

Č.j.: UKZUZ 046773/2026

Česká republika - Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
organizační složka státu, se sídlem v Brně
Sekce zemědělských vstupů



**Porovnání účinnosti digestátů s různými typy hnojiv
při hospodaření ve zranitelné oblasti**

Výroční zpráva o výsledcích přesné polní zkoušky
15. pokusný rok - 2025

Zpracoval: Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.
Markéta Vodáková
Oddělení výživy rostlin

Předkládá: Ing. Josef Svoboda, Ph.D.
ředitel Sekce zemědělských vstupů

Brno

únor 2025



Obsah	strana
1 Úvod	2
1.2 Agrotechnické záznamy	3
1.4 Charakteristika zkušebních stanovišť	4
1.5 Právní a metodická podpora	4
2 Způsob hnojení a dávky hnojiv	5
2.1 Dávky živin a použitá hnojiva	5
2.2 Chemické složení použitých hnojiv a jejich dávky	5
3 Zhodnocení výnosů	6
3.1 Sklizňové výsledky	6
3.2 Statistické zhodnocení výnosů	7
4 Anorganické rozborý rostlinných vzorků	10
4.1 Popis chemických metod pro stanovení rostlinných vzorků	10
4.2 Obsah makroelementů v silážní kukuřici	10
4.3 Kvalitativní parametry silážní kukuřice	11
4.4 Odběr živin silážní kukuřicí	13
5 Účinnost hnojiv a bilance dusíku	14
5.1 Účinnost dusíku	14
5.2 Bilance dusíku	15
6 Agrochemické rozborý půdních vzorků	16
6.1 Popis chemických metod pro stanovení půdních vzorků	16
6.2 Půdní reakce, obsah přístupných živin a mikroelementů	17
6.3 Hodnocení půdní organické hmoty	19
7 Obsah minerálního dusíku v půdě	20
7.1 Obsah minerálního dusíku na jaře před hnojením	21
7.2 Obsah minerálního dusíku před zámrazem	22
8 Mikrobiologické parametry půdy	23
8.1 Popis mikrobiologických metod	23
8.2 Zhodnocení výsledků	24
9 Závěr	26
10 Použitá literatura	28



1 Úvod

Název zkoušky: Porovnání účinnosti digestátů s různými typy hnojiv při hospodaření ve zranitelné oblasti

Účel zkoušky: Porovnání hnojivé účinnosti digestátů, kejdy, kompostu na výnos a kvalitu produkce a půdní vlastnosti při hospodaření ve zranitelné oblasti.

Druh zkoušky: polní zkouška byla založena v roce 2011 ve výrobním typu bramborářském v Lípě (LIP) u Havlíčkova Brodu na plochách výživářské báze jako přesná víceletá. V roce 2013 byla založena se stejnou metodikou i na dalších dvou stanicích, a to v Jaroměřicích nad Rokytnou (JAR) a Hradci nad Svitavou (HRA). Rok 2025 byl 3. rokem III. osevního postupu, pěstovanou plodinou byla kukuřice na siláž odrůda Cebir.

Tab. 1.1: Třetí osevní postup

Rok	osevní postup	kg/N/ha v LAV, digestátech, kejdě	kg/N/ha v kompostu
1. 2023	brambory rané (odr. Vysočina)	120	240
2. 2024	pšenice ozimá (odr. Dagmar)	120	240
3. 2025	kukuřice na siláž (odr. Cebir)	150	300
4. 2026	ječmen jarní	120	240
5. 2027	hrách polní	40	80
6. 2028	ozimá pšenice	120	240

Tab. 1.2: Varianty hnojení

Varianty	způsob/druh hnojení
1.	Nehnojeno
2.	Minerální hnojivo LAV (bilanční dávka)
3.	Kejda (bilanční dávka podle N)
4.	Digestát Lípa (bilanční dávka podle N)
5.	Digestát Opatov (bilanční dávka podle N)
6.	Kompost (bilanční dávka podle N x 2)

V polní zkoušce je zařazeno 6 variant hnojení, každá je 4x opakována na jedné odrůdě

Plodina: silážní kukuřice, odrůda Cebir je raný hybrid, mohutné, dobře olistěné rostliny dosahují vysoké výnosy. Zdravotní stav této odrůdy je na velmi dobré úrovni.



