VYUŽITÍ VERMIKOMPOSTOVÁNÍ KE ZPRACOVÁNÍ BIOODPADŮ

ALEŠ HANČ

KATEDRA AGROENVIRONMENTÁLNÍ CHEMIE A VÝŽIVY ROSTLIN

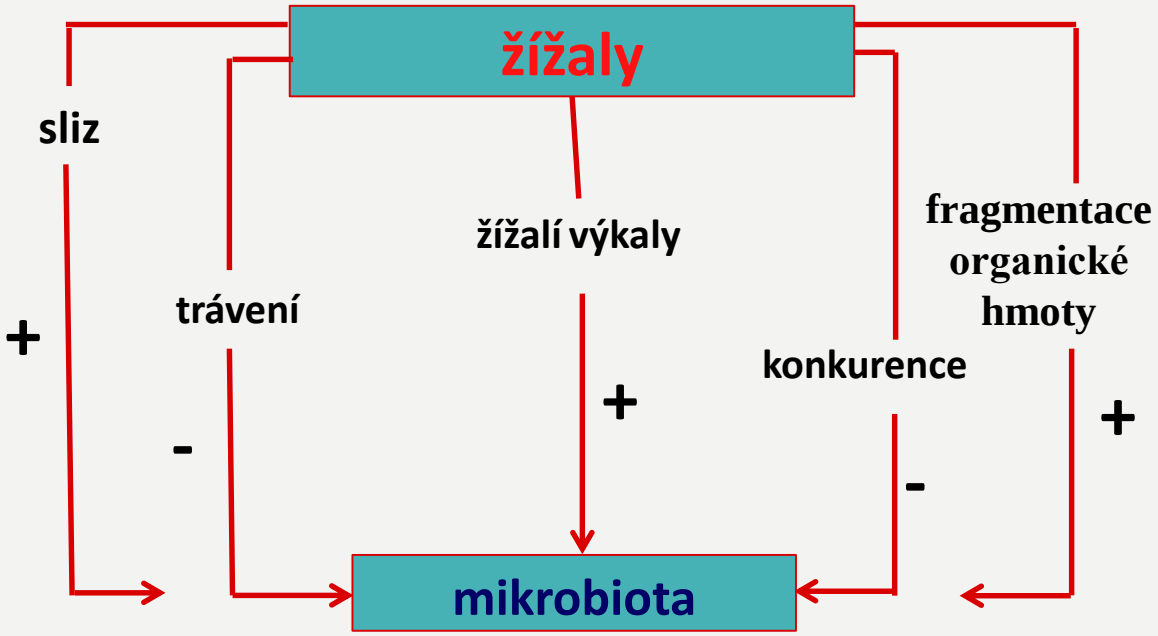
ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

VERMIKOMPOSTOVÁNÍ

- Využívá interakce mezi intenzivní činností žížal a mikroorganismů

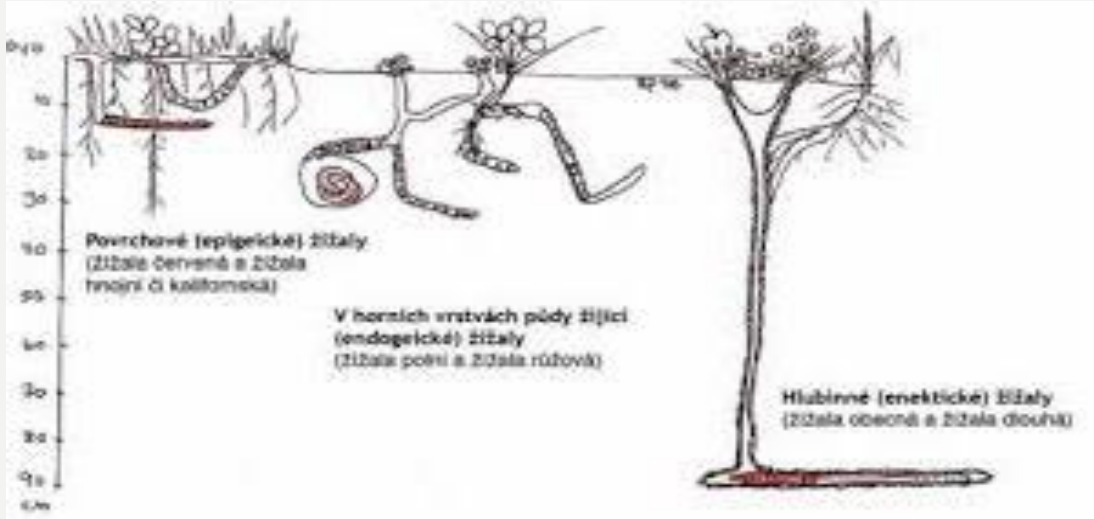
- Žížaly - překopávání, fragmentace a aerace, nárůst povrchové plochy částic → výrazné zvýšení mikrobiální aktivity (aktivní fáze)

- Mikroorganismy - biochemický rozklad organické hmoty (následují po žížalách – fáze zrání)



Kladné (+) a záporné (-) vlivy žížal na mikrobiální biomasu a její aktivitu

ŽÍŽALY



Pommeresche et al. (2010)

- Epigeické druhy žížal používané pro vermikompostování (celosvětově nejčastěji)
- *Eisenia andrei* (Bouché, 1972)
- *Eisenia fetida* (Savigny, 1826)
- *Dendrobena veneta* (Rosa, 1886)
- *Perionyx excavatus* (Perrier, 1872)
- *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867)

Eisenia andrei	
Počet kokonů za den	0,35 až 0,5
Průměrná velikost kokonu	4,8 mm x 2,8 mm
Počet žížalek v kokonu	2,5 až 3,8
Inkubační doba	18 až 26 dní
Dosažení dospělosti (od vylíhnutí)	21 až 28 dní
Velikost dospělé žížaly	4-8 mm x 50-100 mm
Hmotnost dospělé žížaly	cca 0,5 g
Barva	červená
Životní cyklus	45 až 51 dní
Teplota prostředí	0 °C až 35 °C
Vlhkost prostředí	70 % až 90 %

Dominguez a Edwards (2011)

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PROCES

- Teplota
- Vlhkost
- Přístup vzduchu
- Hodnota pH
- Přítomnost látek nevhodných pro žížaly
- Druh surovin

