



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MF
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Agronomické využití odpadů kompostováním

**Ing. Jindřich Černý, Ph.D.
prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc.**

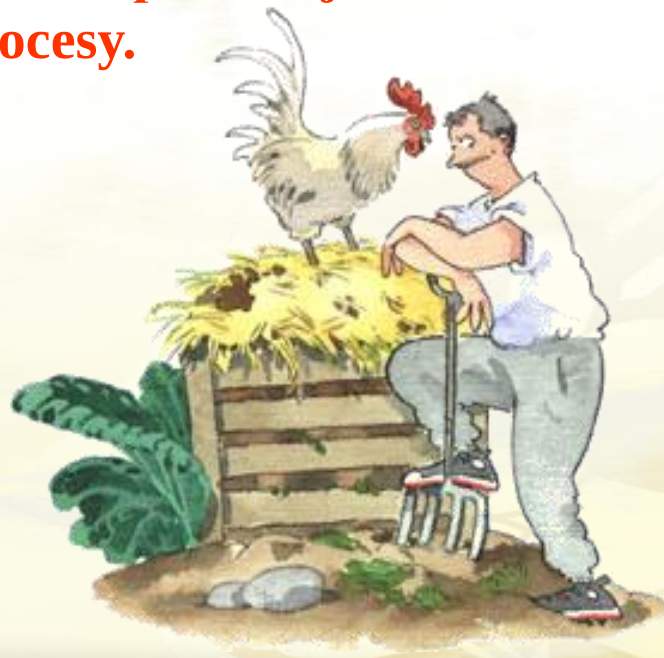


Komposty

➤ Směs organických a minerálních látek oživená užitečnou půdní mikroflórou, v níž probíhají rozkladné a humusotvorné procesy.

➤ **Základní typy:**

- ✓ Statkový kompost
- ✓ Průmyslový kompost
- ✓ Speciální, substráty



Kompostování

- **Kompostování = přeměna primární organické hmoty na humusové látky pomocí mikroorganismů za aerobních podmínek**



ScienceDirect

Journals & Books



- **Nejstarší a nejrozšířenější metoda nakládání s biologicky rozložitelným odpadem**

Outline

Publisher Summary

References



Get rights and content

Waste Management Series

Volume 8, 2007, Pages 7-24



Chapter 2 History of composting

L.F. Diaz, M. de Bertoldi

Show more

[https://doi.org/10.1016/S1478-7482\(07\)80005-4](https://doi.org/10.1016/S1478-7482(07)80005-4)

Get rights and content

Publisher Summary

This chapter examines the history of urban waste generation and its management. The early composting methods were being refined in India, China, Malaysia, and in other countries. Mechanization was developed for the use of composting as a method for the treatment and sanitary disposal of municipal solid waste. These efforts resulted in several mechanical innovations. Some of the main objectives of these processes were to improve the aesthetics of the composting process by enclosing the material in some type of structure and to reduce the amount of time required to stabilize the composting material. Several experimental studies were conducted on composting in a silo-type digester using mechanical mixing. The result of this work demonstrated that a substantial amount of attention had been paid to the development of more efficient mechanical stirring and to the solution of mechanical problems associated with digester operations. Silo digesters had been used primarily in relatively small installations for segregated waste having a high concentration of organic matter. The processing units were highly mechanized to



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Výhody kompostování

- Široké spektrum kompostovatelných bioodpadů
- Uplatnění různých technologických systémů
- Snížení objemu a hmotnosti
- Relativní zvýšení obsahu živin
- Hygienizace
- Odklon bioodpadů ze skládek
- ...
- ...
- ...



Legislativa upravující kompostování

- **Zákon č. 156/1998 Sb.**, o hnojivech,
- **Vyhláška č. 377/2013 Sb.**, o skladování a způsobu používání hnojiv, *(zcela nahrazuje vyhl. č. 274/1998 Sb.,)*
- **Vyhláška č. 474/2000 Sb.**, o stanovení požadavků na hnojiva,

Tab.: Limity nízkových prvků v organických a statkových hnojivech se sušinou nad 13 %

mg/kg sušiny								
Cd	Pb	Hg	As	Cr	Cu	Mo	Ni	Zn
2	100	1,0	20	100	150	20	50	600

Maximální aplikační dávka 20 tun sušiny na jeden hektar v průběhu tří let.



