

EKONOMICKÉ ASPEKTY APLIKACE KOMPOSTŮ

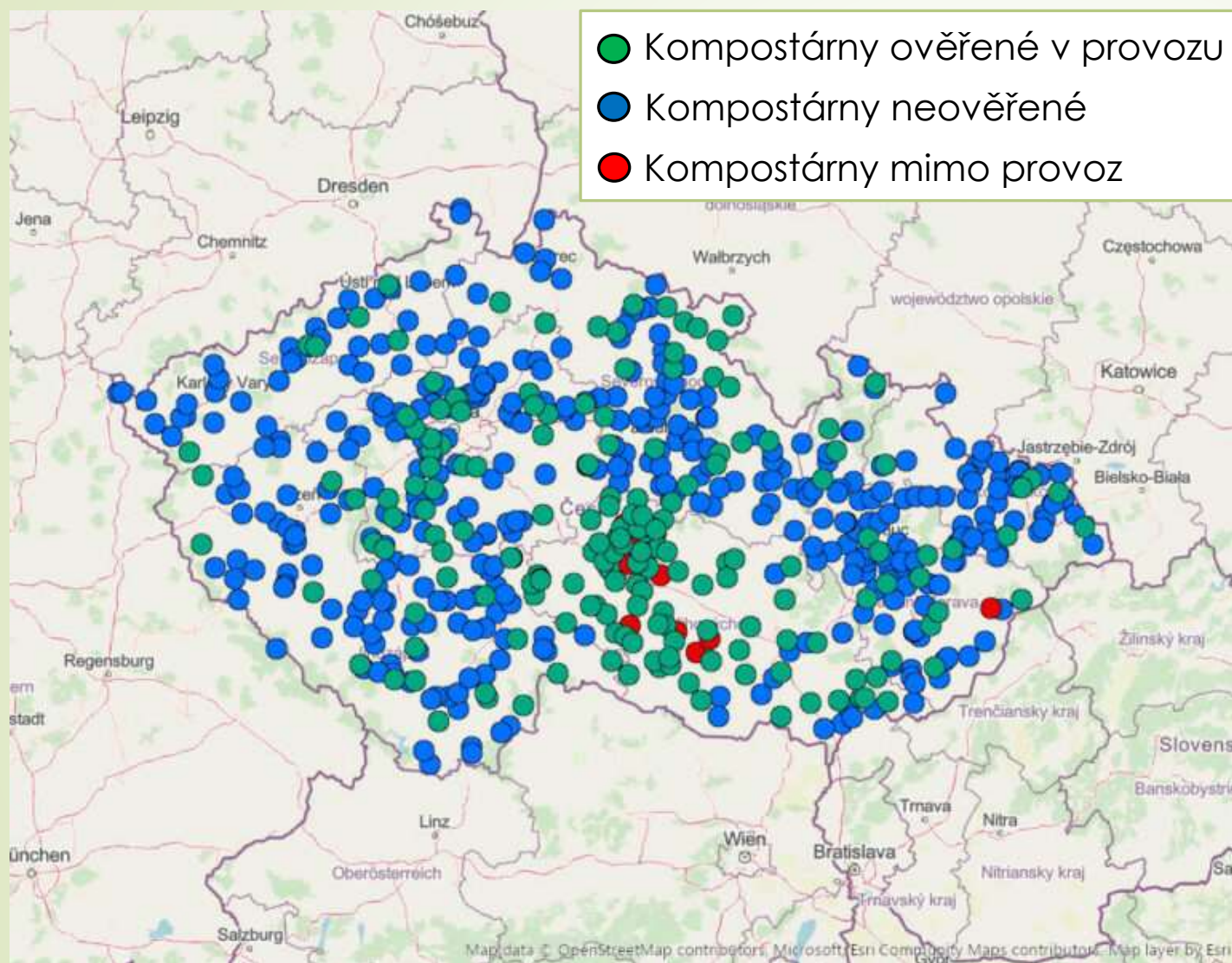
Aleš Hanč^a, Tereza Hřebečková^a, Milan Hrčka^{a,b}, Marian Humplík^{b,c}