TEPLOTA

- Ideální teplota pro žížaly rodu *Eisenia* mezi 15 až 25°C (Edwards, 1998; Rostami, 2011)
- Nižší hodnoty → vyšší konzumace potravy
- Vyšší hodnoty → lepší reprodukce žížal
- < 10°C a > 25°C → výrazné snížení produktivity
- < 0°C → kritická teplota. Přežití kokonů žížal rodu *Eisenia* po nějakou dobu i ve zcela zmrzlém prostředí (Georg, 2004)
- Nepřijatelné > 35°C (hlavně nepřímý vliv) – zvýšení mikrobiální aktivity → snížení obsahu kyslíku (Neuhauser et al., 1988) → žížaly opouštějí své prostředí a začínají hynout
- Vermikompostování bez termofilní fáze → odlišnost od klasického kompostování

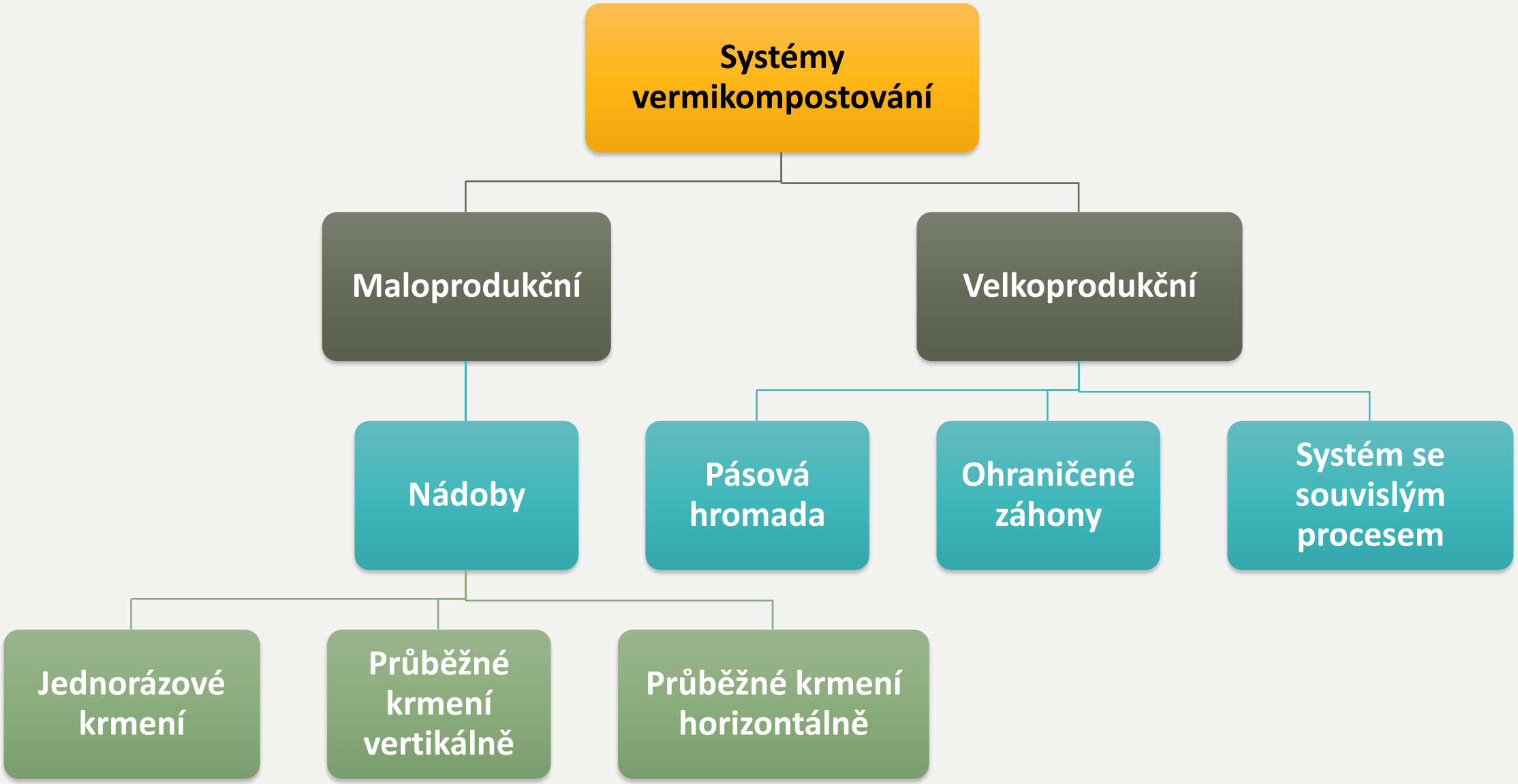
VLHKOST A VZDUCH

Žížaly obsahují přibližně 70 - 90 % vody a dýchají celým povrchem těla

- Vlhkost
- 50 až 90 %, optimální pro růst žížal 80 – 90 %

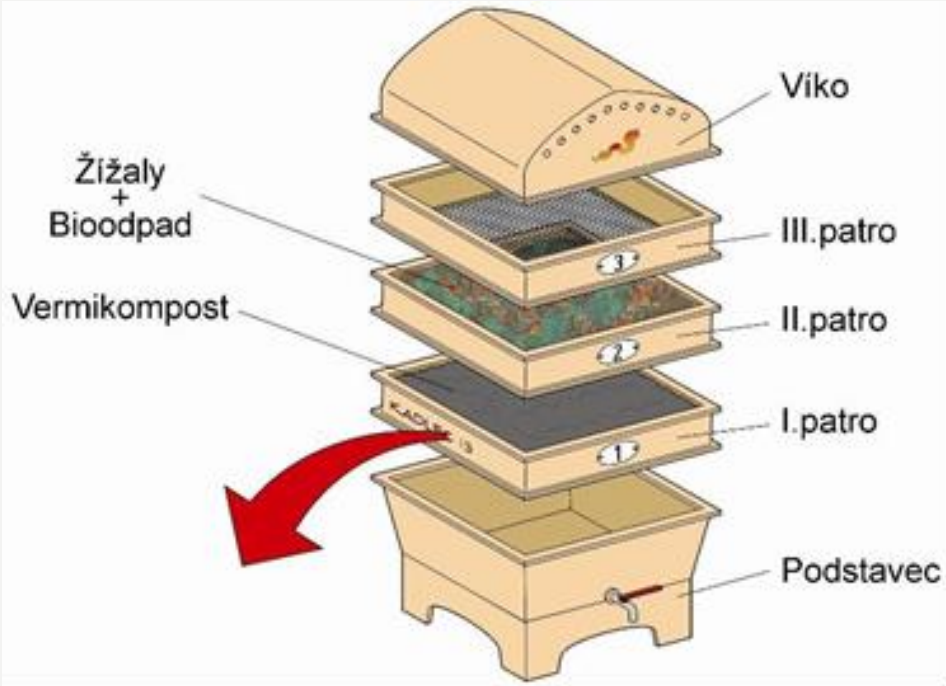
X

- Přístup vzduchu
- Schopny využívat i rozpuštěný O_2 ve vodě (Munroe, 2009)

