



Výživářské zkoušky ÚKZÚZ
1972 - 2022



Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Poznatky z dlouhodobých výživářských zkoušek ÚKZÚZ a jejich využití pro zemědělskou praxi

Michaela Smatanová, Ivana Komprsová, Silvie Jančíková, Jaroslav Hynšt



Česká technologická
platforma pro zemědělství



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ



Zemědělský svaz
České republiky



VÚRV
Výzkumný ústav
rostlinné výroby

Poznatky pro udržitelné zemědělství

Dlouhodobé stacionární výživářské pokusy ÚKZÚZ



- 4 pokusy na orné půdě, r. založení 1972 a mladší
- 1 pokus ověřující stupňování živin vliv závlahy r. založení 1978, Lednice na Moravě
- 1 travní stacionár, r. založení 1969, Závěšín u Mariánských Lázní
- síť lyzimetrických stanovišť - sběračů na 10 lokalitách (průsak živin)
- Celkem 1390 parcel -> 7,8 ha



výstupy a měření nezávislé a objektivní



metodiky stacionárů beze změn



precizní a přesná pokusnická práce zkušebních stanic



archivace dat, každoročně rozšiřovaná (výnosy, analýzy půd a rostlin)



těsná návaznost na vlastní laboratoře (vývoj metod...)



archivace půdních vzorků

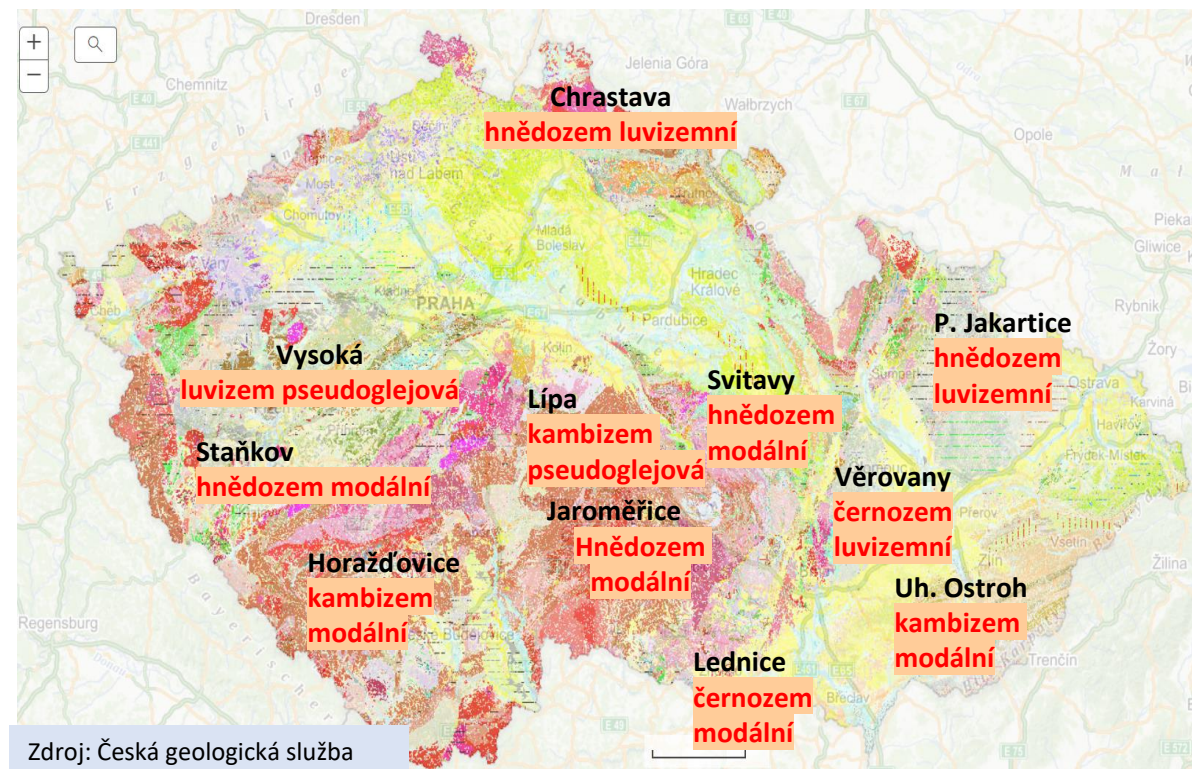


Charakteristika pokusných lokalit



- významná půdní a klimatická heterogenita
- výrobní oblasti - bramborářská, řepařská

Zkušební stanice zkratky		Nadmořská výška m.n.m.	Půdní typ a druh
UHO	Uherský Ostroh	196	KAm - hlinitá
VER	Věrovany	207	CEI - hlinitá
PJA	Pusté Jakartice	290	HNI - hlinitá
CHT	Chrastava	345	HNI - písčitohlinitá
STV	Staňkov	370	HNm - hlinitá
JAR	Jaroměřice	425	HNm - jílovitohlinitá
HRA	Hradec n. Svit.	460	HNm - jílovitohlinitá
HOR	Horažďovice	474	KAm - písčitohlinitá
LIP	Lípa	505	KAg - písčitohlinitá
VYS	Vysoká	585	LUg - hlinitá



Zdroj: Česká geologická služba



Výživářské zkoušky ÚKZÚZ
1972 - 2022

Pokus: Stupňování intenzity hnojení na výnosy plodin a agrochemické vlastnosti půdy



- 25 % jetelovin, 25 % okopanin, 50 % obilovin
- jednotná, plastická odrůda na všech stanovištích
- **10 lokalit, od. r. 1972**

rok osevního sledu	výrobní oblast	
	řepařská (ŘO)	bramborářská (BO)
1	vojtěška	jetel
2	vojtěška	jetel
3	pšenice ozimá	
4	brambory rané	
5	pšenice ozimá	
6	ječmen jarní	
7	cukrovka	brambory
8	ječmen jarní	

chlévký hnůj 40t/ha

chlévký hnůj 40t/ha

výrobní oblast	hladina živin	minerální hnojení v kg.ha ⁻¹ č.ž.			Celkový přísun živin
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
řepařská	1 - nízká	46	30	40	114
	2 - střední	69	60	80	203
	3 - vysoká	92	120	160	349
	hnůj	69	32	81	182

bramborářská	1 - nízká	48	30	40	122
	2 - střední	73	60	80	213
	3 - vysoká	97	120	160	377
	hnůj	69	32	81	182