^a Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin
Česká zemědělská univerzita v Praze

^b ZERS spol. s r. o., Neškaredice 95, 284 01 Kutná Hora

^c Kompostářská asociace, Úholičky 251, 252 64 Úholičky



Síť komunitních kompostáren Jilemnicko



Název kompostárny	Síť komunitních kompostáren Jilemnicko
IČZ	CZL
Rok aktualizace	2020
V provozu (ano/ne/neexistuje)	
GPS	N50°32,09133 E15°34,32950
ORP - obec s rozšířenou působností	Semily
Adresa (místo provozu)	k. ú. Horní Rokytnice nad Jizerou - p. č. 1867 k. ú. Bukovina u Čisté - p. č. 139/6 k. ú. Vítkovice v Krkonoších - p. č. 548/1 k. ú. Horní Branná - p. č. 3386 k. ú. Roztoky u Jilemnice - p. č. 117315 k. ú. Jilemnice - p. č. 2212/2
Kontaktní osoba	Ing. Radka Paulů
Rok zahájení provozu	2012
Schválená kapacita (provozní řád) (t.rok-1)	4 200

Kvalitativní kritéria pro hodnocení kompostu

A. Humifikovaná organická hmota

Ztráty organické hmoty vyjádřené během kompostování vybraných surovin (v % pův. hmoty vyjádřeno jako $C_{org.}$)

Druh surovin	Typ kompostování	Ztráty org. hmoty	Reference
Hovězí hnůj	Překopávaná pásová hromada	46 - 62 %	Eghball et al. (1997)
Hovězí hnůj		67 %	Larney et al. (2006)
Hovězí hnůj z hluboké slamnaté podestýlky		53 %	Hao et al. (2004)
Hovězí hnůj z hluboké štěpkové podestýlky		35 %	Hao et al. (2004)
Hovězí hnůj s pilinami a hoblinami		63 %	Changa et al. (2003)
Hovězí hnůj se slámou		64 %	Changa et al. (2003)
Prasečí hnůj s hoblinami a pilinami		52 %	Changa et al. (2003)
Drůbeží trus s výpalky z bavlny	Plošná nepřekopávaná hromada	52 %	Paredes et al. (1996)
Prasečí hnůj se stonky kukuřice	Překopávaná pásová hromada	50 - 72 %	Tiquia et al. (2000)
Prasečí hnůj se stonky kukuřice	Nepřekopávaná pásová hromada	30 - 54 %	Tiquia et al. (2000)

Druh surovin	Typ kompostování	Ztráty org. hmoty	Reference
Bloodpad z farmy	Překopávaná pásová hromada	27 %	Raj a Antil (2011)
Čistírenský kal		44 %	
Výpalky		41 %	
Výlisky z cukrové třtiny		45 %	
Drůbeží trus		43 %	
Separovaný digestát se slámou	Zateplený kompostér s přirozenou ventilací	37 %	Bustamante et al. (2013)
Separovaný digestát s matolinou		8 %	
Separovaný digestát se štěpkou z vinné révy		20 %	
Separovaný digestát s rostlinnými zbytky		14 %	

Způsoby vyjádření organické hmoty

- Jednoduché parametry (spalitelné látky, C_{org}) až po složité analýzy
- Vyšší stupeň humifikace (vytvářením huminových látek s rostoucí molekulární hmotností, aromatickými vlastnostmi, obsahem kyslíku, dusíku a funkčních skupin)
→ vyšší agronomická hodnota kompostu
- $C_{HK} \uparrow$, $C_{FK} \downarrow$, $DOC \downarrow$
- Stabilizované komposty: $C_{FK} \leq 1,25 \%$, $C_{EX} \leq 6,0 \%$, a poměr $C_{EX}/DOC \geq 6$
- 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: $C_{HK}/C_{FK} (> 1,0)$
 - humifikační index: $C_{NL}/(C_{HK} + C_{FK}) (< 1,0)$
 - (C_{EX} - alkalicky extrahovatelný organický uhlík; C_{NL} – nehuminové látky)