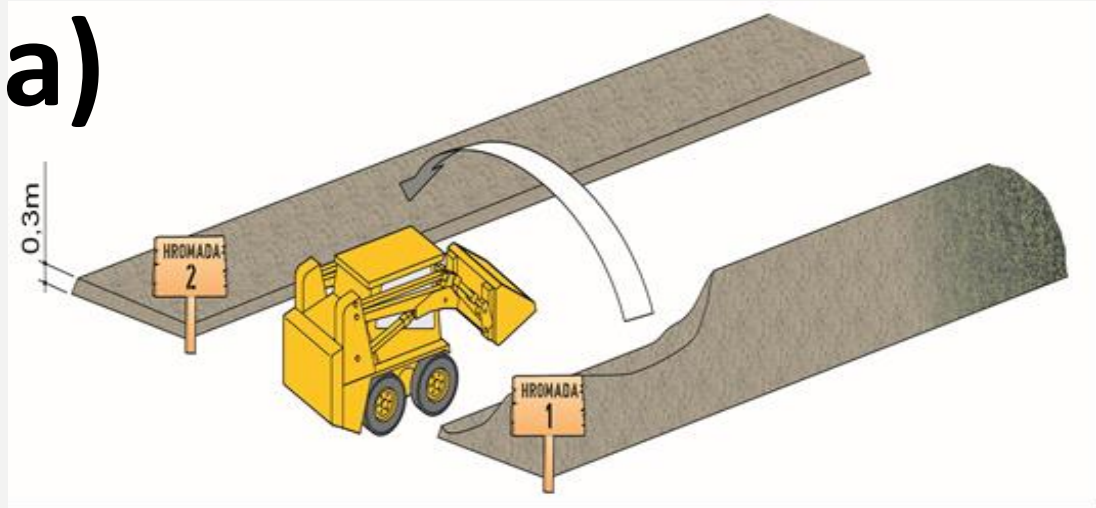

Systémy vermikompostování
Maloprodukční
Velkoprodukční
Nádoby
Pásová hromada
Ohraničené záhony
Systém se souvislým procesem
Jednorázové krmení
Průběžné krmení vertikálně
Průběžné krmení horizontálně

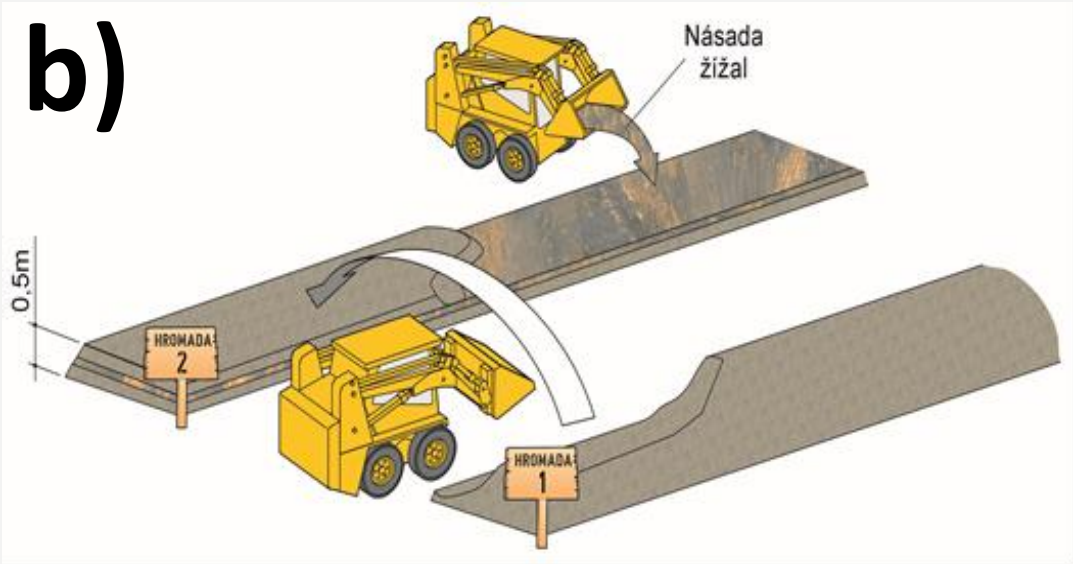
MALOPRODUKČNÍ VERMIKOMPOSTÉRY

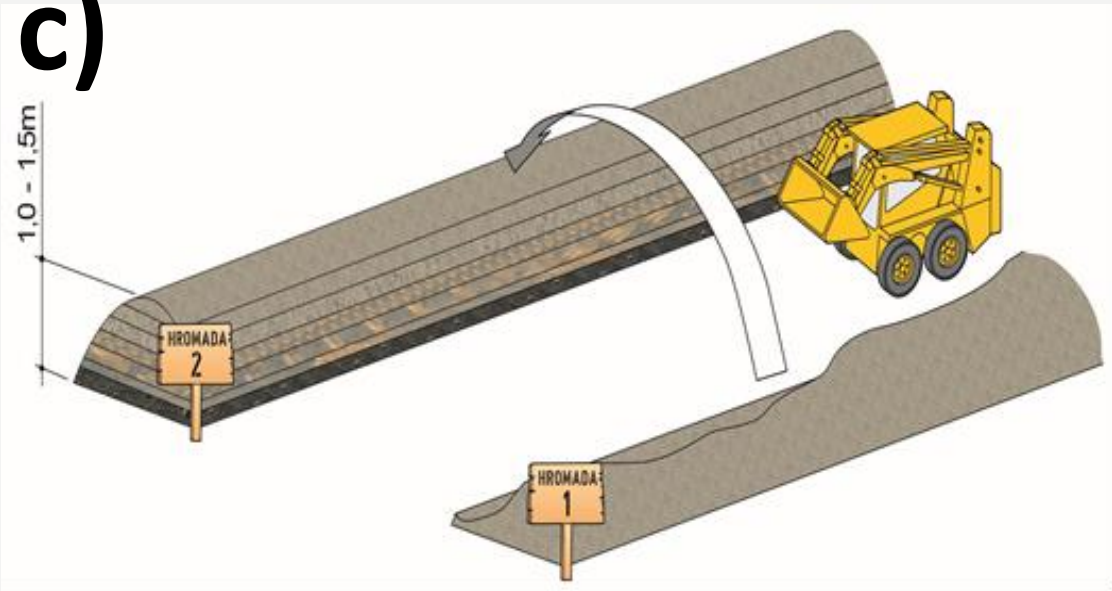
https://www.mapko.cz/ - MAPA KOMUNITNÍCH ZAHRAD A KOMPOSTÉRŮ

