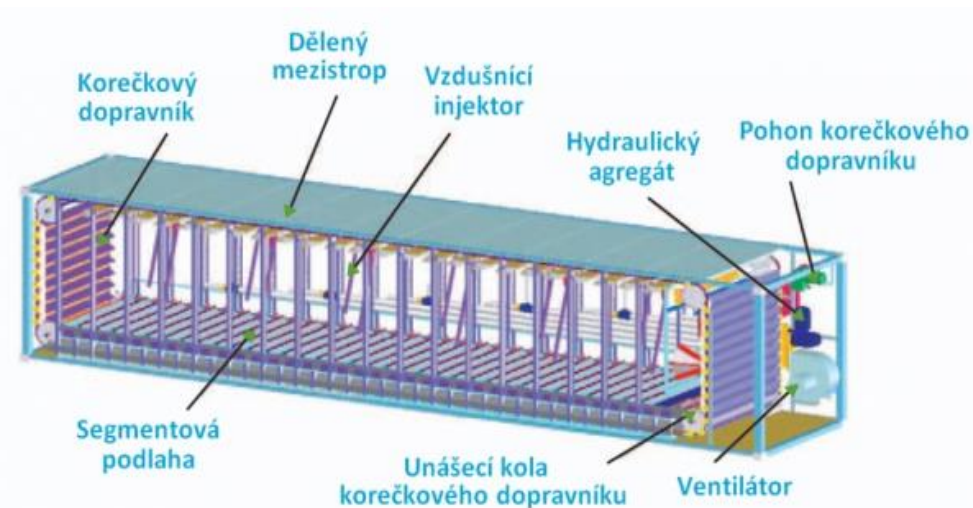
Netradiční komposty



Fermentor EWA během 48 h zpracuje a zhygienizuje 10-17 t BRO pomocí řízené, aerobní, termofilní fermentace. Vyrobí z něj mulčkompost nebo biopalivo.

SLOŽENÍ ZAKLÁDKY

Odpad	Množství [t]	%
Zelený odpad a listí	10	66,67
Větve	2	13
Zbytky ovoce a zeleniny	0,4	2,67
Gastroodpad	0,1	0,67
BRO od občanů	2	13
Čistírenské kalvy	0.5	0.33



Kompostování ve vacích

- řízené provzdušňování- vzduch dodáván provzdušňovací hadicí
- plnění pomocí speciálního lisu
- po naplnění vak uzavřen těsnicí páskou, brání únikům tekutin

Nedochází k úniku nežádoucích kapalin, plynů ani prašných částic a kompostování probíhá na malém prostoru, za nízké pořizovací ceny a s malými pracovními nároky.



Jak kompostování probíhá... **Fáze kompostování**

- 1. Rozklad-termofilní fáze** – (1÷3 týdny) snadno odbouratelné makromolekuly bílkovin a cukrů → rozkládány množícími se bakt.; exotermní reakce – až 70°C (desinfekce); produkce CO₂, NH₃ a H₂O
- 2. Přeměna-mezofilní fáze** – (2÷4 týdny) biologická aktivita bakterií klesá – (T≈35÷40°C); polysacharidy (lignin a celulóza) rozkládány bujícími houbami → snížení objemu, produkce NH₃; možné naočkování (inokulace) spec. bakterií (odbourání ropných látek,...)
- 2a. Konečná fáze** – (2÷4 týdny) tvoří se složité humusové látky; kompost je strukturovitý, množí se nižší živočichové (roztoči, žížaly)
- 3. Stabilizace a dozrávání** – zastavení biologické aktivity; vznikají humusové látky a huminové kyseliny (hnědočerná barva výluhu); procesy aerobní i anaerobní = v této fázi již nepřekopávat!

Proto jsou nutné podmínky
procesu kompostování:

- O_2
- **teplo** ($50 \div 60^\circ C$)
- **vlhko**
- **poměr živin** C:N = cca 30:1

O_2 - *aerobní rozklad* $\rightarrow$ vzniká CO_2 , H_2O (tlení hromady listí)

(*anaerobní podmínky*) $\rightarrow CH_4$, H_2S , NH_3
(hnití+plísň – „guláš v hrnci“)

teplota $55 \div 65^\circ C$ - exotermická reakce (proces)