1.2 Agrotechnické záznamy

Hradec n. Svitavou: setí proběhlo do upravené půdy s dobrou strukturou dne 9. 5. 2025 za dobrých vláhových a teplotních podmínek. Kukuřice vzházela za sedmáct dnů po setí a po pravidelnému přídělu srážek. Období od října až do začátku května bylo normální až teplé a zároveň suché (duben srážkově normální). Ve druhé dekádě února bylo naměřeno přízemní minimum -14,1 °C, což byla nejnižší teplota za celou zimu. Slabá sněhová pokrývka ležela na poli v první, a především ve druhé dekádě ledna a ve druhé dekádě února. Začátek vegetačního období (květen) byl velmi studený, červen teplý, následující měsíce normální a závěr vegetace (září) teplý. Srážkově bylo období suché, s výjimkou června a září. Vzhledem k vývoji teplot (studené jaro a méně teplý až normální průběh během vegetace) a dostatku vláhy v červnu byl nástup vegetačních fází cca o 14 dní opožděn. Sklizeň pokusu proběhla 19. 9. 2025.

Jaroměřice n. Rokytou: setí proběhlo na konci déle trvajícího období sucha (od ledna do poloviny května) do hrudkovité půdy dne 28. 4. 2025. Souvislé srážky vyšší než 5 mm za den spadly v roce 2025 až koncem května. V období od 1. 1. do 31. 5. 2025 spadlo 45 % srážkového normálu. Vlivem toho kukuřice vzházela postupně a dlouho. Červen byl srážkově normální (70 mm), červenec lehce pod normálem ale srpen opět výrazně suchý. Se suchem si kukuřice poradila poměrně dobře. Kroucení listů vlivem sucha a zasychání se projevilo až v druhé polovině srpna hlavně na nehnojené kontrole. Sklizeň pokusu proběhla 17. 8. 2025.

Lípa: setí bylo provedeno 6. 5. 2025 bez problémů do dobře připravené a přiměřené utužené půdy bez hrud. Období leden až únor bylo velmi suché (třetinové hodnoty srážek oproti normálu), teplota byla v normálu. Sněhová pokrývka se delší dobu neudržela a také větší holomrazy nebyly zaznamenány. Březen byl teplý ale srážkově podnormální. Duben byl srážkově v normálu, v první dekádě měsíce se vyskytly noční mrazíky. Květen byl chladný a oproti normálu suchý. Červen teplý a opět suchý, častý vítr navíc půdu velmi vysušoval. Červenec byl velmi proměnlivý s velkým výkyvem teplot a častými téměř každodenními lokálními přeháňkami. Září bylo srážkově i teplotně v normálu. Pokus byl sklizen 18. 9. 2025.

1.3 Klimatické podmínky

Průměrné měsíční teploty a měsíční úhrn srážek za rozhodující období byly porovnány s normálem a jsou uvedeny v tabulkách 1.1 a 1.2.

Tab. 1.3.1: Průměrné měsíční srážky rok 2024/2025

Stanice	Průměrné měsíční srážky (mm)												Σ roční
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Hradec n. Svitavou													
suma denních srážek	195	23	25	23	23	5	26	38	40	90	63	25	576
měsíční normál	61	43	39	40	38	32	43	38	66	68	88	71	627
% normálu	320	53	64	58	61	16	60	100	61	132	72	35	92
Jaroměřice n. Rokyt.													
suma denních srážek	154	20	9	22	8	10	13	15	24	70	79	18	442
měsíční normál	55	38	33	27	24	19	30	29	61	65	72	63	516
% normálu	280	53	27	81	33	53	43	52	39	108	110	29	86
Lípa													
suma denních srážek	65	34	19	31	14	9	14	34	35	39	89	43	426
měsíční normál	51	39	37	33	35	26	35	28	63	70	81	81	579
% normálu	127	87	51	94	40	35	40	121	56	56	110	53	74