Kvalitativní kritéria pro hodnocení kompostu

B. Obsahy živin v kompostech

- Ztráty dusíku – negativní vliv na kompostovací proces, problémy v oblasti zdraví a životního prostředí
- Ztráty jsou způsobeny zejména:
 1. **únikem amoniaku** - vytváření NH_4^+ v kompostu, odštěpení H^+ a tvorba NH_3 , dále konverze NH_3 v kompostu na plyn a únik NH_3 v plynné formě do atmosféry:
$$\text{NH}_4^+(\text{kompost}) \leftrightarrow \text{NH}_3(\text{kompost}) + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{NH}_3(\text{plyn}) \leftrightarrow \text{NH}_3(\text{atmosféra})$$
 2. **vyplavováním** – v pozdějších fázích kompostování ve formě NO_3^- . Omezení ztrát: snížením vlhkosti kompostovaného materiálu, adekvátním systémem ochrany před deštěm (zakrytí nebo kompostování v halách) a vybudováním sběru a recirkulace vytékajícího výluhu.
 3. **denitrifikací** – výsledek tvorby nepříznivých anaerobních podmínek v kompostovaném materiálu; N_2O - potenciál globálního ohřevu 298x vyšší než CO_2 ; důležitý faktor při ztenčování ozonové vrstvy (Ravishankara et al., 2009)

Obsahy vybraných živin v surovinách a v konečných kompostech – stručný přehled jednotlivých typů

Materiál (převažující)	Druh	N _{celk.} (%)	P _{celk.} (%)	K _{celk.} (%)	Ca _{celk.} (%)	Mg _{celk.} (%)	Poznámka	Reference
Hovězí hnůj	Surovina	1,08	0,43	0,10	0,99	0,43	V sušině, překopávaná pásová hromada	Eghball et al. (1997)
	Kompost	0,87	0,53	0,10	1,17	0,51		
Hovězí hnůj	Surovina	1,67	0,45	-	-	-	V sušině, celkem 3 překopávky	Parkinson et al. (2004)
	Kompost	2,27	0,79	-	-	-		
Zelený odpad (listí a větve)	Surovina	1,00	0,06	0,57	0,68	0,31	V sušině, kompostování 1 měsíc, každodenní překopávka	Zhang a Sun (2014)
	Kompost	3,10	0,29	0,64	1,31	0,52		
Zelený odpad (listí a větve)	Surovina	1,25	0,06	0,33	0,64	0,38	V sušině, kompostování 1 měsíc, každodenní překopávka	Zhang a Sun (2015)
	Kompost	2,27	0,12	0,30	1,01	0,55		
Separovaný digestát (3/4 hmot.) a 1/4 přídavky	Surovina (samotný separ. digestát)	2,67	3,1	1,1	2,7	0,7	V sušině, kompostování 10 týdnů	Bustamante et al. (2013)
	Kompost (průměr)	3,0	3,3	1,2	4,6	2,65		
Přírodní střívka, ovčí hnůj a listí (5:2:3)	Surovina	1,44	0,81	-	-	-	V sušině, kompostování 7 týdnů	Makan (2015)
	Kompost	1,61	0,39	0,60	0,59	1,28		

Složení kvalitního kompostu

- **$N_{\text{tot.}}$ 1,5 – 2 % v suš.**

- Až 90 % N je v kompostu vázáno v organických látkách, které podléhají v půdě mineralizaci.
- Významný je v kompostu obsah dusičnanové (nitrátové) formy N.

- **$P_{\text{tot.}}$ až 0,7 % v suš.** - v kompostech na bázi surovin bohatých na fosfor (např. čistírenský kal) **více**

- Podíl fosforu přijatelného pro rostliny může být až 40 %.