Legislativa upravující využití odpadů z ŽV

- Novela č. 229/2014 Sb. **zákona o odpadech č. 185/2001 Sb.**
Povinnost obcí, aby vedle již zavedeného třídění nebezpečných odpadů, papíru, plastů a skla zajistily také prostor pro ukládání kovů a **biologicky rozložitelných odpadů**.
- §2 vyhlášky **MŽP č. 321/2014 Sb.** o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředování složek bioodpadů. Obec je povinna zajistit místa pro oddělené soustředování minimálně pro biologické odpady rostlinného původu, a to minimálně v období od 1. dubna do 31. října kalendářního roku.



Legislativa upravující využití odpadů z ŽV

- Ukládání bioodpadů na skládky je zakázáno vyhláškou **294/2005 Sb. (....o podmínkách ukládání odpadů na skládky....)**
- Bioodpady mohou být ukládány pouze tehdy, jedná-li se o biologicky rozložitelné složky obsažené v komunálním odpadu (skupiny 20 Katalogu odpadů). Pro tento druh odpadů je stanoven harmonogram postupného omezování jejich ukládání na skládky. Harmonogram je stanoven v bodě 7, odstavci d) v příloze č. 4 k vyhlášce 294/2005 Sb.
- d) biologicky rozložitelný podíl komunálního odpadu ukládaný na skládky musí být postupně omezován do roku 2020 na 35 % celkového množství (hmotnosti) biologicky rozložitelného komunálního odpadu vzniklého v roce 1995). Dle údajů MŽP bylo roce 1995 bylo na skládky ukládáno cca 1,53 mil. tun bioodpadů.



Legislativa upravující využití odpadů z ŽV

- **1. Komunitní kompostárny**
- Tyto kompostárny fungují na obecní úrovni. Kdy obec od občanů sbírá zelený odpad ze zahrádek a hnědé popelnice s BRO. Obec tento materiál zkompostuje a pak ho zase lidem „vrací“ a ty si ho dávají na svoje pozemky. Pokud tak není využito, tak si u ÚKZÚZ zajistí registraci pro uvedení do oběhu (místní zemědělec)
- Aby mohli obce provozovat tuto kompostárnu nepotřebují provozní řád schválený krajským úřadem, ale postačuje jim dokumentace schválená odborem ŽP obce s rozšířenou působností.



Legislativa upravující využití odpadů z ŽV

- **2. Kompostárna - Malé zařízení**
- Tyto kompostárny ročně vyprodukují do 150 t kompostu na výstupu.
- Mohou přijímat pouze 4 druhy odpadů
- 02 01 03 Odpad rostlinných pletiv
- 20 01 38 Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37
- 20 02 01 Biologicky rozložitelný odpad
- 20 03 02 Odpad z tržišť

Opět tato zařízení nemusí mít provozní řád schválený KÚ, ale pouze dokument o provozu kompostárny schválený obcí s rozšířenou působností.



Legislativa upravující využití odpadů z ŽV

- **3. Kompostárna (klasická)**
- Tyto kompostárny mohou vyprodukovat kolik chtějí kompostu, ale každá kompostárna má nějakou naplánovanou kapacitu, a podle nich se odvíjí povinné odběry, které si musí hlídat provozovatel kompostárny.
- Tyto kompostárny mohou přijímat odpad co je ve vyhlášce č. 341/2008 Sb. příloha 1. (mimo 19 09 01 a 19 08 01), plus mohou přijmout i odpady, které tzv. zlepšují kvalitu či vlastnosti kompostu (tady bývá nejvíce problémů). Tyto kompostárny musí mít provozní řád schválený KÚ. Dále mohou tyto kompostárny přidávat kaly a VŽP pokud jsou povoleny.
- Pokud kompostárna přijímá VŽP tak buď musí mít hygienizační stanici, či musí VŽP přijmout už hygienizované, to se řídí EU předpisem o VŽP (Nařízení EP a Rady č. 1774/2002, o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu, které nejsou určeny pro lidskou spotřebu), a nelze to obejít.