Tab. 1.3.2: Průměrné měsíční teploty rok 2024/2025

Stanice	Průměrné měsíční teploty (°C)												Ø roční
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Hradec n. Svitavou													
Ø denní teplota (°C)	15,1	10,0	2,4	0,4	-0,3	-1,4	4,7	9,9	10,7	17,7	18,0	17,6	8,7
měsíční normál (°C)	12,7	7,9	3,3	-1,1	-2,2	-1,1	2,5	7,9	12,7	16,1	17,7	17,6	7,8
Jaroměřice n. Rokyt.													
Ø denní teplota (°C)	15,8	10,0	2,6	0,9	-0,5	-0,7	5,9	10,9	12,4	19,3	19,2	19,4	9,6
měsíční normál (°C)	11,4	8,3	3,5	-0,7	-1,6	-0,3	3,6	9,0	13,7	17,5	19,3	19,0	8,6
Lípa													
Ø denní teplota (°C)	14,8	9,7	2,4	0,4	-0,4	-1,3	5,0	10,0	11,2	18,5	18,3	18,2	8,9
měsíční normál (°C)	12,7	8,0	3,4	-0,6	-1,7	-0,6	3,0	8,2	12,7	16,2	17,8	17,6	8,1

1.4 Charakteristika zkušebních stanovišť

Charakteristika	Hradec n. Svitavou	Jaroměřice n. Rokytou	Lípa
Zkratka	HRA	JAR	LIP
Kraj	Pardubický	Vysočina	Vysočina
Okres	Hradec n. Svit.	Třebíč	Havlíčkův Brod
Výrobní oblast	bramborářská	bramborářská	bramborářská
Nadmořská výška	481 m n. m.	425 m n. m.	505 m n. m.
Prům. roční teplota	7,8 °C	8,6 °C	7,8 °C
Roční úhrn srážek	627 mm	516 mm	527 mm
Půdní typ	kambizem luvická slabě oglejená	hnědozem modální slabě oglejená	kambizem modální mesobazická
Půdní druh	jílovitohlinitá	jílovitohlinitá	písčitohlinitá
Hloubka ornice	22 - 25 cm	25 cm	18 - 20 cm

1.5 Právní a metodická podpora

- Zákon č. 147/2002 Sb., o Ústředním kontrolním a zkušebním ústavu zemědělském a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o Ústředním kontrolním a zkušebním ústavu zemědělském), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 309/2021 Sb. o odběrech a chemických rozbořech vzorků hnojiv, § 9 Biologické rozbořky a biologické zkoušky
- Metodické pokyny, vydané a platné pro ÚKZÚZ
01/VR Základní metodika přesných polních a nádobových zkoušek
02/VR Prováděcí metodiky polních stacionárních zkoušek



2 Způsob hnojení a dávky hnojiv

2.1 Dávky živin a použitá hnojiva

Minerální dusík (LAV) se aplikuje v dávce, kterou v daném roce pokusná plodina odčerpá plánovanou sklizní (bilanční dávka dusíkatého hnojení v ledku amonném s vápencem). Základní dávka dusíku je pro brambory rané 120 kg/ha, pro kukuřici 150 kg/ha, pro pšenici ozimou 120 kg/ha, hrách 40 kg/ha. Na tuto hladinu minerálního hnojení dusíkem se dopočítávají aplikační dávky ostatních hnojiv, tj. kejdy, digestátů, kompostu (podle jejich aktuálního obsahu dusíku a sušiny). Nehnojí se žádnými dalšími živinami (P, K, Mg, Ca).

Kompost je zařazen do kategorie hnojiv s pomalu uvolnitelným dusíkem, proto je vypočítaná aplikační dávka podle obsahu N dvojnásobná. Kompost ve všech letech pochází z kompostárny Fertia a.s. z Náměšti nad Oslavou. Digestáty pocházejí z bioplynové stanice Lípa u Havlíčkova Brodu a z Opatova, které zpracovávají kukuřičnou siláž, chlévskou mrvu a GPS. U organických hnojiv (digestáty, kompost a kejdy) se zjišťuje obsah základních živin, hodnota pH, organických látek a poměr C:N. Suroviny pro výrobu digestátů: DG Lípa - siláž, kejda skotu a DG Opatov - siláž, jetelotravní senáž, hnůj skotu, kejda prasat.