osmihonný osevní postup

1. 1974 - 1981

2. 1982 - 1989

3. 1990 - 1997

4. 1998 - 2005

5. 2006 - 2013

6. 2014 - 2021

7. 2022 - 2029



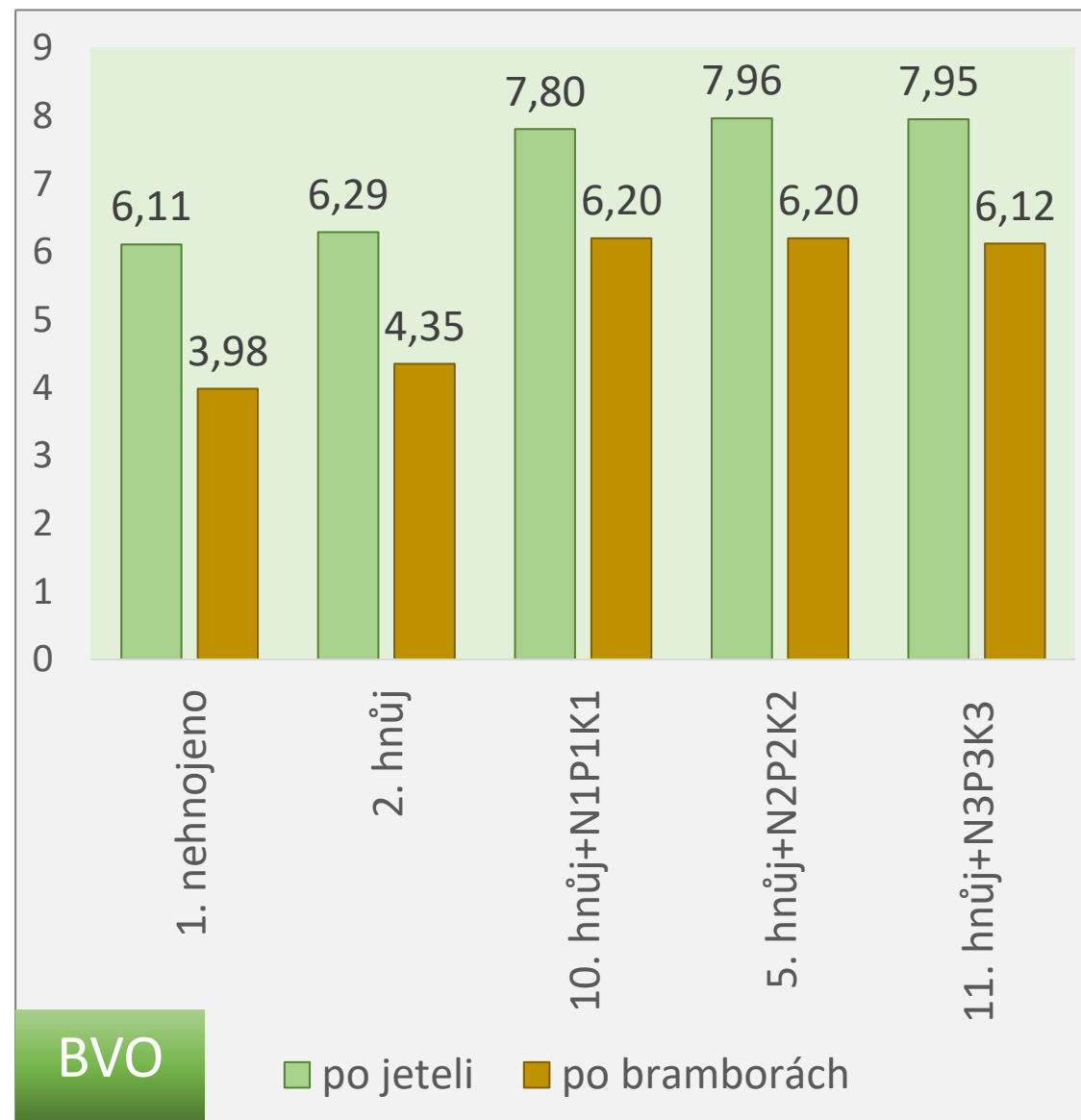
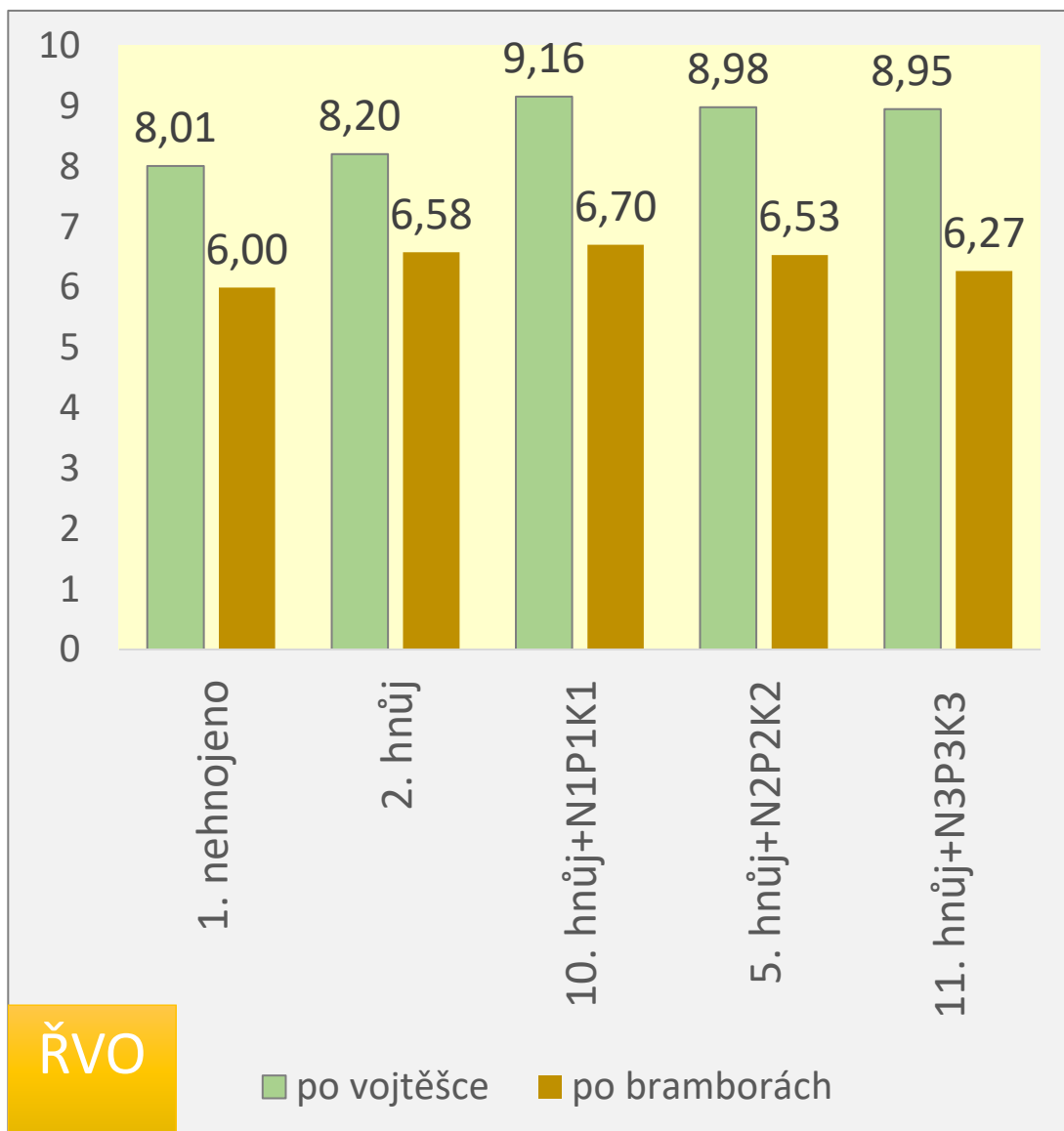
Metodika pokusu: Stupňování intenzity hnojení



Varianty hnojení	Stupňované minerální hnojení			Organické hnojení	Vápnění
	N	P	K		
1. Nehnojeno	-	-	-	-	-
2. Chlévský hnůj	-	-	-	chlévký hnůj 40 t/ha 2x za osevní sled k okopanině	vápnění 2 x za osevní sled k okopanině podle potřeby
3. N2 P2 K0 zásobně	2	2	-		
4. N2 P2 K1 zásobně	2	2	1		
5. N2 P2 K2 zásobně	2	2	2		
6. N2 P2 K3 zásobně	2	2	3		
7. N2 P0 K2 zásobně	2	-	2		
8. N2 P1 K2 zásobně	2	1	2		
9. N2 P3 K2 zásobně	2	3	2		
10.N1 P1 K1 zásobně	1	1	1		
11.N3 P3 K3 zásobně	3	3	3		
12.N2 P2 K2 (ŘO) každoročně	2	2	2		-
12.N3 P3 K3 (BO) zásobně, nevápněná	3	3	3		

ŘVO varianty 3. – 11. P a K zásobně, 12 pro srovnání s variantou 5 hnojena každoročně
BVO varianty 3. – 12. hnojeny P a K zásobně, 12 nevápněná