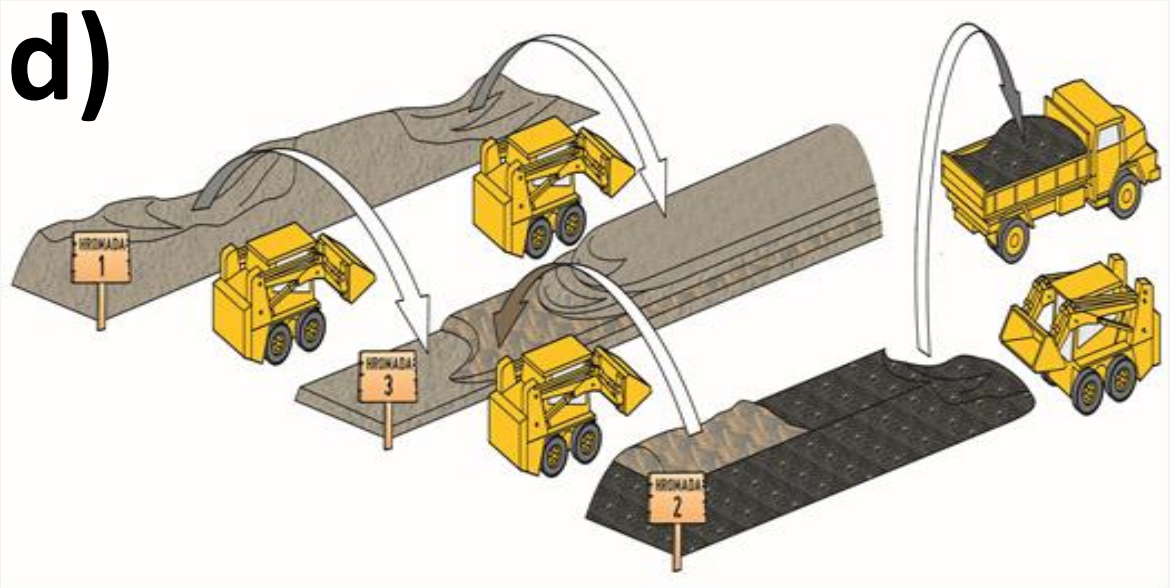


VERMIKOMPOSTOVÁNÍ V PÁSOVÉ HROMADĚ









PŘÍKLADY Z PRAXE:
VERMIKOMPOSTOVÁNÍ BIOLOGICKY ROZLOŽITELNÉHO KOMUNÁLNÍHO ODPADU

Uherský Brod

Strážnice

VERMIKOMPOSTOVÁNÍ ČISTÍRENSKÝCH KALŮ A ZAHRAD. BIOODPADU - VELKÁ NAD VELIČKOU

VERMIKOMPOSTOVÁNÍ LIHOVARSKÝCH VÝPALKŮ V PÁLENICI

VERMIKOMPOSTOVÁNÍ HNOJE V ZOO PRAHA

VERMIKOMPOSTOVÁNÍ STARÉ SILÁŽE

VERMIKOMPOSTOVÁNÍ MATOLINY

Běžně používané způsoby nakládání s matolinou

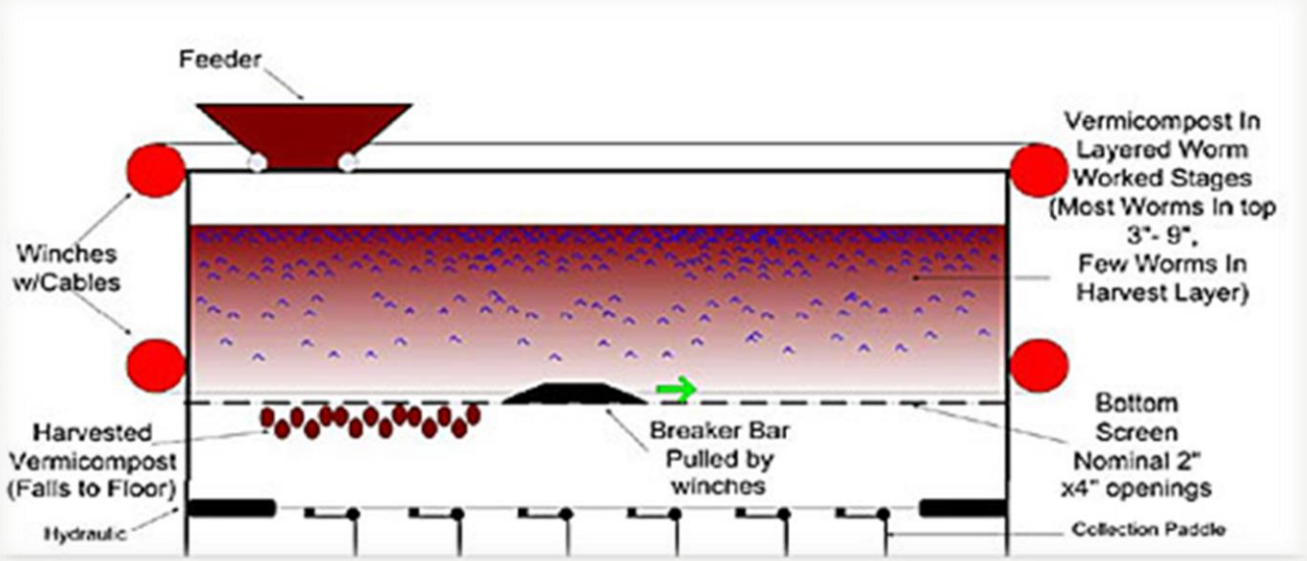
Skládkování

Aplikace do vinic – velký objem, pH = 4, klíčení hroznových zrn

Výhody vermikompostu z matoliny

- Nízké náklady na výrobu
- Snížení objemu na ¼
- pH = 8
- Zralý a stabilní produkt
- Vyšší obsah živin, huminových látek, enzymů a růstových hormonů
- Lepší zdravotní stav vinic
- **Téměř nulová klíčivost zrn**