(http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odpad/husakova_mzp_2017.pdf)



Organizace a technologie kompostování

- Domácí kompostování
- Komunitní kompostování
- Centrální kompostování



Domácí kompostování

- Odpad ze zahrad a kuchyňský bioodpad
- Podporováno obcemi a městy
- **a) na kompostových zakládkách**
 - *Kompostování na 1-3 zakládkách (krechtech)*
 - 1) Homogenizační překopávky čerstvého kompostu
 - 2) Po 3-6 měsících opětne překopání
 - 3) Po 9–12 měsících vyzrálý kompost
- **b) ve vhodných kompostérech**



Domácí kompostování



Vhodné založení základky kompostu



Domácí kompostování

Nevhodný způsob kompostování



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Centrální (průmyslové) kompostování

- Organizují obce, podnikatelské subjekty, zemědělské podniky
- Splnění vodohospodářských, hygienických a odpadářských předpisů
- Vodohospodářsky zabezpečená plocha
- Malé zařízení (do 150 t bioodpadu ročně)
- ČSN 465735 „Průmyslové komposty“



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Komponenty statkových kompostů

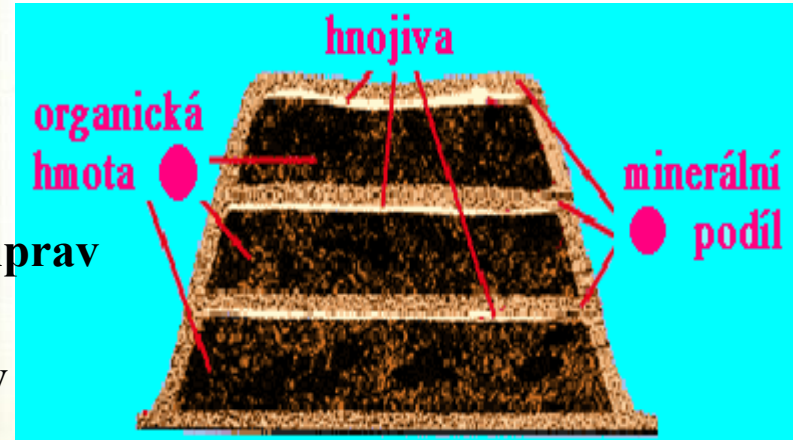
➤ Organický podíl:

- Sláma
- Znehodnocené krmivo
- Zbytky z posklizňových úprav
- Štěpka
- Další organické materiály

➤ Minerální podíl:

- Skrývková zemina
- Rybniční bahno
- Vyhnílé kaly
- Minerální podíl posklizňových úprav

➤ Vápnění + hnojiva



Komponenty průmyslových kompostů

- **Organický podíl:**
 - Vytríděný bioodpad
 - Čistírenský kal
 - Odpady potravinářského průmyslu
- **Minerální podíl:**
 - Sedimenty
 - Skrývková zemina
- **Mikrobiální substrát:**
 - Kejda, močůvka
 - Čistírenský kal
- **Vápnění + živiny**



Produkce kompostů

Zakládka = organický podíl (80 %) + ostatní složky (20 %)



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Produkce kompostů

Štěpkovače a drtiče



Produkce kompostů



Překopávače kompostů



Překopávače kompostů



Produkce kompostů

Rozkladná fáze = mineralizace

- zvýšení teploty (50-65 °C)
- hmotnostní úbytek 30 - 40 %



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Produkce kompostů

Fáze přeměny (přechodná fáze)

- hmotnostní úbytek 15 - 20 %
- zvýšení teploty (30-40 °C)