- **$K_{\text{tot.}}$ od 0,4 % v suš.** u méně kvalitního kompostu – 1,2 % u kvalitního kompostu

- Okamžitá dostupnost K převyšuje 60 %.

Kvalitativní kritéria pro hodnocení kompostu

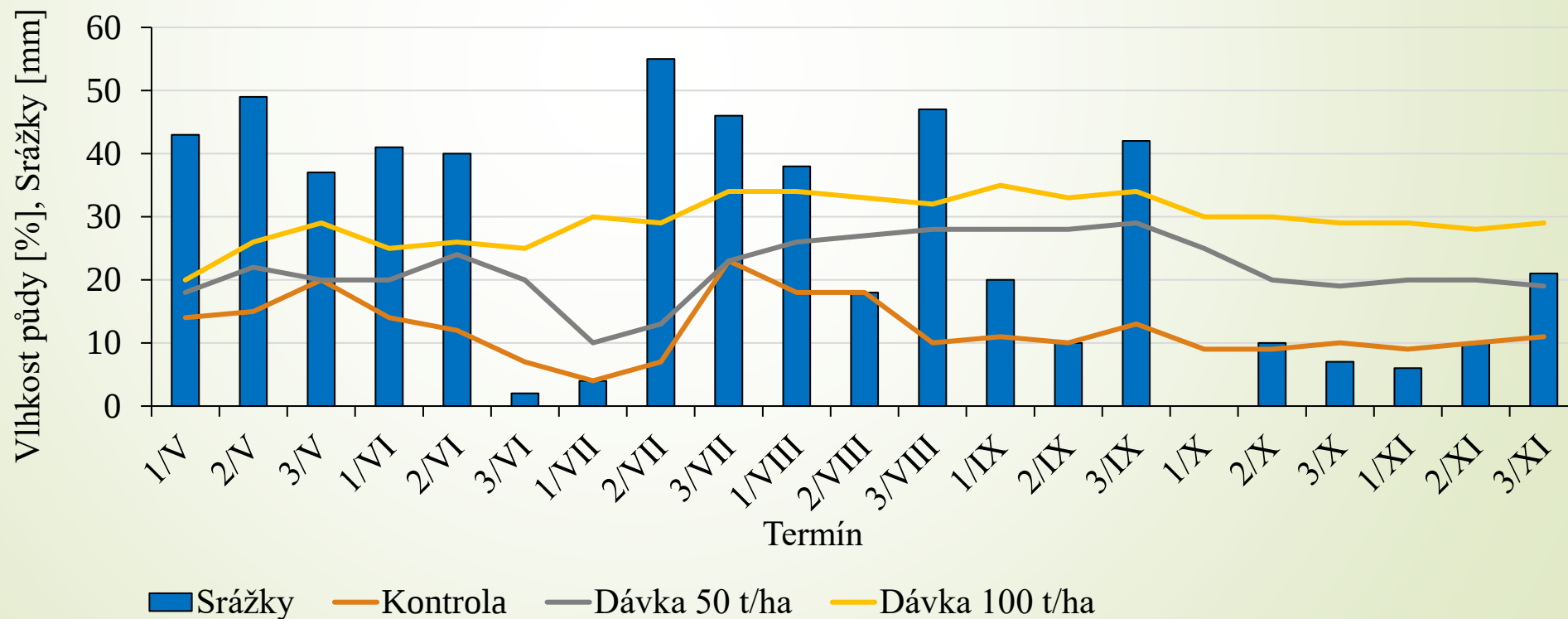
C. Stabilita a zralost kompostu

- Nestabilní (nezralé) komposty
 - Mohou zapáchat
 - Fytotoxické látky
 - Pokračující rozklad v půdě
 - Rychlejší uvolňování živin ➡ opětovný rozvoj patogenních mikroorganismů
- Stabilní (zralé) komposty
 - Významné sorpční a iontovýměnné vlastnosti
 - Stabilní humusové látky
 - Nezapáchají
- Kritéria:
 - Fyzikální
 - Chemická
 - Biologická
 - Indikátory mikrobiální aktivity
 - Charakteristika mikrobiální biomasy
 - Fytotoxicita
 - Ostatní (test růstu žíval, klíčivost semen plevelů)