VÝROBA VERMIKOMPOSTU ABSDORF, RAKOUSKO



DVOUMODULOVÝ VERMIREAKTOR - MENZA ČZU

http://www.caoh.cz/data/intranet/certifikovana-metodika-vermikompostovani.pdf

ČSN 46 5736 VERMIKOMPOSTY

Tabulka 1 – Kvalitativní znaky a obsah živin ve vermikompostu

Znak jakosti	Hodnota
Vlhkost v %	50 až 70
Spalitelné látky ve vysušeném vzorku v %	min 35,0
Celkový dusík jako N přepočtený na vysušený vzorek v %	min. 1,0
Poměr C:N	max. 30
Hodnota pH	od 6,0 do 9,0
Nerozložitelné příměsi v %	max. 2,0
Celkový P_2O_5 v sušině %	min. 0,6
Celkový K_2O v sušině %	min. 1,0

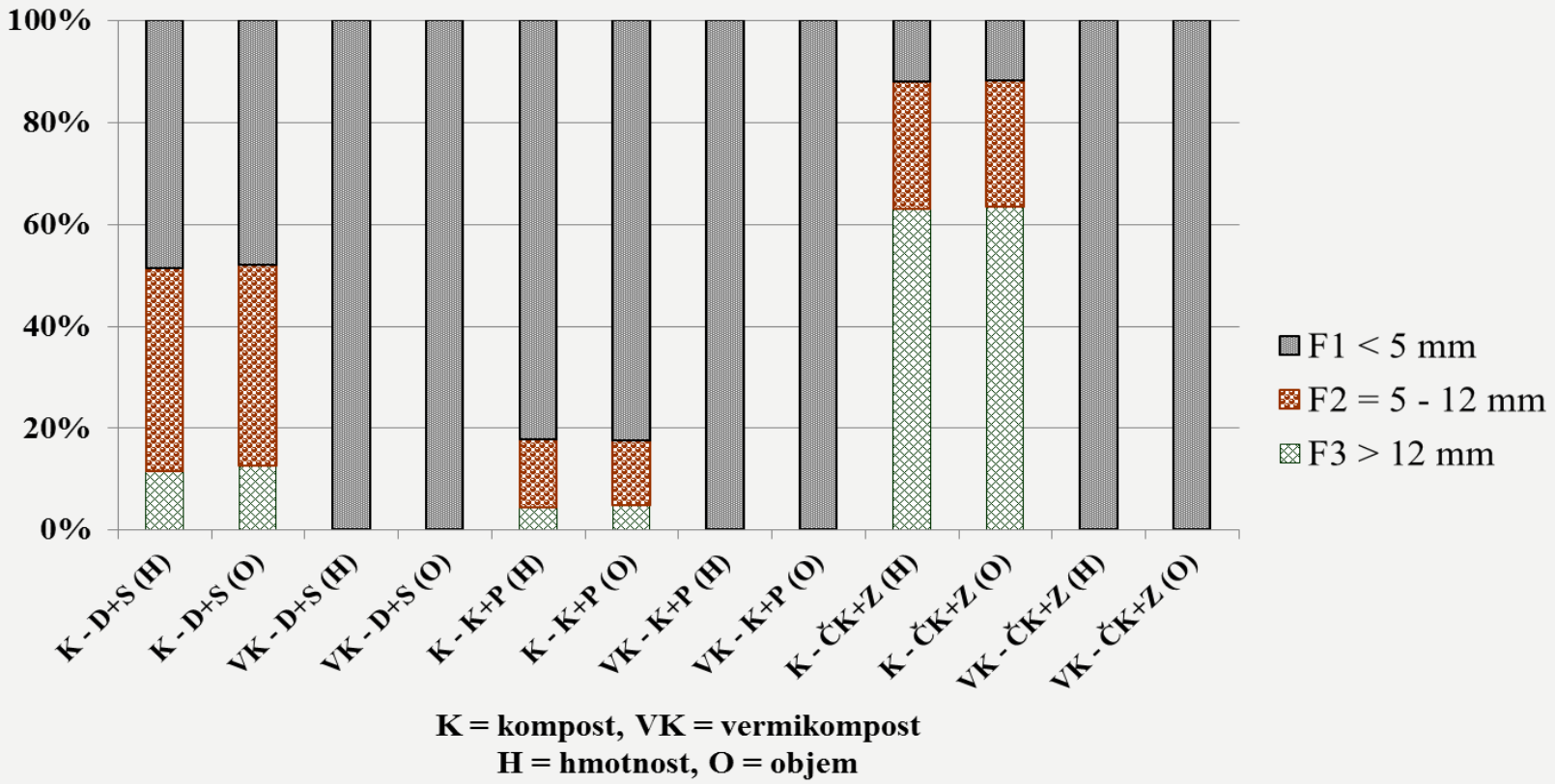
Tabulka 2 – Nejvyšší přípustná množství rizikových prvků v mg na 1 kg vysušeného vzorku

Rizikový prvek	Nejvyšší přípustné množství v mg na 1 kg vysušeného vzorku
As	20
Cd	2,0
Cr	100
Cu	150
Hg	1,0
Mo	20
Ni	50
Pb	100
Zn	600
ZDROJ: Vyhláška č. 474/2000 Sb., ve znění vyhlášky č. 131/2014 Sb. Příloha č. 1 k vyhlášce č. 474/2000 Sb., bod 2 písmeno b)	

SPECIFICKÉ VLASTNOSTI VERMIKOMPOSTU

- **Zrnitostní složení**

Zastoupení velikostních frakcí částic v kompostech a vermikompostech (hm. a obj. %)