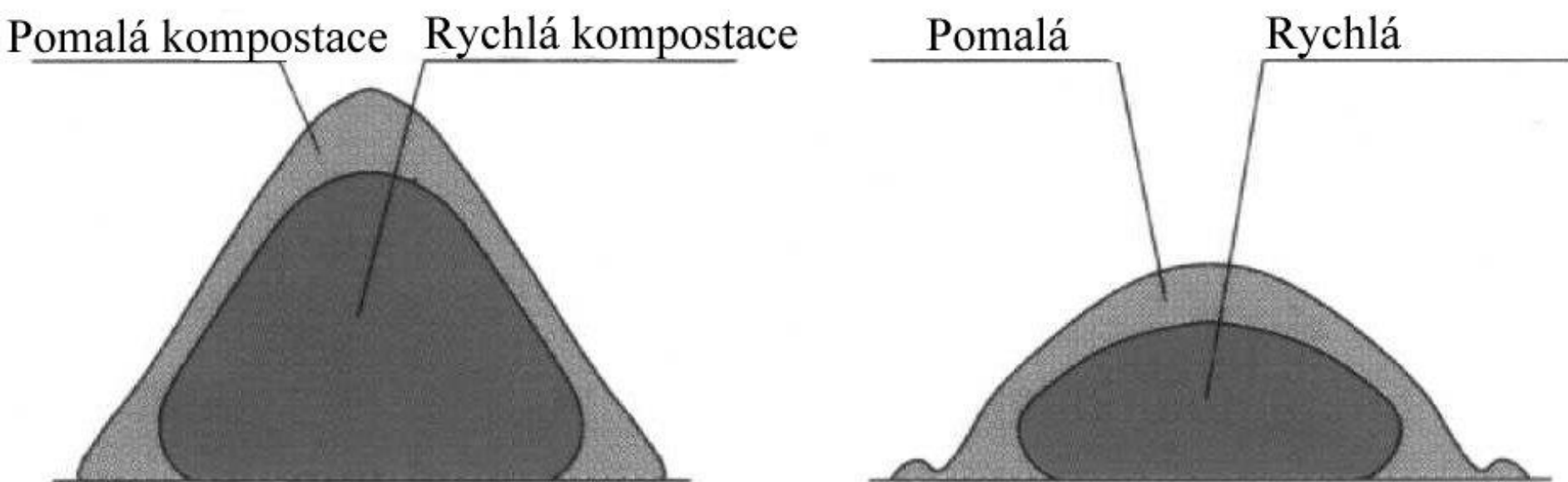
nižší $\rightarrow$ „zastydnutí bakterií“ = zpomalení procesu rozkladu

vyšší $\rightarrow$ koagulace bakteriálních bílkovin = odumření bakterií
(termofilní bakterie do $75^\circ C$)

vlhkost $55 \div 60\%$ - dle potřeby nutno zvlhčovat

nižší $\rightarrow$ „zaschnutí bakterií“ = zpomalení procesu rozkladu

vyšší $\rightarrow$ anaerobní podmínky - hnití



C/N = 30/1 - poměr „vláknitého“ a „vlhkého“ materiálu

C – kůra, tráva, papír, sláma,... (musíme dodávat)

N – kuchyňský odpad, kejda,...

Laboratorní měření nebo zkušenost

Odpady využitelné pro kompostování

ANO – zbytky potravin, odpad ze zeleně, ČOV kaly – TK!!!,
uliční smetky, papír, organické zbytky, popel

NE – plasty, sklo, železo, chemické odpady

→ SEPARACE!!!

Kompostárna



technologie - bez předchozí úpravy

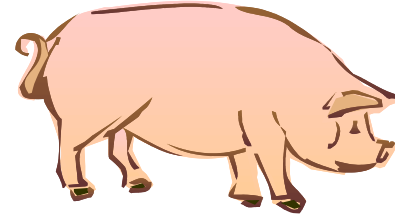
- s předchozí úpravou → drcení+míchání
zvětšení kontaktní plochy pro bakterie $\rho = 600 \text{ kg/m}^3$

Péčí o proces kompostování můžeme dosáhnout zkrácení procesu a zvýšení kvality produktů.

- **v krechtech** (na hromadách) – 3÷4 měs. s úpravou
6÷8 měs. bez úpravy
hromady - dost velké, aby se zahřívaly
- podložit, aby větraly (rošty, větve)
- překopávat 2x÷3x týdně (mechanizace)
- **zastřešené bioreaktory** – umělé podmínky O_2 , H_2O →
tepelně izolované boxy, otvory pro vzduch.
- **bioreaktory** – rotační buben (kontinuální proces) zkrácení
doby na 10÷15 dní, dozrání v krechtech

Nutnost **hygienizace** u rizikových bioodpadů (živočišné produkty, kuchyňské zbytky, kaly z ČOV)

Proč **hygienizace** když dříve bylo možné zbytky z jídelny vykrmit čuníka?