Vliv kompostu na fyzikální a chemické vlastnosti půdy

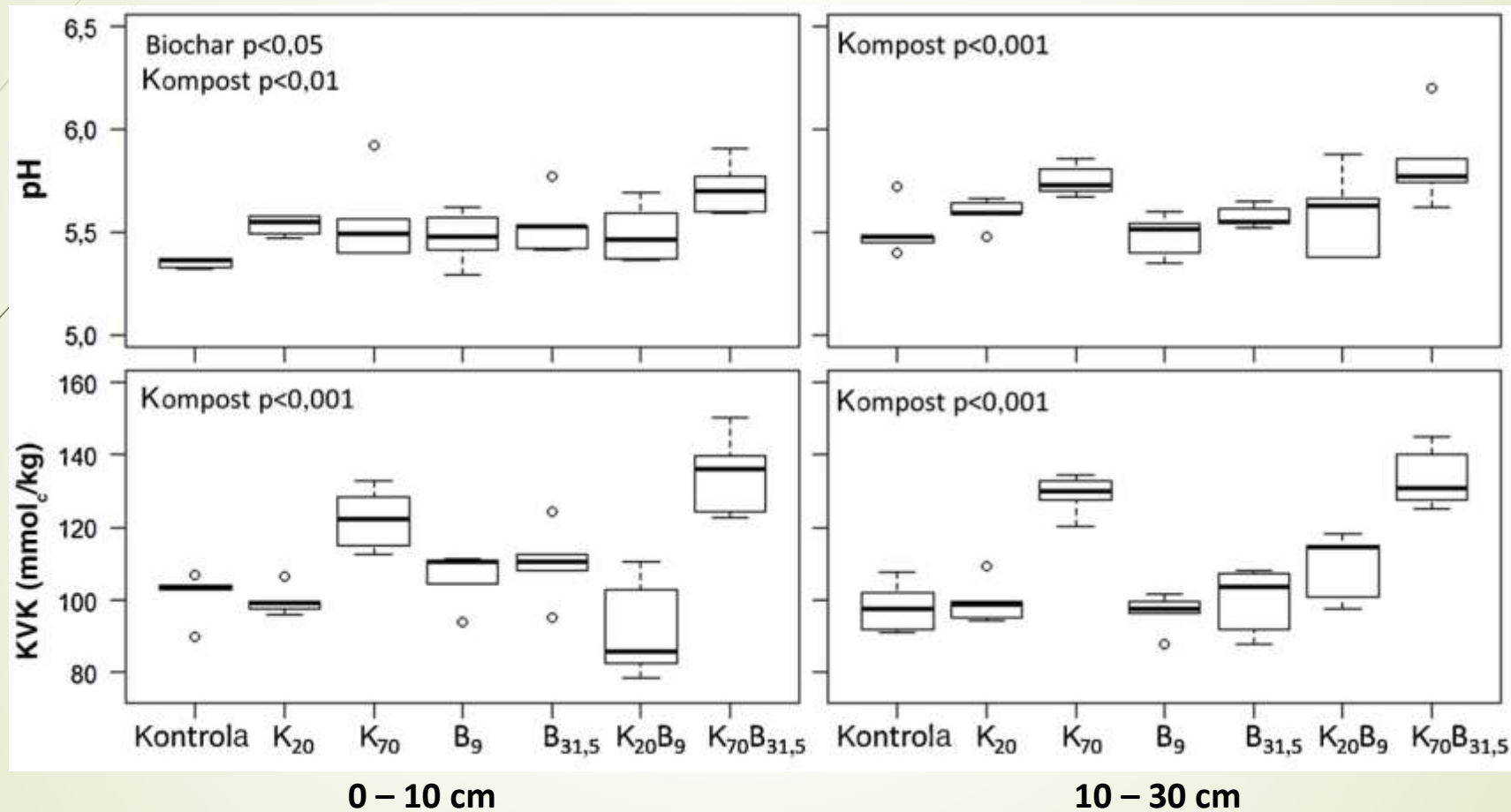
- Půdní struktura: kompost snižuje objemovou hmotnost těžké půdy, zvyšuje pórovitost a provzdušněnost
- Parametry spojené s vodou: půdy mají po aplikaci kompostu lepší schopnost zadržovat vodu, což se projevuje, jak v období sucha, tak i v době vysokého množství srážek