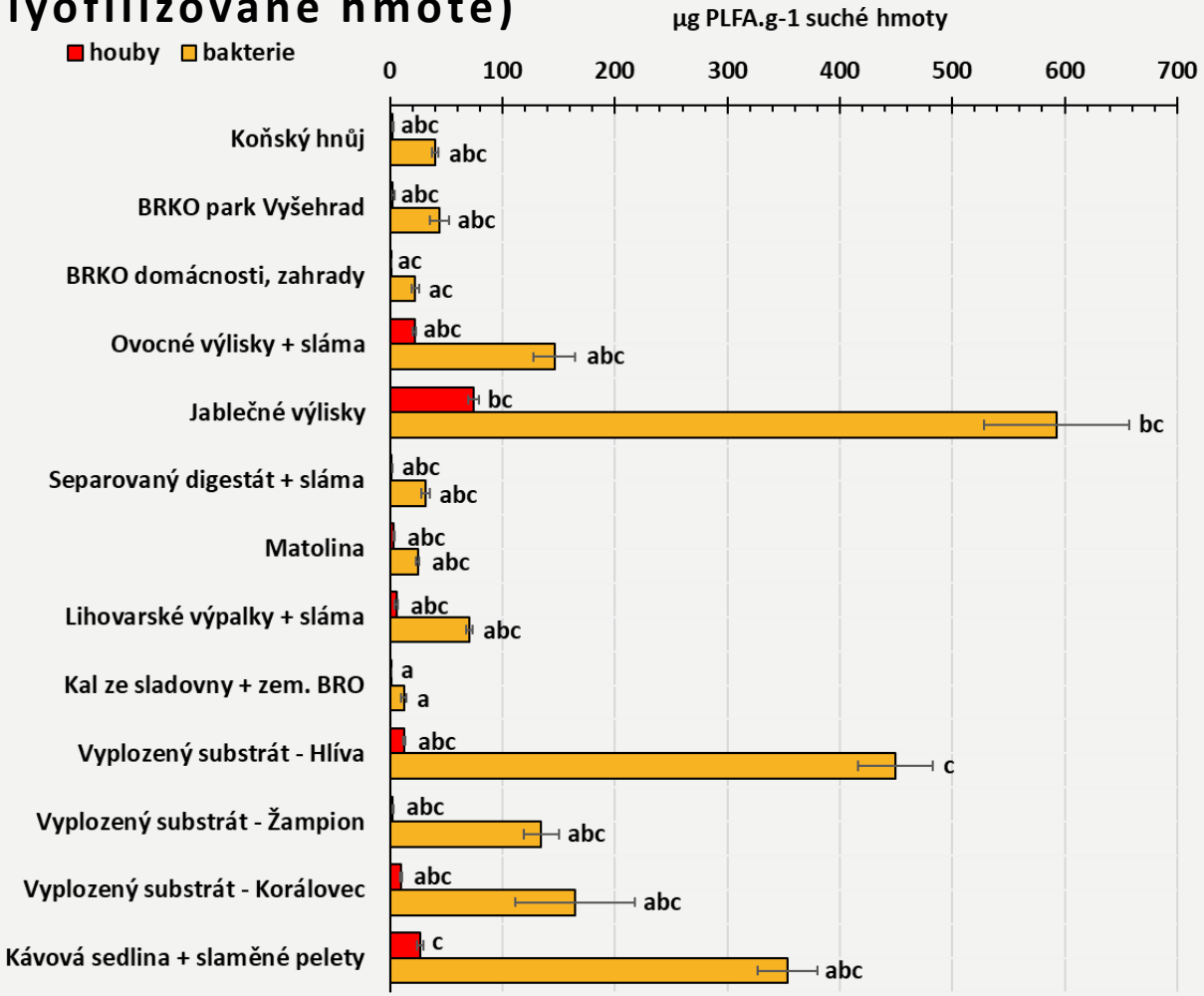


Hanc, A., Dreslova M. 2015. Effect of composting and vermicomposting on properties of particle size fractions. In: „Proceedings of the International Conference on Solid Wastes 2015“, Hong Kong SAR, P. R. China: 376-379.

SPECIFICKÉ VLASTNOSTI VERMIKOMPOSTU

- **Mikroorganismy** **(1 g vermikompostu – 180 mil. bakterií, 2,8 mil. aktinomycet, 200 tis. hub)**

Obsah bakterií a hub v jednotlivých vermikompostech, vyprodukovaných z různých surovin, pocházejících z laboratorních a provozních experimentů (obsah PLFA v lyofilizované hmotě)



SPECIFICKÉ VLASTNOSTI VERMIKOMPOSTU

- **Enzymy**

oxidoreduktázy a hydrolázy

(nitrát reduktáza, lakáza, Mn-peroxidáza, lipáza, kyselá fosfatáza, arylsulfatáza, chitináza, ß-D-glukosidáza, cellobiohydroláza, ureáza, leucin aminopeptidáza, alanin aminopeptidáza)

- **Rostlinné růstové hormony**

auxiny (3,8 ppm ve vermikompostu) – pro prodlužovací růst a větvení kořenů, adsorpce některých zástupců auxinů na molekulách huminových kyselin

gibereliny (2,75 ppm ve vermik.) – stimulace klíčení, prodlužovací růst

cytokininy (1,05 ppm ve vermik.) – podpora pupenů, rozvětvování stonků, zpomalení stárnutí

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Změny enzymatické aktivity a metody jejího stanovení během procesu vermikompostování v systému průběžného krmení

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Aleš Hanč a kol.

Praha 2018

SPECIFICKÉ VLASTNOSTI VERMIKOMPOSTU

- **Huminové látky**

Waste Management 99 (2019) 1–11

Contents lists available at ScienceDirect

Waste Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman

Characterization of humic acids in a continuous-feeding vermicomposting system with horse manure

Ales Hanc [a,*,1], Vojtech Enev [b,1], Tereza Hrebeckova [a], Martina Klucakova [b], Miloslav Pekar [b]

[a] Department of Agro-Environmental Chemistry and Plant Nutrition, Czech University of Life Sciences Prague, Kamycka 129, 165 00, Prague 6, Czech Republic
[b] Materials Research Centre, Faculty of Chemistry, Brno University of Technology, Purkynova 118, Brno 612 00, Czech Republic

ARTICLE INFO

Article history:
Received 6 June 2019
Revised 16 August 2019
Accepted 19 August 2019

Keywords:
Humic acids
Chemical and spectroscopic techniques
Vermicomposting
Continuous-feeding system
Horse manure