Vliv předplodiny na výnos PŠENICE (t/ha), varianty se stupňovaným N

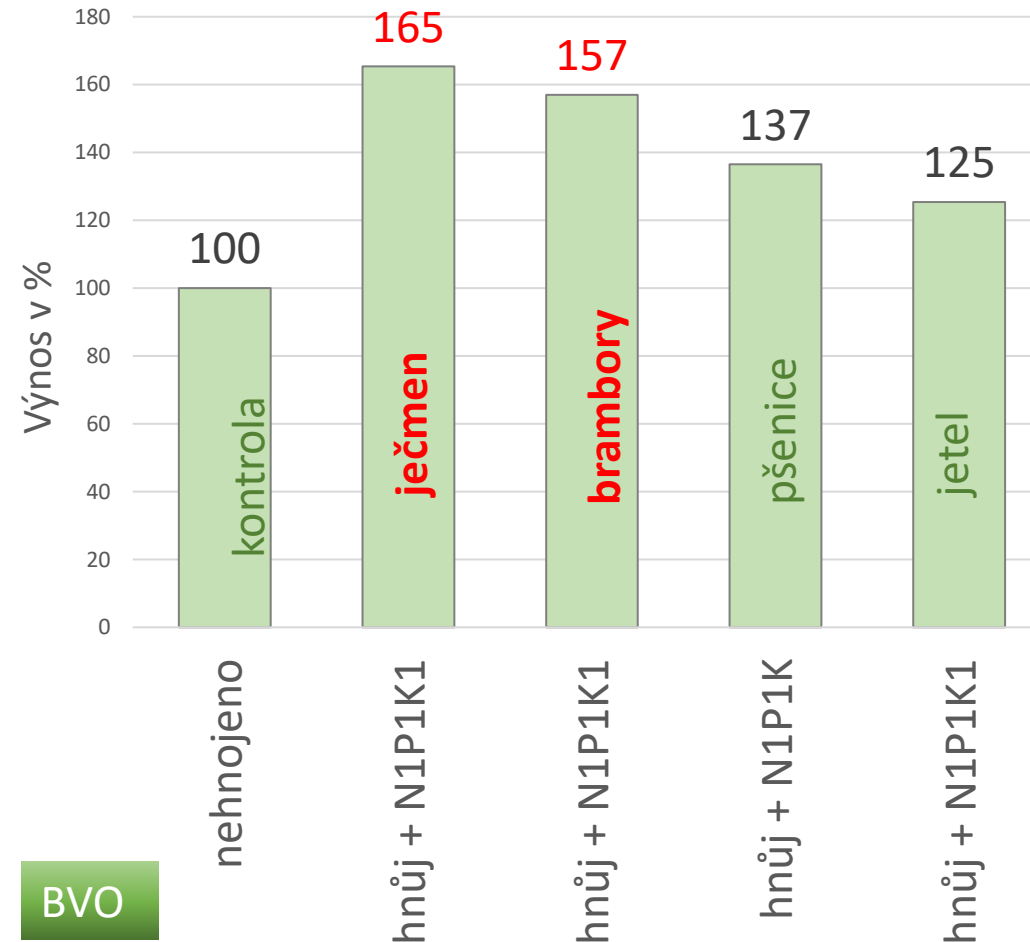
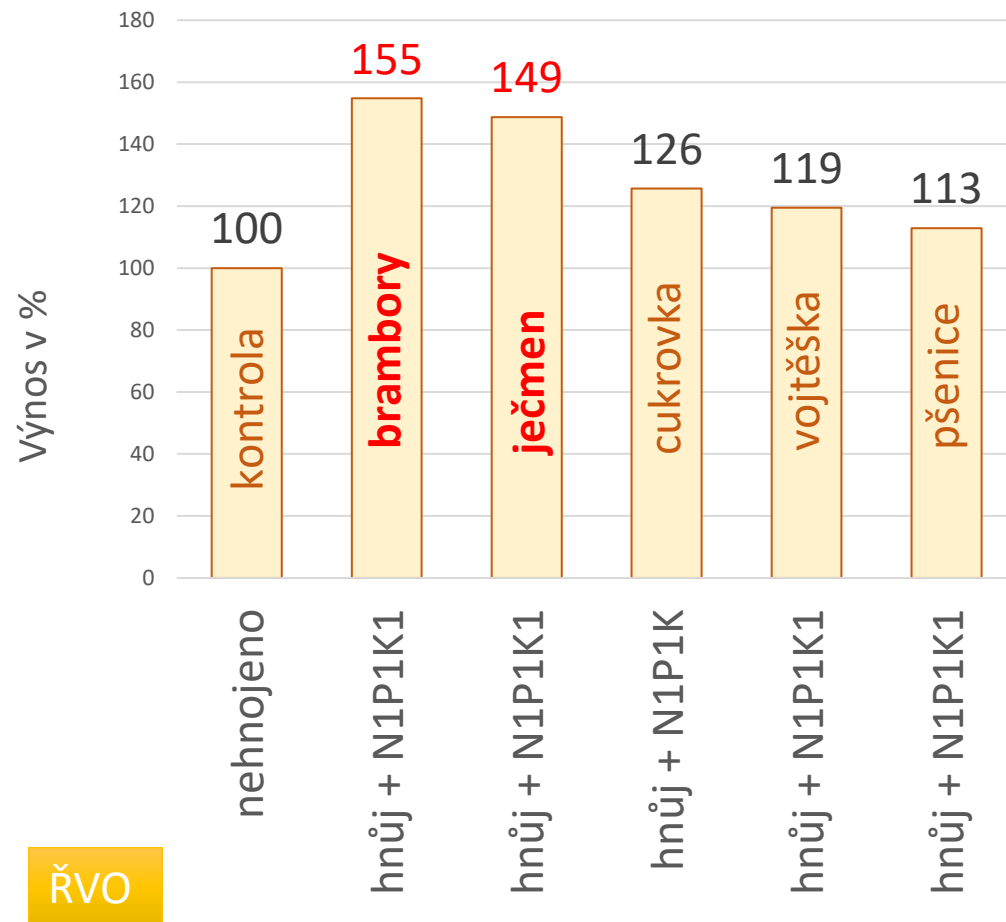


Reakce plodin na zvýšení dávky hnojení



Změna výše výnosů jednotlivých plodin při úrovni N1P1K1

Nejvíce je hnojením ovlivněn ječmen a brambory, menší vliv hnojení u pšenice, (50-letý průměr)



Vliv vápnění na výnosy pšenice v 5. a 6. osevním sledu



Pokles výnosů nevápněné varianty téměř na všech stanovištích

Varianty	Horažďovice		Chrastava		Jaroměřice		Lípa	
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
Vápněno	8,63	100	6,57	100	6,90	100	6,40	100
Nevápněno	8,70	100,8	6,41	97,5	6,65	96,4	6,35	99,2

Varianty	Staňkov		Hradec		Vysoká	
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
Vápněno	7,06	100	7,98	100	5,71	100
Nevápněno	6,73	95,3	7,86	98,5	5,31	93,0

Vliv vápnění na výnosy, jetel, Hradec nad Svitavou 2022



Vápněno



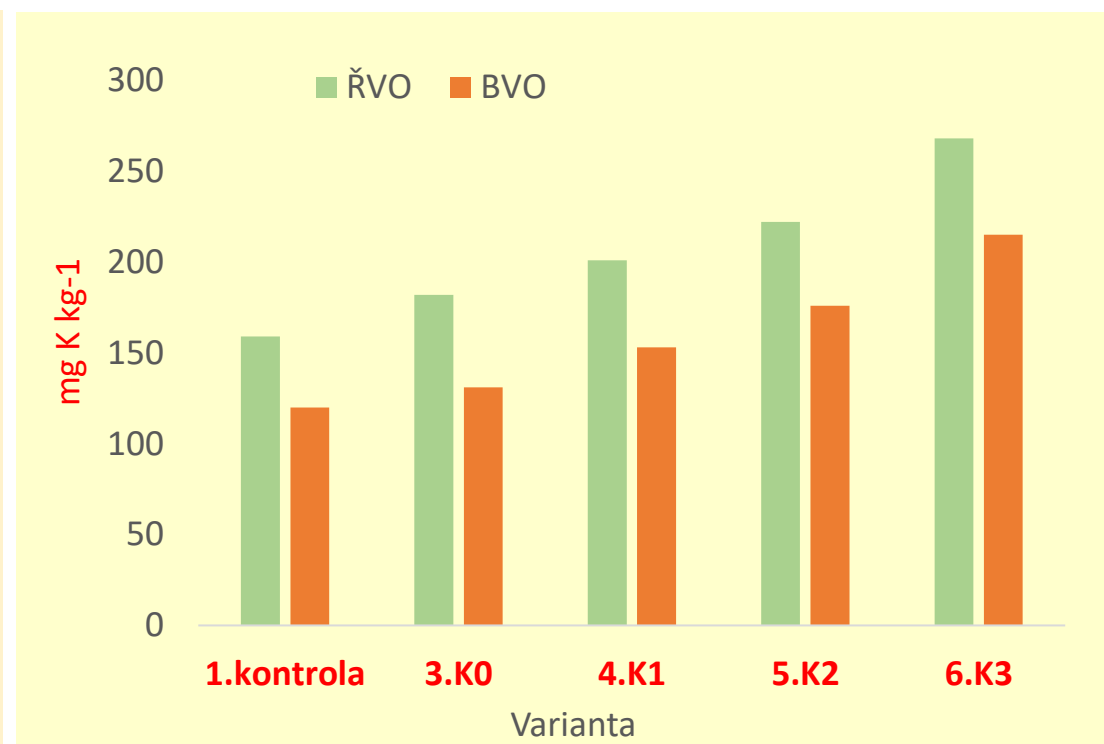
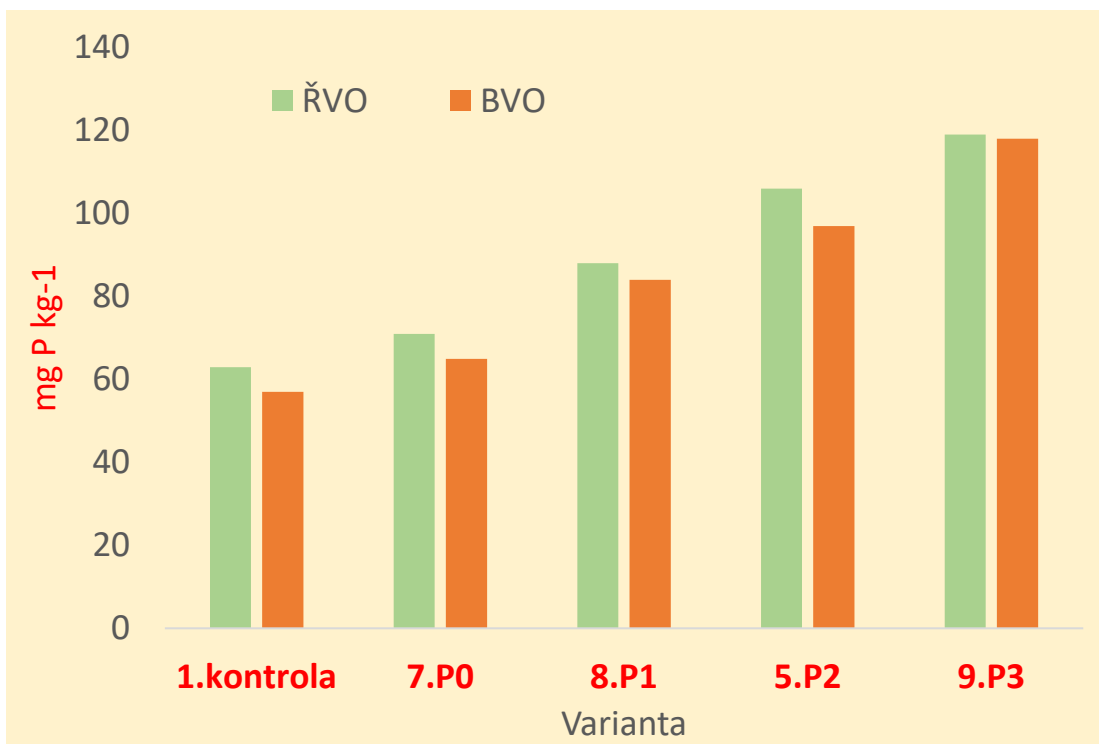
Bez vápnění
- 2,3 t/ha