Vliv dávky kompostu na retenční schopnost půd



pH a kationtová výměnná kapacita (KVK)

Graf hladin pH a KVK s hodnotami p indikujícími významné účinky ošetření zjištěné analýzou rozptylu (ANOVA).



Legenda: K₂₀ = 20 t kompostu / ha⁻¹; K₇₀ = 70 t kompostu ha⁻¹; B₉ = 9 t biocharu / ha⁻¹; B_{31,5} = 31,5 t biocharu / ha⁻¹.

Obsah makro a mikroprvků

- Pokus ÚKZÚZ v Lípě u Havlíčkova Brodu
- Víceletý pokus na porovnání hnojivé účinnosti digestátů, kejdy a kompostu
- Kompostem bylo každý rok na podzim dodáno $240 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, což je při obsahu 1,2 % N 20 t kompostu v sušině na ha
- Při průměrné vlhkosti kompostu 69 % to bylo $29 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ kompostu v čerstvé hmotě. Po druhé rotaci 6 – ti honného osevního sledu (po 12 letech) došlo v půdě ke zvýšení přístupných obsahů makroelementů extrahovaných činidlem Mehlich III ve srovnání s nehnojenou kontrolou o 73 % u P, o 132 % u K, o 46 % u Ca a o 42 % u Mg.