ABSTRACT

The increasing numbers of kept horses create problems with processing horse manure as important local waste. This work was focused on horse manure vermicomposting in a real-field continuous-feeding system under controlled conditions, and on the complex study of the maturity and stability of the produced vermicompost. Commonly used simple indicators such as the C/N ratio, $N\text{-}NH_4^+/N\text{-}NO_3^-$ ratio, DOC or ion exchange capacity, and also more advanced spectroscopic and thermoanalytic techniques were used and applied on the humic substances isolated from the vermicompost during its maturation (12 months in total). When compared with the original horse manure, vermicomposting decreased the aliphatic, protein-like, and polysaccharide humic components, whereas vermicomposting increased the aromaticity and contents of oxygen-containing functional groups. The typical tryptophan-like fluorophores in the manure, corresponding to the freshly produced organic matter of biological or microbial origin, were progressively transformed to humic-like fluorophores during vermicomposting. The most thermally labile humic fraction disappeared quickly during the very early vermicomposting stages. The results of spectroscopic and thermogravimetric analyses suggest that stable and mature vermicompost was produced after 6–9 months of vermicomposting, which was also supported by biologically-based maturity indicators.
© 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

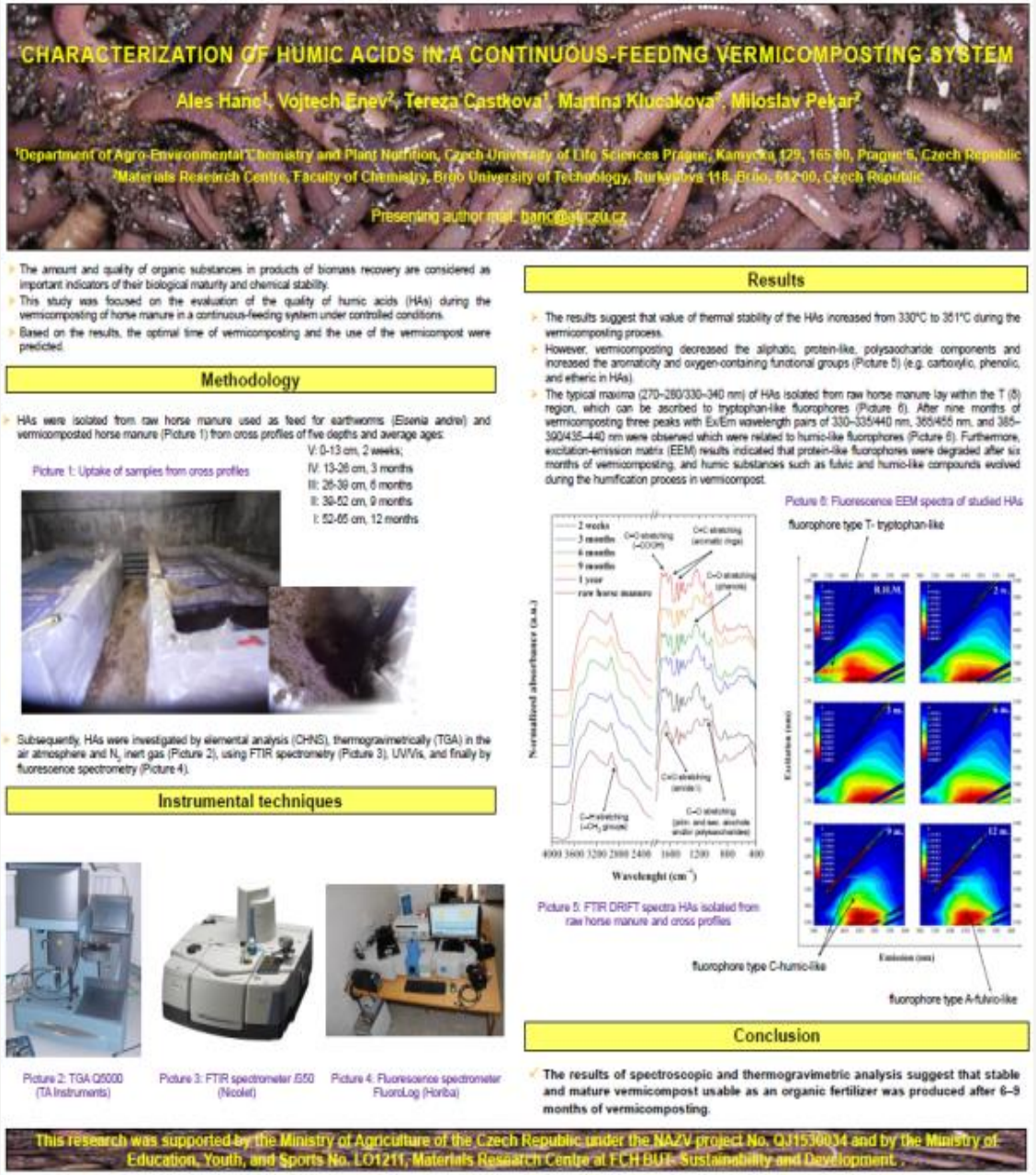
The global horse population is about 58 million (FAOSTAT, 2018). The increasing numbers of horses kept within or near urban areas creates environmental problems, as there is a lack of arable land for spreading manure and insufficient methods or capacity for manure storage (Hadin et al., 2016). Manure is typically applied to soils as fertilizer for agricultural production due to its favorable physico-chemical properties. However, manure is also considered as an environmental pollutant (He et al., 2016). Leaching or runoff of nitrogen and phosphorus impair both ground - and surface waters (Hooda et al., 2000). Manure can also increase global climate change via emissions of methane and nitrous oxide (Leytem et al., 2011).

Manure has little stability (Moral et al., 2005), but it is very suitable for composting or vermicomposting. Garg et al. (2005) studied the effect of various animal wastes (manures) on the growth and reproduction of an epigeic earthworm *Eisenia foetida* under identical laboratory conditions. The net biomass gain/earthworm in different animal manures was in the order of: sheep > donkey > buffalo > goat ≈ cow ≈ horse > camel. The number of cocoons produced per earthworm per day in different wastes was in the order: sheep > cow ≈ horse ≈ goat > camel > donkey > buffalo. The increase in the number of earthworms was 39.5-fold in horse manure and 26-fold in cow manure. Stability can be distinguished as temporary (caused by, for example, lack of water in the raw material) or permanent (creation of stable humic substances). The amount and especially the quality of organic substances in products of biomass recovery are considered as important indicators of their biological maturity and chemical stability (Peev et al., 2017). The humified fraction of organic matter is resistant to microbial degradation, and thus is important for maintaining long-term soil fertility (Bernal et al., 2009).