Foto S. Jančíková



Obsah P a K v půdě v řepařské a bramborářské oblasti (Mehlich 3, horizont 0-30 cm)



Nehnojeno	32 kg P2O5/ha	30 kg P2O5/ha	60 kg P2O5/ha	120 kg P2O5/ha
-----------	---------------	---------------	---------------	----------------

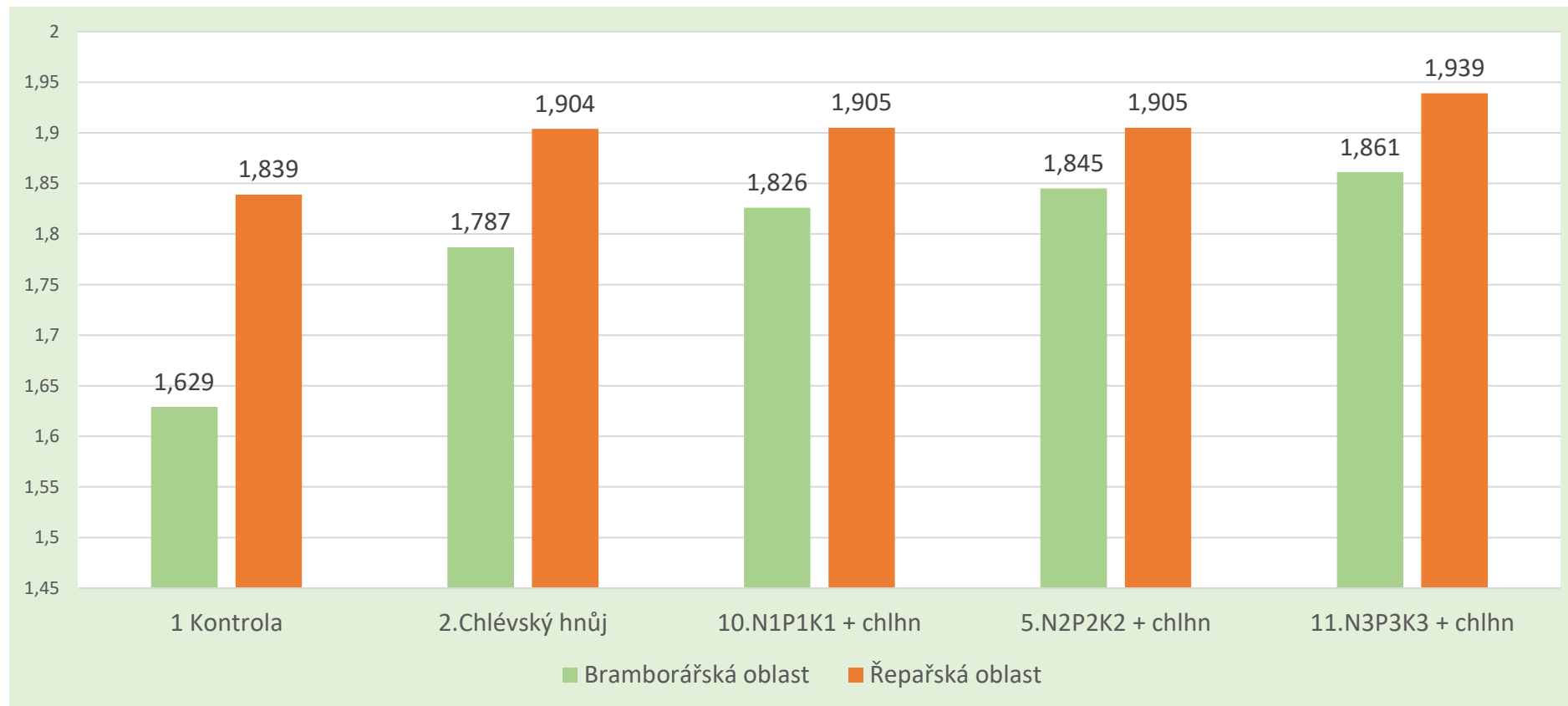
Nehnojeno	81 kg K2O/ha	40 kg K2O/ha	80 kg K2O/ha	160 kg K2O/ha
-----------	--------------	--------------	--------------	---------------

- Rostoucí dávky živin zvyšují obsah P, K v půdě
- Vliv P a K na výnos je omezený

Vliv hnojení na obsah organické hmoty



Cox v závislosti na způsobu hnojení po 50 letech



Obsah C je zvyšován hnojením

Malý vliv hnojení v řepařské oblasti

Pokus: Systémy organického hnojení, od r.1994; 10 lokalit



Varianty hnojení

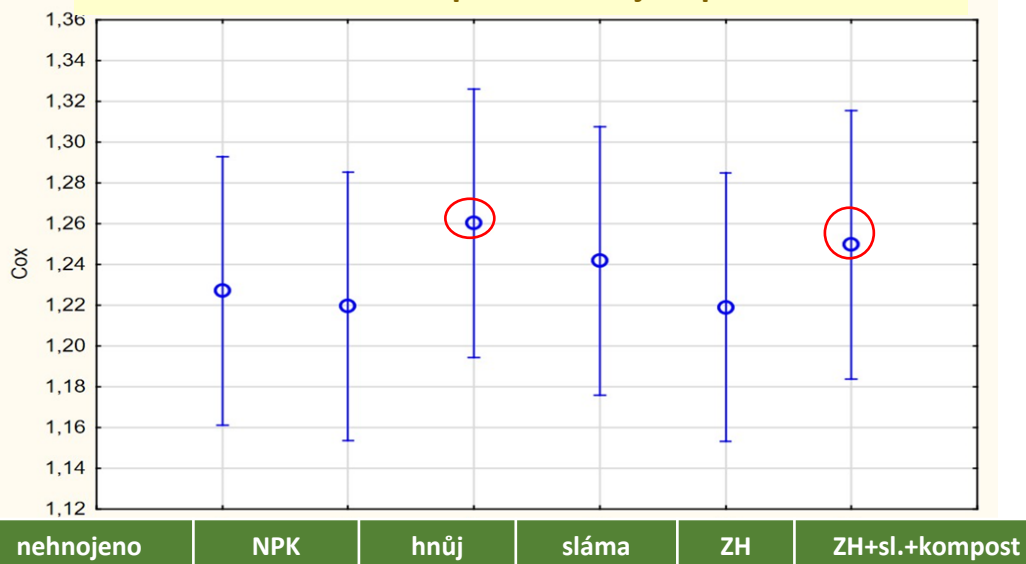
1. nehnojeno
2. NPK
3. chlévský hnůj
4. chlévský hnůj + NPK
5. sláma/chrást
6. sláma/chrást + NPK
7. zelené hnojení (ZH-vojtěška, peluška)
8. ZH + NPK
9. ZH + sl./chr. + kompost
10. ZH + sl./chr. + kompost + NPK

Rok osevního sledu	Výrobní oblast	
	výrobní typ řepařský	výrobní typ bramborářský
1.	cukrovka	brambory
2.	ječmen jarní	ječmen jarní
3.	hrách	hrách
4.	řepka ozimá	řepka ozimá
5.	pšenice ozimá	pšenice ozimá
6.	ječmen jarní	ječmen jarní