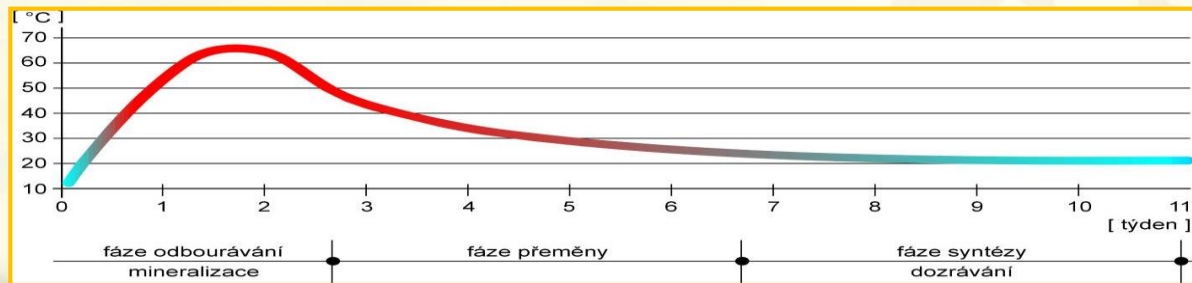


Česká zemědělská univerzita v Praze

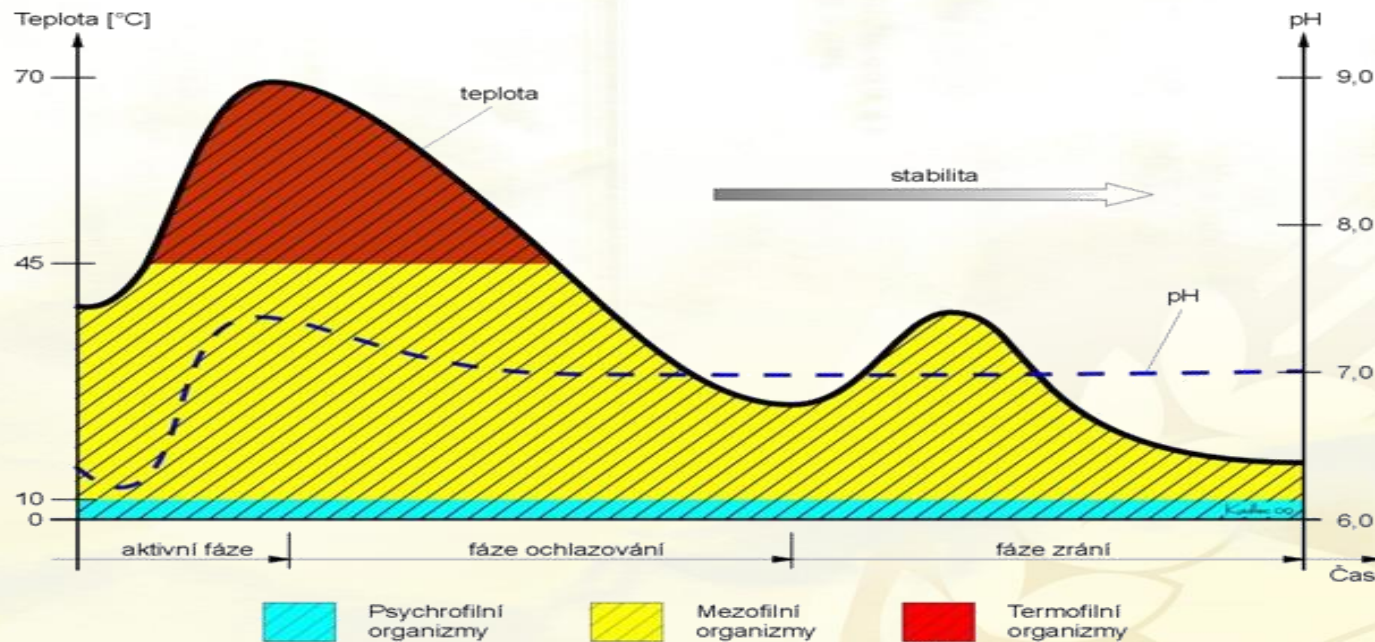
Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Průběh kompostování

- Rozkladná fáze
 - Intenzivní rozvoj bakterií a plísní
 - Rozklad lehce rozložitelných látek pomocí mezofilních bakterií (10 – 40°C) – trvá max. několik dní
 - Nástup termofilních bakterií (více než 40°C) – může trvat i několik týdnů
 - Význam vysoké teploty - rychlejší rozklad
 - termická dezinfekce materiálu
- Přechodná fáze - vyznačuje se pozvolným poklesem teploty až na 25°C, termofilní bakterie nahradí jiná skupina mikroorganismů (hlavně houby rozkládající lignin). Některé živiny jsou vázány do stabilnějších (semistabilních) organických látek.
- Dozrávací fáze - teplota klesá na hodnotu teploty okolí, dochází k vytvoření vazeb mezi anorganickými a organickými látkami a k tvorbě kvalitního a stabilního humusu



Průběh kompostování



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Průběh kompostování

Fáze stabilizace

- hmotnostní úbytek $< 10\%$
- teplota = (teplota prostředí)



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů



Průběh kompostování



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Prosévací zařízení a separátory