Podle vyhlášky č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv, ve znění pozdějších předpisů je *kejda* definována jako *statkové hnojivo*, *digestát* a *kompost* jako *organické*. V textu je používán pro všechny tři typy materiálů termín organické hnojivo.

2.2 Chemické složení použitých hnojiv a jejich dávky

Použitá organická hnojiva (digestáty a kejda), byla analyzována před aplikací na jaře 2025 na obsah základních živin a sušiny.

Tab. 2.1: Chemické složení použitých hnojiv a jejich dávky r. 2025

Použitá hnojiva	Chemické vlastnosti - obsah v sušině							dávka kg N/ha
	Sušina (%)	pH	C:N	celkový N (%)	spalitelné látky min. (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	
3.Kejda Lípa	8,8	7,2	11,93	3,61	68,85	1,60	2,70	150
4.DG Lípa	7,53	8,5	6,20	6,35	62,80	2,50	5,20	150
5.DG Opatov	5,35	8,4	4,59	8,66	67,16	2,30	8,40	150
6.Kompost	67,3	8,1	10,0	1,66	29,20	1,00	2,20	300



3 Zhodnocení výnosů

3.1 Sklizňové výsledky

Ve 3. roce III. osevního postupu byl nejvyšší průměrný výnos zjištěn shodně po LAV v Hradci 54,84 t/ha a Jaroměřicích 55,48 t/ha. Výnosy po kejdě byly na třech stanicích shodně na úrovni 51,32 - 52,54 t/ha. Aplikace digestátů působila na výnos nejlépe v Hradci 52,99 t/ha, tj. o 22,1 % více oproti kontrole. V Jaroměřicích a Lípě byly výnosy podobné, mezi 47,34 - 52,57 t/ha. Celkově nejvyšší nárůst výnosu hnojených variant proti kontrole se projevil na Lípě, kejda, digestát Lípa a LAV působily přibližně shodně a výnosy vzrostly o 28 - 36 %. Hnojení kompostem se projevilo nejlépe v Jaroměřicích (51,03 t/ha), následně v Hradci 48,91 t/ha. Nejslabší odezva na hnojení kompostem byla zjištěna na Lípě 44,76 t/ha, přičemž zvýšení proti kontrole dosáhlo 20,4 %.

Tab. 3.1: Průměrný výnos zelené hmoty kukuřice na siláž, stanice **Hradec n. Svitavou** (t/ha)

Varianty hnojení	Výnos za opakování (t/ha)				Průměr	Relativní srovnání (%)	
	A	B	C	D			
1.Nehnojeno	44,50	44,79	44,43	39,86	43,40 ^a	79,1	100
2.LAV	58,07	54,29	53,36	53,94	54,84 ^b	100	126,4
3.Kejda Lípa	55,21	49,79	56,07	49,07	52,54 ^b	95,8	121,1
4.DG Lípa	56,21	48,00	53,64	47,86	51,43 ^b	93,8	118,5
5.DG Opatov	52,00	52,86	53,79	53,29	52,99 ^b	96,6	122,1
6.Kompost	49,07	49,71	48,21	48,64	48,91 ^a	89,2	112,7

Odlíšná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.

Tab. 3.2: Průměrný výnos zelené hmoty kukuřice na siláž, stanice **Jaroměřice n. R.** (t/ha)

Varianty hnojení	Výnos za opakování (t/ha)				Průměr	Relativní srovnání (%)	
	A	B	C	D			
1.Nehnojeno	38,89	39,93	41,89	38,05	39,69 ^a	71,5	100
2.LAV	53,14	52,67	55,58	60,54	55,48 ^b	100	139,8
3.Kejda Lípa	49,02	52,11	51,17	55,76	52,02 ^b	93,8	131,1
4.DG Lípa	49,11	52,86	52,11	49,48	50,89 ^b	91,7	128,2
5.DG Opatov	51,65	53,05	53,48	52,11	52,57 ^b	94,8	132,5
6. Kompost	49,77	52,48	49,67	52,20	51,03 ^b	92,0	128,6

Odlíšná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.