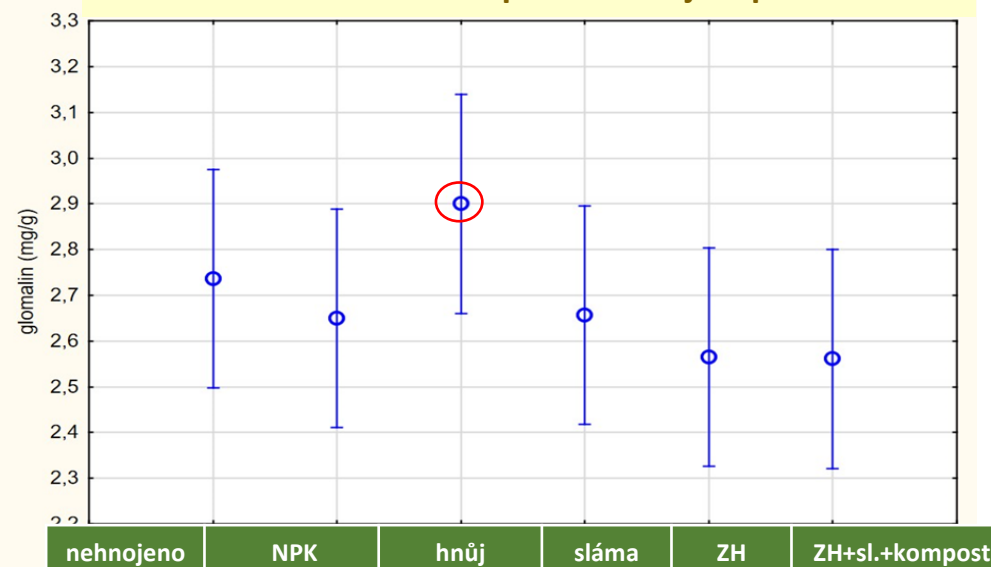
hnůj, kompost

hnůj, kompost

Cox v závislosti na způsobu hnojení po 27 letech

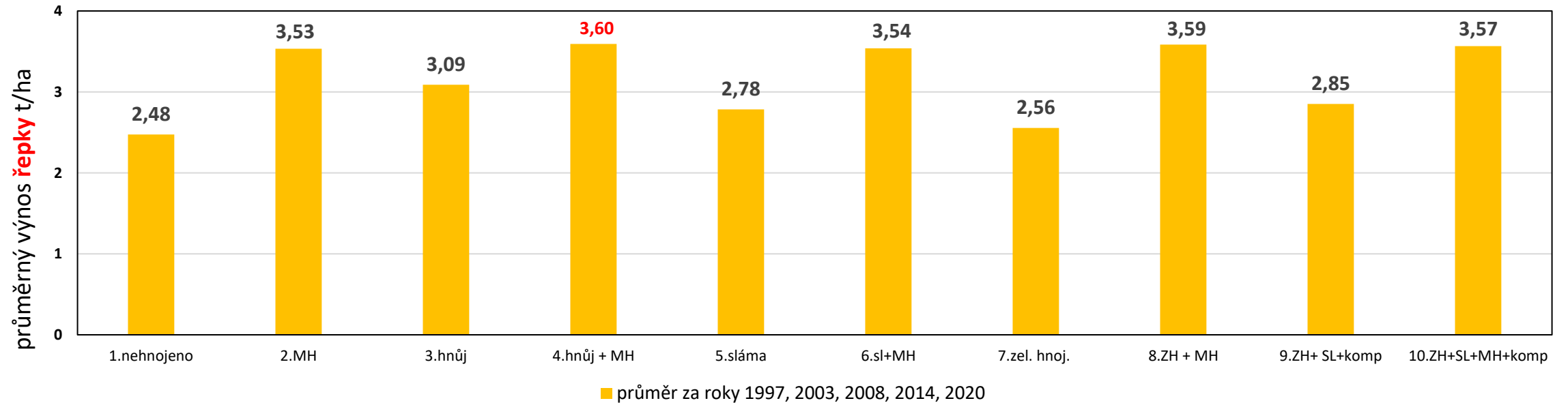
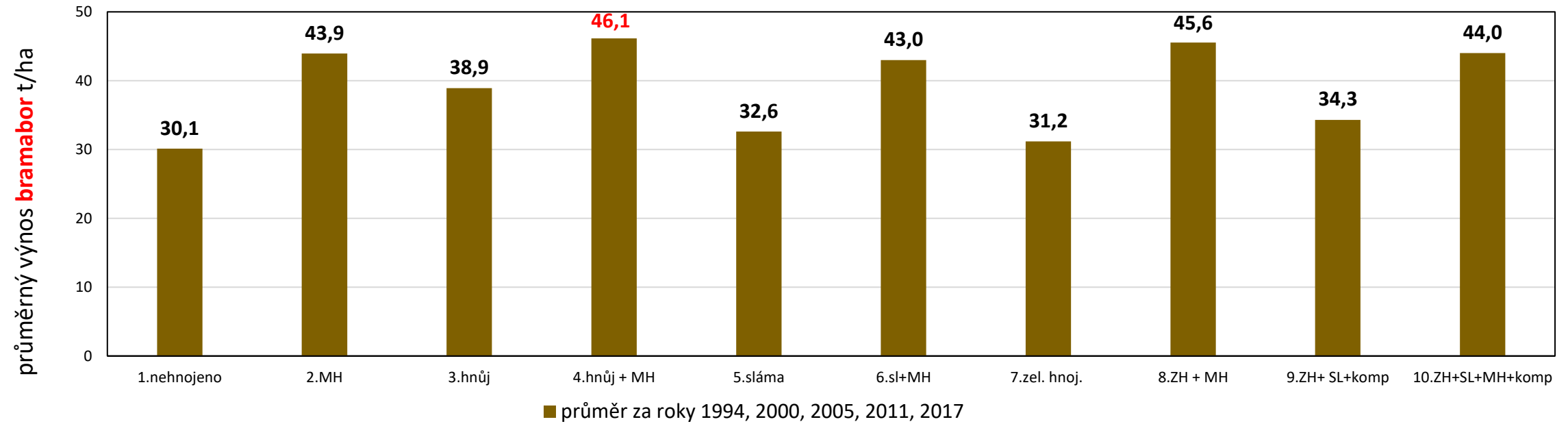


Glomalin v závislosti na způsobu hnojení po 27 letech



- i při dlouhodobém správném hnojení a dobrém osevním postupu jsou změny v obsahu velmi malé
- zásadní vliv má intenzita a způsob hospodaření, lokalita, klimatické a půdotvorné faktory podmínky stanoviště

Ověření různých systémů organického hnojení – průměrné výnosy brambor a řepky





Pokus: Ověření účinnosti stupňovaných dávek dusíku při konstantních hladinách P a K

▪ od roku 1996



Rok osevního sledu	Výrobní oblast	
	výrobní typ řepařský	výrobní typ bramborářský
1	řepka ozimá	řepka ozimá
2	pšenice ozimá	pšenice ozimá
3	cukrovka	brambory
4	ječmen jarní	ječmen jarní
5	hrách	hrách
6	pšenice ozimá	pšenice ozimá
7	cukrovka	brambory
8	ječmen jarní	ječmen jarní

Two yellow arrows point to the table rows. The first arrow points to row 3 and is labeled "Hnůj 40 t/ha". The second arrow points to row 7 and is also labeled "Hnůj 40 t/ha".