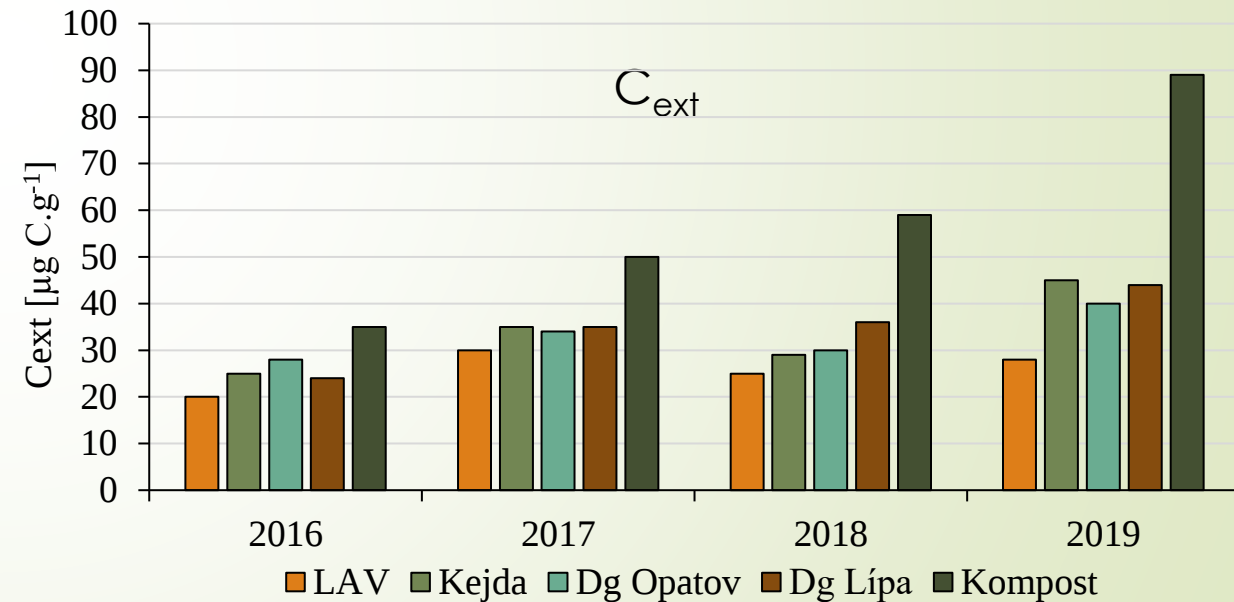
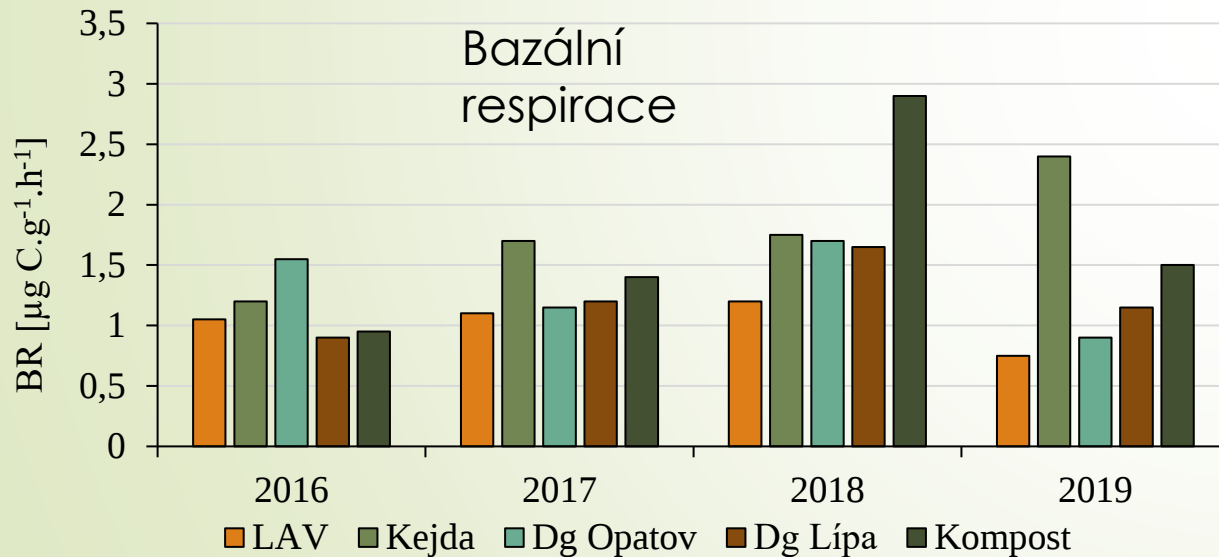
Varianty hnojení	pH/CaCl ₂	Obsah přístupných živin [mg/kg]			
		P	K	Ca	Mg
1. Nehnojeno	5,6 Slk	45	75	1 492	84
2. LAV	5,5 K	43	78	1 414	86
3. Kejda Lípa	6,0 Slk	38	92	1 728	118
4. DG Lípa	6,1 Slk	42	115	1 779	116
5. DG Opatov	6,1 Slk	45	133	1 815	98
6. Kompost	6,5 Slk	78	174	2 183	119

Legenda: Kategorie živin

nízký	vyhovující	dobrý	vysoký	velmi vysoký
-------	------------	-------	--------	--------------

Zlepšení biologických vlastností půdy

- Pokusy ÚKZÚZ na stanovišti Jaroměřice nad Rokytnou
- Dva týdny po každoročním hnojení byla u varianty s kompostem v 5. a 6. roce od založení pokusu zjištěna vysoká hodnota bazální respirace ($3,0$ a $1,5 \mu\text{g C.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$), který kladně koreloval s C_{ext} stanoveným v $0,5 \text{ M K}_2\text{SO}_4$.
- Kompost dokázal relativně stabilně zvyšovat frakci organické hmoty (tvořenou např. aminokyselinami a jednoduchými cukry), která je pak přístupná jako snadno využitelný zdroj C a energie pro půdní mikroorganismy