Tab. 3.3: Průměrný výnos zelené hmoty kukuřice na siláž, stanice **Lípa** (t/ha)

Varianty hnojení	Výnos za opakování (t/ha)				Průměr	Relativní srovnání (%)	
	A	B	C	D			
1.Nehnojeno	37,23	38,07	35,63	37,84	37,19 ^a	73,4	100
2.LAV	50,61	49,77	48,85	53,36	50,65 ^{bc}	100	136,2
3.Kejda Lípa	49,85	52,22	50,46	52,75	51,32 ^c	101,3	138,0
4.DG Lípa	49,54	49,01	52,14	51,68	50,59 ^{bc}	99,9	136,0
5.DG Opatov	49,62	47,55	46,48	45,72	47,34 ^{bd}	93,5	127,3
6.Kompost	44,57	43,27	46,33	44,88	44,76 ^d	88,4	120,4

Odlíšná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.



Celkově je v roce 2025 patrná vyrovnanost výnosů jak mezi stanicemi, tak mezi variantami. Výnosy v 15. pokusném roce ukazují na postupně rostoucí produkci po organickém hnojení, projevuje se zejména postupně se zvyšující potenciál kompostu. Písmena A, B, C, D (tab. 3.1 - 3.3) označují 4 opakování každé varianty.

Tab. 3.4: Průměrný výnos kukuřice **všechna stanoviště**

Varianty hnojení	Výnos kukuřice (t/ha)				Relativní srovnání (%)	
	Hradec n. Svit.	Jaroměřice n. Rokyt.	Lípa	Průměr		
1.Nehnojeno	43,40	39,69	37,19	40,09 ^a	74,7	100
2.LAV	54,84	55,48	50,65	53,66 ^b	100	133,8
3.Kejda Lípa	52,54	52,02	51,32	51,96 ^b	96,8	129,6
4.DG Lípa	51,43	50,89	50,59	50,97 ^{bc}	95,0	127,1
5.DG Opatov	52,99	52,57	47,34	50,97 ^{bc}	95,0	127,1
6.Kompost	48,91	51,03	44,76	48,23 ^c	89,9	120,3

Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.

Pro vyjádření výrobnosti je použit přepočet na obilní jednotky (OJ), které slouží k hodnocení produktivnosti plodin odlišných botanických druhů (tab. 3.5). V případě silážní kukuřice je pro přepočet výnosu použit koeficient 0,11.

Tab. 3.5: Přepočítaný průměrný výnos kukuřice na siláž v obilních jednotkách

Varianty hnojení	Výnos kukuřice (OJ/ha)				Relativní srovnání (%)	
	Hradec n. Svit.	Jaroměřice n. Rokyt.	Lípa	Průměr		
1.Nehnojeno	4,78	4,37	4,09	4,41	74,8	100
2.LAV	6,03	6,10	5,57	5,90	100	133,7
3.Kejda Lípa	5,78	5,72	5,64	5,71	96,8	129,5
4.DG Lípa	5,66	5,60	5,57	5,61	95,1	127,1
5.DG Opatov	5,83	5,78	5,21	5,61	95,0	127,0
6.Kompost	5,38	5,61	4,93	5,31	89,9	120,2