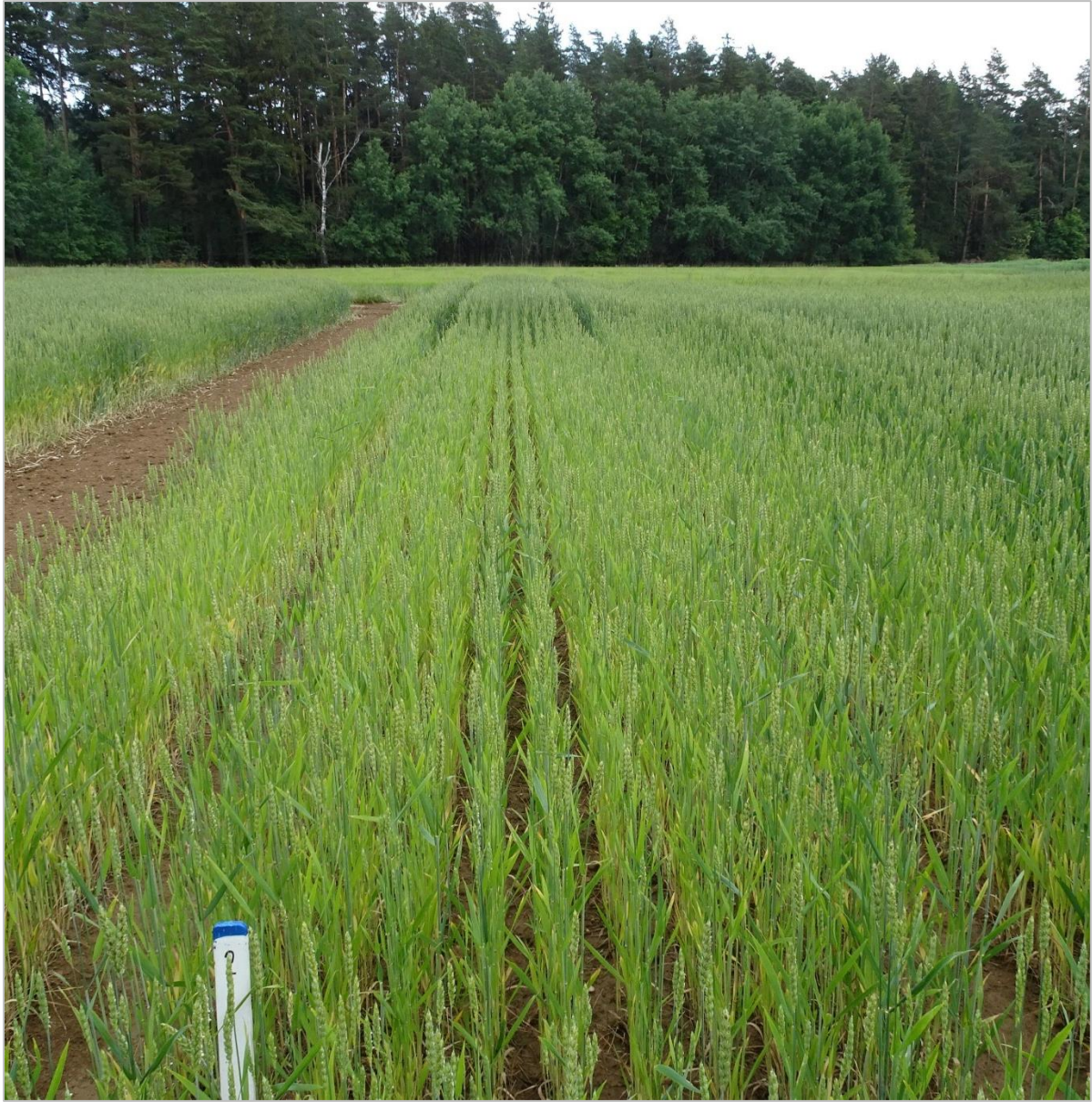
hladina MH hnojení: **N1** – 30 kg/ha
N2 – 60 kg/ha
N3 – 90 kg/ha
 P_2O_5 – 60 kg/ha
 K_2O – 80 kg/ha

Varianty hnojení:

1. nehnojeno
2. fosforečná a draselná MH
3. dusík v první aplikační dávce (N1)
4. dusík v druhé aplikační dávce (N2)
5. dusík v třetí aplikační dávce (N3)
6. chlěvský hnůj + PK
7. chlěvský hnůj + PK + N1
8. chlěvský hnůj + PK + N2
9. chlěvský hnůj + PK + N3

Minerální hnojiva:

- síran amonný,
- ledek amonný s vápencem,
- granulovaný superfosfát
- draselná sůl



Pokus: Ověření účinnosti stupňovaných dávek dusíku při konstantních hladinách P a K



Průměrné hodnoty za 3. osevní sled (2013 -2020) v mg/kg

horizonty		na jaře								
		0	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
<u>0 - 30 cm</u>	N-NO ₃	4,18	4,10	4,37	4,49	5,18	5,14	5,60	6,20	6,29
	N _{min}	6,55	5,91	5,76	5,59	6,53	6,39	6,78	7,58	7,35
<u>30 - 60 cm</u>	N-NO ₃	4,18	4,30	4,49	5,03	6,02	5,13	6,18	6,85	7,35
	N _{min}	5,45	5,52	5,45	5,92	7,10	6,09	7,08	7,89	8,30
		po sklizni								
		0	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
<u>0 - 30 cm</u>	N-NO ₃	5,50	5,00	5,96	7,64	9,82	6,63	7,18	9,50	12,39
	N _{min}	7,21	6,59	7,64	8,92	10,82	8,04	8,51	10,58	13,73
<u>30 - 60 cm</u>	N-NO ₃	3,59	3,50	3,91	5,55	7,52	4,27	5,30	6,63	9,14
	N _{min}	4,66	4,66	5,13	6,65	8,52	5,38	6,34	7,68	10,25
		před zámrzem								
		0.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
<u>0 - 30 cm</u>	N-NO ₃	5,05	5,09	5,89	6,93	8,70	7,02	8,68	10,50	10,65
	N _{min}	6,18	6,55	6,92	7,85	9,70	7,95	9,66	11,67	11,77
<u>30 - 60 cm</u>	N-NO ₃	4,21	4,25	5,09	5,92	7,35	5,69	6,06	7,85	8,60
	N _{min}	5,05	5,07	5,89	6,61	8,02	6,61	6,96	8,64	9,36

Hodnocení N-NO₃⁻ mg/kg

obsah N-NO ₃	do 450 m n. m.	nad 450 m n. m.
velmi bezpečný	do 5,0	do 4,0
bezpečný	5,1 – 10,0	4,1 – 8,0
přiměřený	10,1 – 15,0	8,1 – 12,0
nadměrný	15,1 – 20,0	12,1 – 16,0
rizikový	nad 20,1	nad 16,1

*průměrná nadmořská výška sledovaných stanic je 373 mnm

Pokus: Ověření účinnosti stupňovaných dávek dusíku při konstantních hladinách P a K



Průměrné hodnoty za 3. osevní sled (2013 -2020) v mg/kg

aktuální zásoba N	na jaře před hnojením mg/kg								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
0 - 30 cm	17,6	16,7	16,8	16,9	17,2	18,1	21,3	17,2	22,8
30 - 60 cm	18,9	18,7	22,5	23,5	21,7	21,3	22,5	20,5	24,4
	po sklizni plodiny mg/kg								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
0 - 30 cm	20,1	18,0	20,5	26,2	48,5	23,7	27,7	34,0	40,9
30 - 60 cm	21,4	19,2	22,2	30,8	49,5	22,0	25,9	33,3	46,8
	před zámrzem mg/kg								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
0 - 30 cm	47,3	38,6	45,4	59,7	68,1	53,6	57,4	83,2	83,4
30 - 60 cm	47,7	40,1	43,8	53,6	55,8	48,7	56,6	67,5	67,3

Pokus: Porovnání účinnosti digestátů a kompostu ve zranitelné oblasti



Cíl: hodnocení osevního postupu bez zlepšující plodiny s jednostranným nevyváženým hnojením

2 osevní postup: 2011 - 2016; 2017 - 2022

Plodiny OP		dávka kg N/ha
1.	brambory	120
2.	pšenice ozimá (meziplodina)	120
3.	kukuřice silážní	150
4.	ječmen jarní	-
5.	ozimá řepka	130
6.	ozimá pšenice (meziplodina)	120



Zkušební stanice	Nadmořská výška m.n.m.	Půdní typ a druh
Jaroměřice	425	HNm - jílovitohlinitá
Hradec n. Svit.	460	HNm - jílovitohlinitá
Lípa	505	KAg - písčitohlinitá

Varianty hnojení (4 opakování)	Průměr sušina %	Průměr N %	Průměr spalitelné látky %	C : N
1. Nehnojeno	-	-	-	-
2. LAV	-	27	-	-
3. Kejda	9,2	3,6	77,5	9,7
4. Digestát Lípa (kuk. siláž, kejda skotu)	7,1	5,6	73,1	6,6
5. Digestát Opatov (kuk. siláž, hnůj, kejda skotu, GPS)	5,5	7,8	73,8	5,6
6. Kompost Náměšť	69	1,2	26,5	14,2

Aplikace hnojiv vždy dle aktuálního obsahu, sušiny, N.