...protože platí nařízení ES 1774/2002 !

→ rizika zdravotní a ekologická-infekce, alergie (*Salmonella*)

→ eliminace patogenů dodržením podmínek – **kontrola**
(kontinuální zaznamenávání výsledků měření)!

- ✓ Minimální teplota celé hmoty materiálu ve spec. zařízení 70°C.
- ✓ Minimální doba v zařízení bez přerušení je 60 min.
- ✓ Velikost částic vstupujících do zařízení musí být max. 12 mm.

V případě aplikace produktů na zemědělskou půdu se týká jak BPS (nutná pasterizačně hygienická jednotka), tak i kompostáren (nutný uzavřený kompostační reaktor)

Po dozrání kompost vždy přesít – vzniká...

Humus - zlepšuje fyz. vlastnosti půdy, zejm. objem pórů,
strukturovitost → snížení erodovatelnosti

- dodává půdě živiny (místo umělých hnojiv)

Co s humusem?- zemědělská výroba

okrasné plochy a parky

rekultivace a finální ozelenění staveb



Lze produkt vždy využít?

Před prodejem kompostu nutná registrace kompostu - ÚKZUZ

Aplikovat lze pouze zkontrolovaný (hygienizovaný) produkt

Vyhláška č. 474/2000 Sb., MZe o požadavcích na hnojiva limituje využití kompostu obsahem rizikových látek

→ komposty dělíme do dvou tříd

Koncentrace toxických prvků v surovinách a v kompostu (mg.kg⁻¹)

označení vzorku	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb	Hg	As	Mo
ČSN465735-surovina	1200	3000	13	1000	200	500	10	50	25
ČSN465735-kompost II	400	600	4	300	70	300	1,5	20	20
ČSN465735-kompost I	100	300	2	100	50	100	1	10	5
tříděný odpad	38,4	407	0,83	79,7	22,7	18,8	<1,00	5,50	17,70
separovaný sběr	16,8	219	0,56	29,1	7,6	9,1	<1,00	<5,00	3,67

Využívat **separovaného sběru**, který obsahuje nižší podíl rizikových l.

Kompost II. třídy - nelze použít na plochách s plodinami pro
přímou spotřebu

- lze použít pouze na půdách, kde není vyšší
obsah rizikových látek

- max 20 tun sušiny 1x za 3 roky/ha

Použití ***kompostu I. třídy*** omezeno pouze aplikací 1x/3roky

Příklad: kompostárna Úholičky Ceny za uložení bioodpadu Kč za t :

Tráva, listí, hnůj	335,00 Kč
Větve, mix větve + tráva, listí	480,00 Kč
Ovoce, zelenina	385,00 Kč
Ornice	20,00 Kč
Pařezy, kořeny	1 200,00 Kč



JINÉ ZPŮSOBY využití bioodpadu



Tepelné využití - potenciál biomasy... nejstarší využití energie

Vhodné pro odpady, ne jako alternativa plodinám (zdražuje potraviny)!

Piliny, pelety, peletky + biopalivo z fermentorů...

Moderní elektrárny mohou využít příměs biomasy až 50%

Recyklace

- dřevní štěpka, mulč,
- dřevotřískové desky
- reusing dřevěných palet.



Závěr - Ideální postup nakládání s odpadem:

- ✓ odpad, který vzniknout nemusí, ať vůbec nevznikne
- ✓ co lze, tak znovu použít
- ✓ vytrídít a recyklovat
- ✓ co lze, tak energeticky zhodnotit-organický materiál kompostovat, spalitelné spálit - redukovat objem (10% objemu)
- ✓ zbytek po spálení vyčistit a zabezpečit uložením na skládce

Předpokladem je MOTIVACE OBČANA K TŘÍDĚNÍ

Závěr

- ✓ Bioodpad je třeba zpracovávat efektivně – je ho hodně
- ✓ Různé způsoby zpracování → výhody/nevýhody → přirozený proces, dodržáním podmínek se přeměna urychlí
- ✓ Organický substrát – surovina pro zemědělství i rekultivace
- ✓ Cenný ekologický (obnovitelný) zdroj energie
- ✓ Při použití na zemědělských plochách dbát na hygienizaci a obsah rizikových látek

Doporučené odkazy

<http://www.biom.cz>

<http://www.komposty.cz/>

<http://enviweb.cz/>

„Sběr bioodpadu“

[BIOMASA Kateřiny Jacques](#)