Technologie kompostování



Významné faktory kompostování

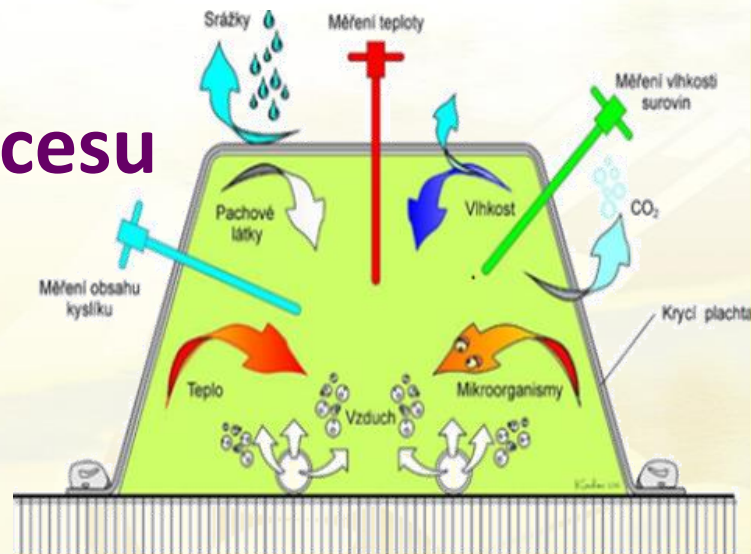
Závislé na surovinách

- Látky a živiny
- Hodnota pH
- Velikost částic a pórovitost

Vztažené k řízení procesu

- Obsah kyslíku/ CO_2
- Teplota
- Vlhkost

**Změna jednoho faktoru
často vede ke změnám jiných faktorů**



Významné faktory kompostování

Poměr C:N

- Bakteriální buňka (50 % C a 10 % N) → C:N 5:1
- 20 % C na stavbu těla a 80 % C oxidováno na CO_2 → 25:1
- Počáteční směs = C:N 30 - 35:1
- Kompost = C:N 15 - 20:1

Optimalizace poměru C:N

- Uhlíkaté materiály (kůra, piliny, hobliny, štěrka, sláma, papír)
- Dusíkaté materiály (čistírenské kaly, drůbeží exkrementy, kejda)



Významné faktory kompostování

Odpady	Poměr C : N
tráva mladá (krátká seč)	22 - 30 : 1
tráva z extenzivních ploch	30 - 40 : 1
stařina	40 - 60 : 1
listí	40 - 60 : 1
zelená štěpka	70 - 90 : 1
štěpka z průřezů	90 - 120 : 1
štěpka z kmenů	100 - 200 : 1
kůra jehličnatých stromů	100 - 120 : 1
kuchyňské odpady	20 - 30 : 1
papír	150 - 200 : 1
piliny, hobliny	120 - 200 : 1
králičí trus	15 : 1
zvířecí fekálie, drůbeží trus	8 - 10 : 1
koňský hnůj	15 - 25 : 1
sláma	100 - 120 : 1
čistírenské kaly	5 - 8 : 1
obsah kuchyňských lapolů	180 - 200 : 1



Významné faktory kompostování

Hodnota pH

- Rané stádium → pokles pH
- Termofilní fáze → nárůst pH a následná stabilizace
- Bloodpady s nízkým pH
- Přídavek vápence nebo popela (řešení zápachu)
- Přídavek P a Mg (+vápenec) ke gastroodpadu → tvorba krystalů struvitu $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (udržení vyššího pH a snížení ztrát NH_3)



Významné faktory kompostování

Velikost částic a pórovitost

- Jemnější částice (větší povrch) → lepší přístupnost pro mikroorganismy → vyšší uvolňování N a P
- Naplněnost pórů vzduchem 35 až 50 %
- Příliš malá pórovitost → anaerobní podmínky a zápach
- Vysoká pórovitost (velké rozměry částic) → nízká teplota během kompostování