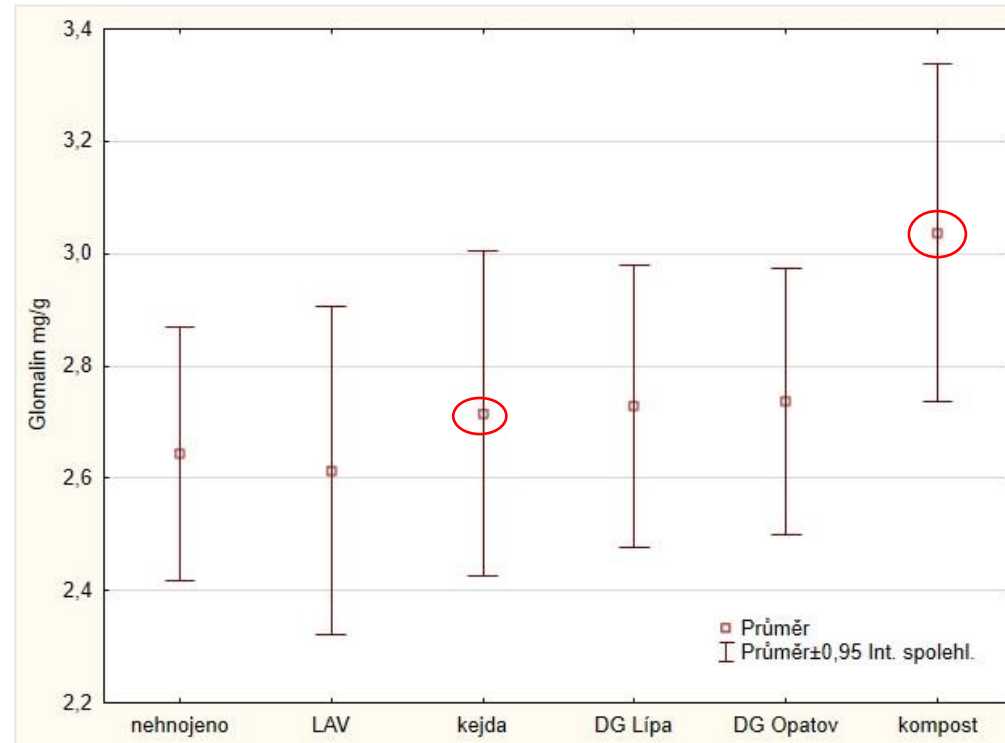
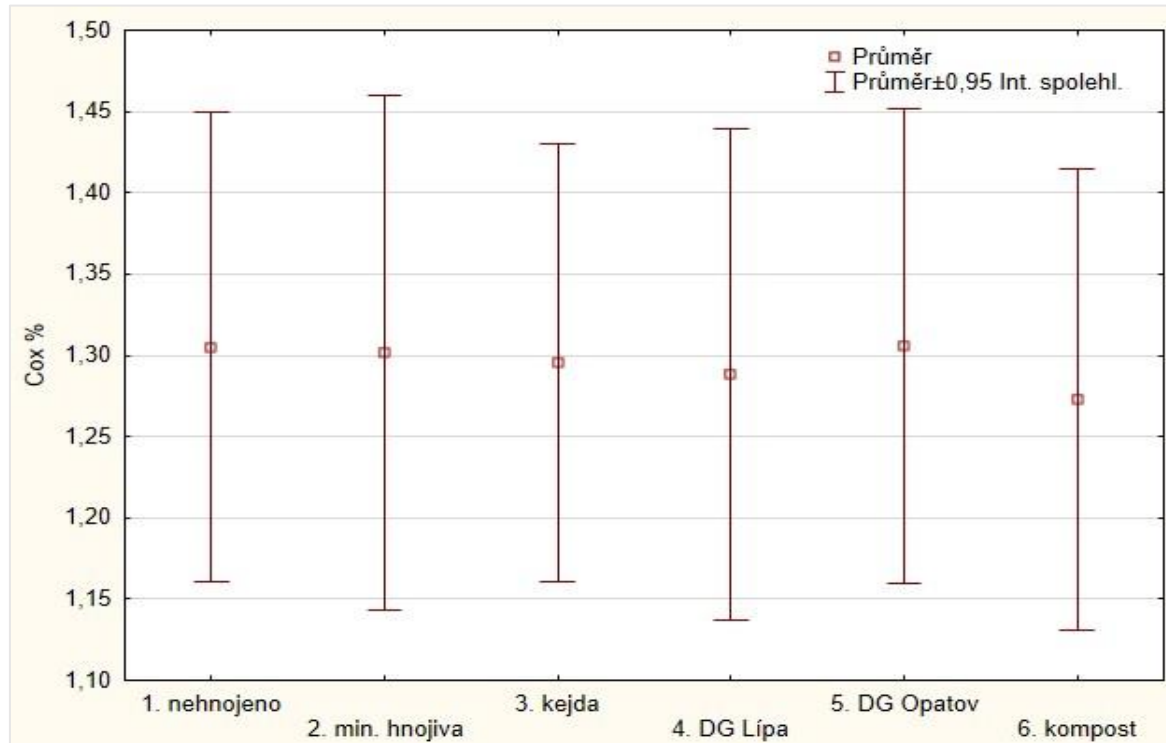
Varianty hnojení	Množství aplikovaných organických hnojiv (t/ha)					
	Brambory	Ozimá pšenice	Kukuřice silážní	Ječmen jarní	Ozimá řepka	Ozimá pšenice
	120 kg N/ha	120 kg N/ha	150 kg N/ha	-	120 kg N/ha	120 kg N/ha
3. Kejda	37	42	46	-	60	43
4. Digestát Lípa	30	26	39	-	42	37
5. Digestát Opatov	26	26	33	-	57	39
6. Kompost Náměšť	24	24	30	-	35	35



Oxidovatelný uhlík (Cox) a glomalin v půdě



- **Cox** primární a sekundární organická hmota v půdě
- **Glomalin** glykoprotein, pojidlo půdních agregátů
- Průměrný obsah po 2 rotacích; vzorkování 6 týdnů po hnojení; 0 - 30 cm



Metoda NIR spektroskopie v blízké infračervené spektrální oblasti
(Zbíral J. a kol., 2011: Analýza půd III, JPP ÚKZÚZ, JPP ÚKZÚZ, postup č. 30910.1)



Cíle: jak ovlivňuje půdní mikroorganismy a jejich společenstva aplikace organických hnojiv?

Vzorkování

- Jaroměřice nad Rokytnou (2016, 2017, 2018, 2019)
- 21 - 26 dní po aplikaci hnojiv
- Horizont 0 - 30 cm

Pravidelně hodnocené ukazatele

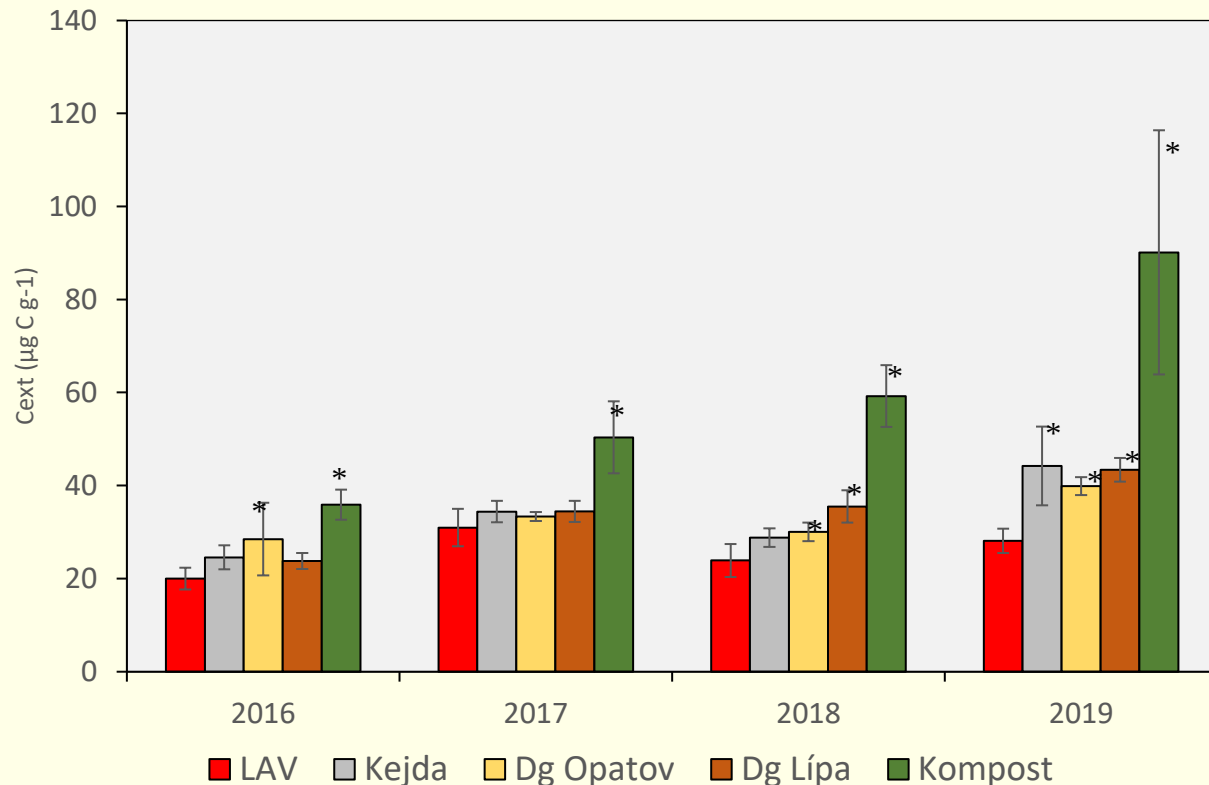
C_{bio}	Mikrobiální biomasa
BR	Bazální respirace
SIR	Substrátem indukovaná respirace
μ	Specifická růstová rychlost
C_{ext}	Extrahovatelný C (v K_2SO_4)
WSC	Vodou extrahovatelný C
HWSC	Horkou vodou extrahovatelný C
SUVA	Specifická absorpance v UV oblasti (254 nm)