Průměrný obsah základních živin v kompostu produkovaného kompostárnami a průměrný obsah živin v hovězím hnůj

	Kompost Kutná Hora	Kompost Buchlovice	Kompost Mýto	Hovězí hnůj
	Obsah v čerstvém stavu v %			
Sušina	48	36	62	24
Organické látky	29			17
N celk.	1,56	1,07	1,17	0,48
P	1,07	0,35	0,32	0,11
K	0,44	0,34	1,14	0,52
Ca	2,75	1,13		0,37
Mg	0,41	0,17	0,28	0,08

Surovinová skladba zemědělského kompostu **Kutná Hora:**

- čistírenské kaly 40 % hm.
- biologicky rozložitelný komunální odpad 50 % hm.
- popel ze spalování biomasy (zvlhčený) 5 % hm.
- sláma 5 % hm.

Surovinová skladba zemědělského kompostu **Buchlovice a Mýto:**

- biologicky rozložitelný komunální odpad

Ceny minerálních hnojiv

říjen 2023

pokles ceny hnojiva v 2. pololetí 2023
na % (ve srovnání s 2. pololetím 2022)

Hnojivo	živina	% živiny	kg živin v t	kg čisté živiny v t	Kč/t hnojiva	Kč/kg živiny
Ledek	N	27	270	270	7990	30
DAM	N	39	390	390	8790	23
SA	N	21	210	210	7490	36
NPK	N	15	150	150	11990	38
	P	15	150 (P ₂ O ₅)	65,4		
	K	15	150 (K ₂ O)	124,5		
Amofos	P	52	520 (P ₂ O ₅)	226,72	15490	45
	N	12	120	120		
TSP	P	45	450 (P ₂ O ₅)	196	12690	65
Draselná sůl	K	60	600 (K ₂ O)	498	11590	23
Kieserit	Mg	15	150	150	7990	53
Vápnitý dolomit	Mg	40	400 (MgCO ₃)	114	1990	6
	Ca	50	500 (CaCO ₃)	200		

37

39

44

56

57

46

45

61

100

Přepočet ceny živin v minerálních hnojivech na cenu živin v kompostu **Buchlovice**

- Kalkulace cen při aplikaci kompostu 30 tun/ha o sušině **36 %**

Živina	Dodání živin do půdy při aplikaci kompostu [kg/ha]	Ceny minerálních hnojiv [Kč/kg]	Celková cena za minerální živiny [Kč]	Celková cena za živiny v kompostu	Úspora při aplikaci kompostu proti minerálním hnojivům
N	321	30	9 630	500 Kč/ t x 30 tun kompostu	19 500,- Kč
P	105	50	5 250		-
K	102	23	3 060		15 000,- Kč
Mg	52	30	1 560		
Celkem			19 500	15 000 Kč/ha	4 500 Kč/ha + organická hmota

Přepočet ceny živin v minerálních hnojivech na cenu živin v kompostu **Mýto**

- Kalkulace cen při aplikaci kompostu 30 tun/ha o sušině **62 %**

Živina	Dodání živin do půdy při aplikaci kompostu [kg/ha]	Ceny minerálních hnojiv [Kč/kg]	Celková cena za minerální živiny [Kč]	Celková cena za živiny v kompostu	Úspora při aplikaci kompostu proti minerálním hnojivům
N	358	30	10 740	500 Kč/ t x 30 tun kompostu	26 131,- Kč - 15 000,- Kč
P	96	50	4 800		
K	347	23	7 981		
Mg	87	30	2 610		
Celkem			26 131	15 000 Kč/ha	11 131 Kč/ha + organická hmota



Děkuji za
pozornost

Příspěvek byl zpracován v rámci projektu NAZV č. QK1910095.