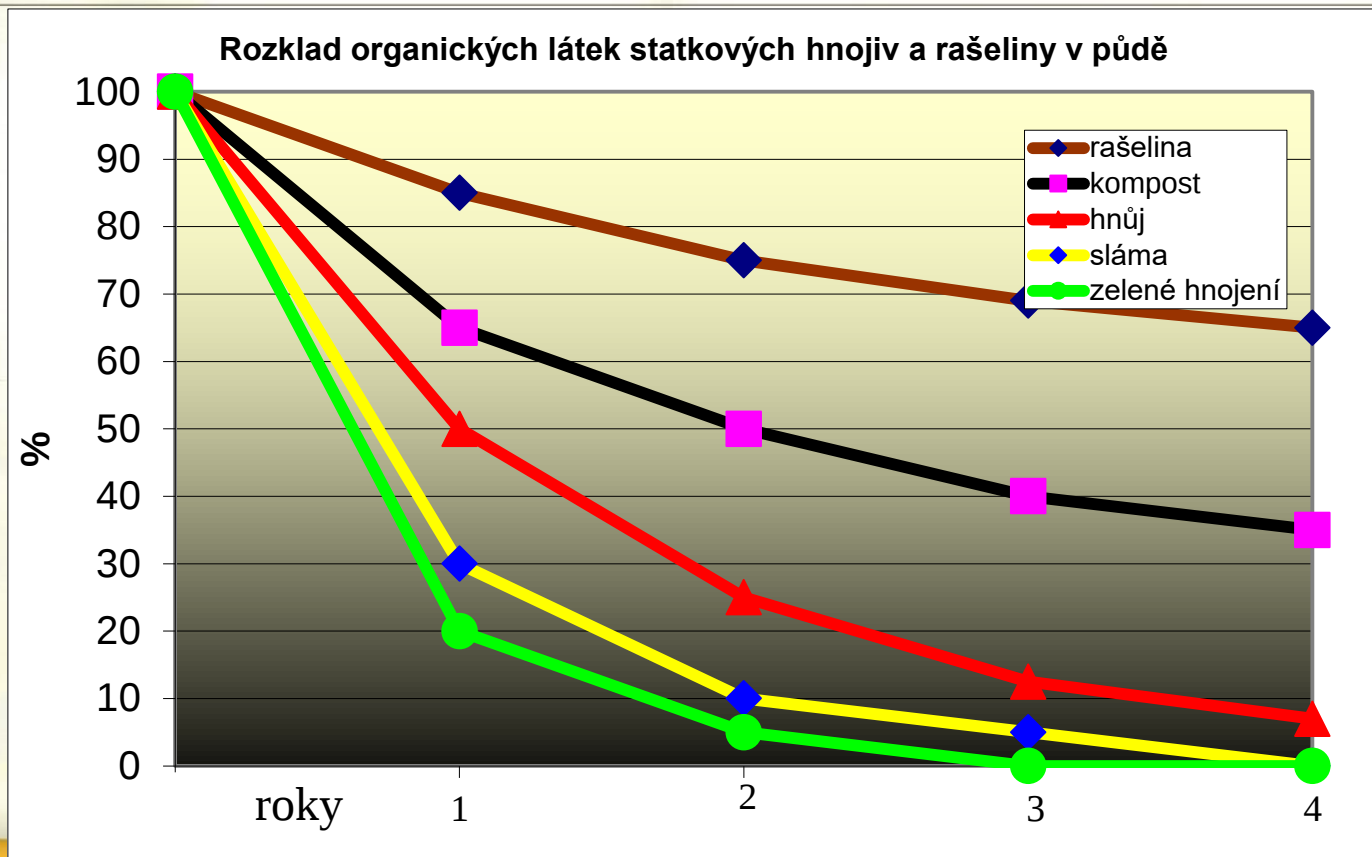


Organická hmota v kompostu

- Vyšší stupeň humifikace (vytvářením huminových látek s rostoucí molekulární hmotností, aromatickými vlastnostmi, obsahem kyslíku, dusíku a funkčních skupin) → vyšší agronomická hodnota kompostu
- $C_{HK} \uparrow$, $C_{FK} \downarrow$, $C_{org. (H_2O)} \downarrow$
- Stabilizované komposty: $C_{FK} \leq 1,25 \%$, $C_{EX} \leq 6,0 \%$, a poměr $C_{EX}/C_{org. (H_2O)} \geq 6$
- Ukazatele stupně humifikace:
 - humifikační poměr: $C_{EX}/C_{org} \times 100 (> 7,0)$
 - humifikační index: $C_{HK}/C_{org} \times 100 (> 3,5)$
 - procento huminových kyselin: $C_{HK}/C_{EX} \times 100 (> 50)$
 - index polymerizace: $C_{HA}/C_{FA} (> 1,0)$
 - humifikační index: $C_{NL}/(C_{HK} + C_{FK}) (< 1,0)$



Organická hmota v kompostu



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Složení kompostu

Kompost (%)	OL	N	P, Mg	K	Ca	Sušina
Dobrý	40	1,0	0,3	0,6	0,4	50
Špatný	<25	<0,5	<0,1	<0,3	0,3	30



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Legislativní předpisy

- **Vyhláška č. 377/2013 Sb.**, o skladování a způsobu používání hnojiv
- **Vyhláška č. 474/2000 Sb.**, o stanovení požadavků na hnojiva

**Legislativní předpisy jsou uvedeny jako samostatná příloha e-learningové podpory
předmětu Agronomické využití odpadů**



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