Cext - extrahovatelný C

Labilní, mikroorganismy snadno využitelná frakce C v půdní organické hmotě



MH: C_{ext} nízký

Kejda: labilní forma org. C, C_{ext} se rychle spotřebuje, část se využije na biomasu mikroorganismů

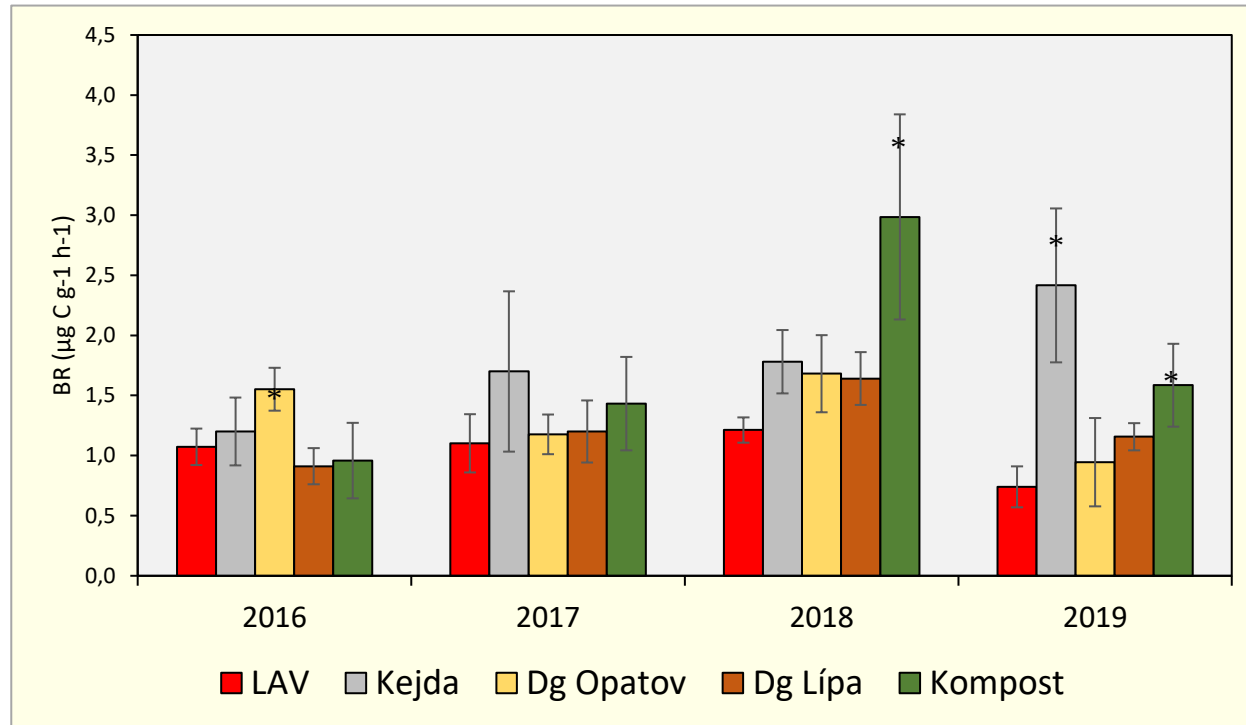
Digestáty: téměř nerozlišitelné

Kompost: pomalý rozklad, v čase stoupá, v letech se zřejmě projevuje součet dávek (akumulace)





Bazální respirace BR - celková mikrobiální aktivita



LAV: nejslabší odpověď

Kejda: zdroj labilního org. C, rychle se spotřebovává, část využita na biomasu mikroorganismů

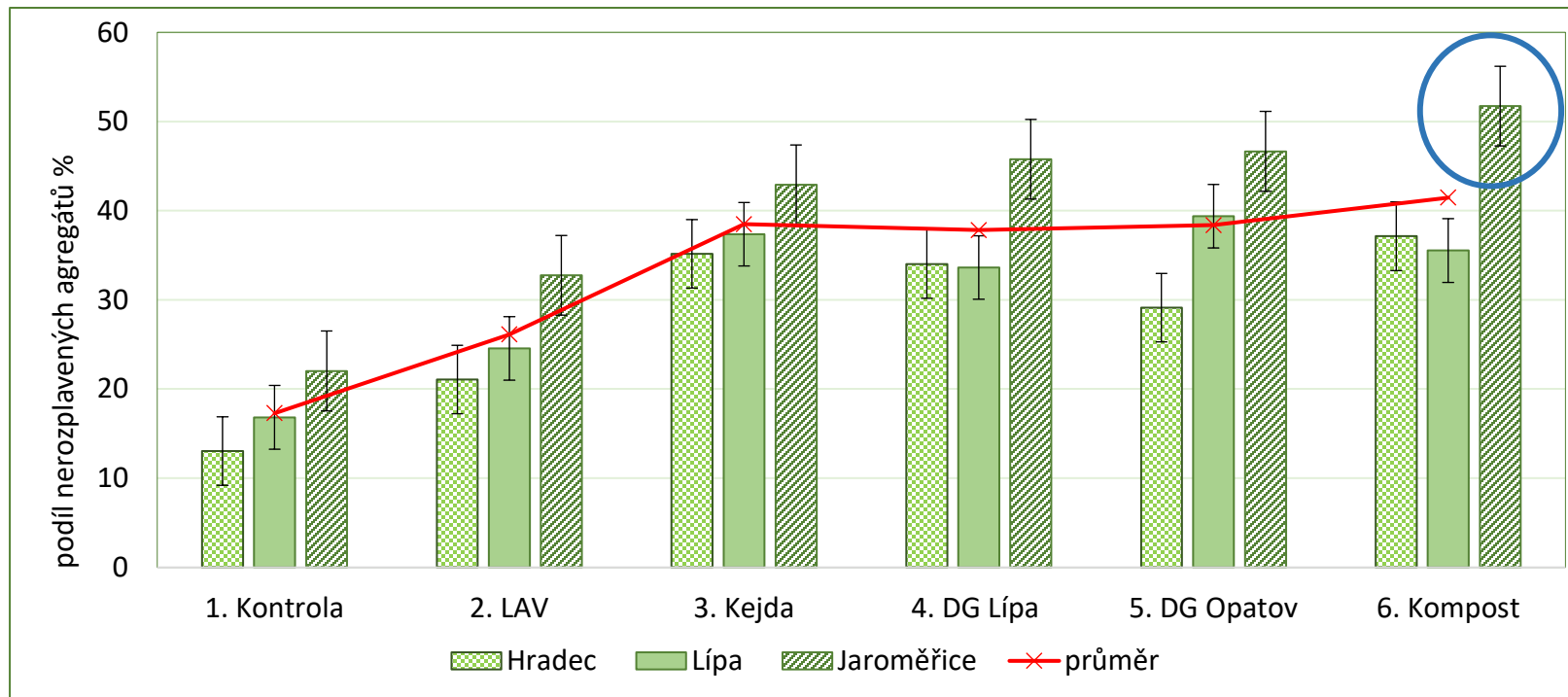
Digestáty: pro mikroorganismy málo využitelný zdroj organického uhlíku

Kompost: obtížněji rozložitelný, částečně využit, v čase se projevuje součet každoročních dávek

- r. 2018 a 2019 rozdíl BR mezi LAV a kompostem -> současně významně vyšší C_{ext}
- rozdíl u BR vyšší a signifikantní také u C_{ext} -> pro **vyšší BR je C_{ext} podmínkou** (C_{ext} je substrátem pro BR)

Vodostálost půdních agregátů

metoda mokrého prosévání (Kandeler, 1996) -> procentický podíl nerozplavených agregátů



Relativní srovnání %	Vodostálost půdních agregátů		
	Hradec n. Svitavou	Lípa	Jaroměřice
	HNm - jílovitohlinitá	KAg - písčitoohlinitá	HNm - jílovitohlinitá
1. Kontrola	62	69	67
2. LAV	100	100	100
3. Kejda	167	152	131
4. DG Lípa	162	137	140
5. DG Opatov	138	160	142
6. Kompost	176	145	158



Děkuji za vaši pozornost
michaela.smatanova@ukzuz.cz