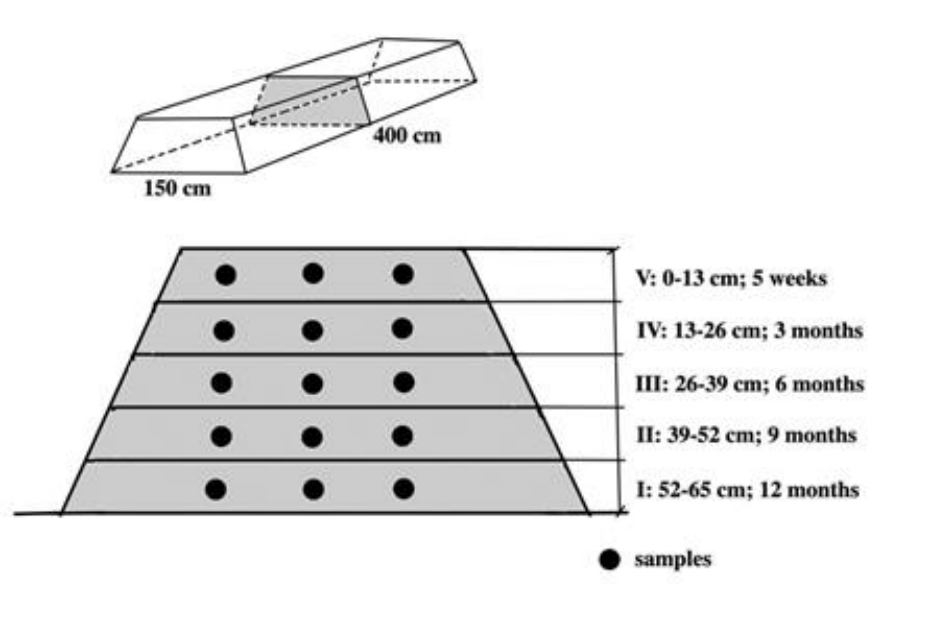
Immature and slightly stabilized "compost or vermicompost" can cause many problems when stored and used. Oxygen-free spaces are formed, which in turn spontaneously smell and produce substances toxic to plants. Continued decomposition of these unstable materials after their application to the soil has a negative influence on plant growth due to decreasing oxygen and/or available nitrogen with associated phytotoxic effects (Jeong et al., 2017). They also release nutrients more quickly and can promote the re-development of pathogenic microorganisms. Immature

* Corresponding author.
E-mail address: hanc@af.czu.cz (A. Hanc).
[1] These authors contributed equally to this work.

https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.032
0956-053X/© 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved.



VERMIKOMPOSTOVÁNÍ KOŇSKÉHO HNOJE



Layer	Number [in 1 kg]	Earthworm biomass [g kg^{-1}]
V	1586 ± 140.71^{b}	156.80 ± 20.66^{b}
IV	508 ± 406.40^{ab}	52.20 ± 34.76^{ab}
III	38 ± 6.80^{ab}	2.14 ± 0.81^{ab}
II	28 ± 7.42^{ab}	1.04 ± 0.08^{ab}
I	3 ± 2.39^{a}	0.07 ± 0.06^{a}

Layer	Dry matter [%]	Volatile solids [%]	pH/H_2O	EC [µS cm^{-1}]	N_{tot} [%]	C/N
V	33.7 ± 0.28 ^{b}	56.4 ± 0.71 ^{a}	7.75 ± 0.04 ^{b}	1444 ± 111.5 ^{a}	1.40 ± 0.05 ^{a}	19.3 ± 0.61 ^{c}
IV	31.1 ± 0.72 ^{ab}	52.6 ± 1.02 ^{ab}	7.83 ± 0.03 ^{ab}	1838 ± 85.2 ^{ab}	1.71 ± 0.12 ^{a}	15.4 ± 0.51 ^{b}
III	32.5 ± 0.71 ^{ab}	51.5 ± 2.41 ^{ab}	7.98 ± 0.03 ^{ab}	1959 ± 5.7 ^{b}	1.82 ± 0.07 ^{a}	13.0 ± 0.20 ^{a}
II	29.9 ± 0.39 ^{ab}	49.7 ± 0.29 ^{ab}	8.18 ± 0.06 ^{ab}	1862 ± 48.0 ^{ab}	1.78 ± 0.04 ^{a}	13.7 ± 0.19 ^{a}
I	28.4 ± 0.38 ^{a}	46.7 ± 1.41 ^{b}	8.74 ± 0.04 ^{a}	1635 ± 21.0 ^{ab}	1.78 ± 0.03 ^{a}	13.1 ± 0.19 ^{a}

Layer	N-NH_4^+ [mg kg^{-1}]	N-NH_4^+/N-NO_3^-	DOC [mg kg^{-1}]	IEC [mmol$_+$ 100 g^{-1}]	IEC/C_{tot}
V	169.7 ± 55.7 ^{a}	0.23 ± 0.10 ^{a}	8282 ± 474 ^{a}	22.73 ± 9.29 ^{a}	1.00 ± 0.42 ^{a}
IV	101.0 ± 42.9 ^{a}	0.08 ± 0.04 ^{a}	7585 ± 289 ^{a}	25.60 ± 8.09 ^{a}	1.07 ± 0.34 ^{a}
III	91.4 ± 1.3 ^{a}	0.05 ± 0.00 ^{a}	7242 ± 144 ^{a}	27.53 ± 9.36 ^{a}	1.25 ± 0.39 ^{a}
II	85.2 ± 2.8 ^{a}	0.04 ± 0.01 ^{a}	6617 ± 331 ^{a}	28.26 ± 9.18 ^{a}	1.33 ± 0.40 ^{a}
I	84.5 ± 15.0 ^{a}	0.04 ± 0.01 ^{a}	6292 ± 407 ^{a}	28.03 ± 3.05 ^{a}	1.40 ± 0.13 ^{a}

Problematika vermikompostování je řešena v rámci projektu NAZV QK1910095
Využití vermikompostování k eliminaci mikropolutantů za účelem bezpečné aplikace čistírenského kalu na zemědělskou půdu

DĚKUJI ZA POZORNOST