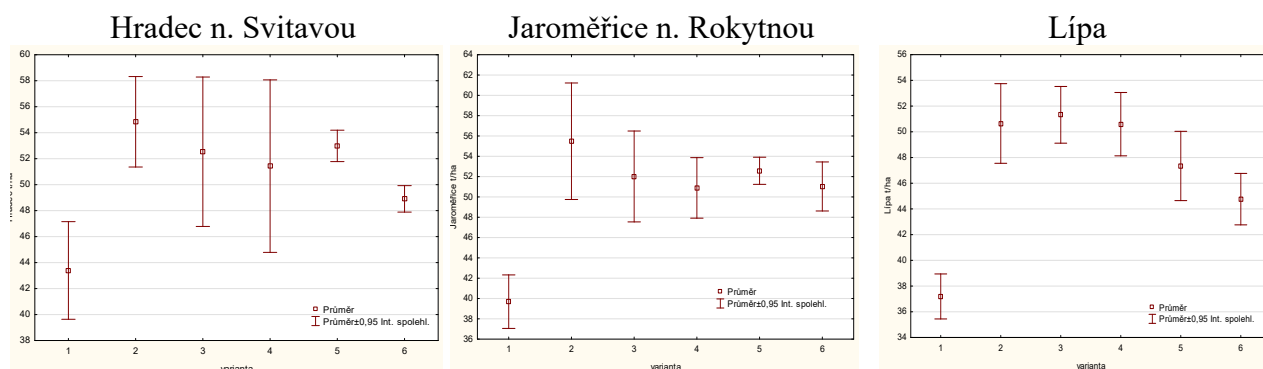
3.2 Statistické zhodnocení výnosů

Výnosy kukuřice byly statisticky vyhodnoceny jednofaktorovou analýzou variance s testováním průkaznosti rozdílů Tukey testem, $p < 0,05$. Výsledky byly zpracovány programem Statistica verze 13.5. Statisticky významné rozdíly mezi variantami jsou znázorněny graficky (3.2 a 3.3.). Deskriptivní statistika výsledků a směrodatné odchylky jsou uvedeny v tabulkách 3.6 - 3.8.

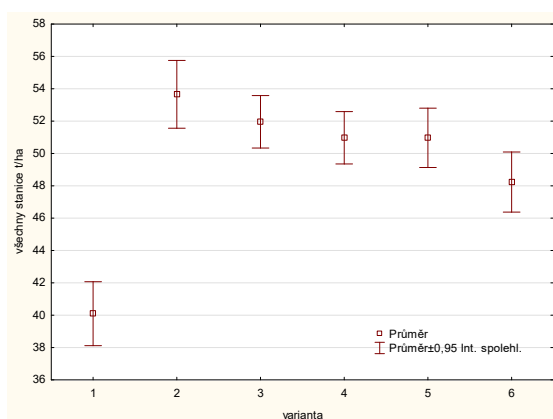
Analýza variance prokázala v Hradci statisticky vysoce průkazné rozdíly mezi výnosy kontroly, hnojení kompostem a mezi variantami č. 2 - 4. V Jaroměřicích a Lípě mezi variantami organicky hnojenými jsou statisticky průkazné rozdíly mezi kontrolou a variantami 2 - 6.



Graf 3.2: Spojnicový graf vícenásobného porovnání vlivu hnojení na výnos kukuřice



Graf 3.3: Spojnicový graf vícenásobného porovnání vlivu hnojení na výnos kukuřice tří lokalit



Souhrnné zhodnocení vlivu testovaných hnojiv na výnos kukuřice vypovídá o statisticky průkazných rozdílech kontroly proti variantě s LAV a kejdou. Mezi oběma digestáty nebyly průkazné rozdíly. Varianta hnojená kompostem vykázala průkazně vyšší výnos než kontrola.

Tab. 3.6: Rozkladová tabulka popisných statistik výnosu kukuřice (t/ha), **Hradec n. Svitavou**

Variety hnojení	průměr	s.d.	Minimum	Maximum	25.kvar.	Medián	75.kvar.
1.Nehojeno	43,40 ^a	2,36	39,86	44,79	43,29	44,47	43,65
2.LAV	54,84 ^b	2,19	53,36	58,07	53,57	53,97	53,94
3.Kejda Lípa	52,54 ^b	3,61	49,07	56,07	49,61	52,50	53,42
4.DG Lípa	51,43 ^b	4,17	47,96	56,21	47,97	50,82	51,98
5.DG Opatov	52,99 ^b	0,76	52,00	53,79	52,65	53,08	53,42
6.Kompost	48,91 ^a	0,64	48,21	49,71	48,53	48,86	48,71



Tab. 3.7: Rozkladová tabulka popisných statistik výnosu kukuřice (t/ha), **Jaroměřice n. Rokyt.**

Variety hnojení	průměr	s.d.	Minimum	Maximum	25.kvar.	Medián	75.kvar.
1.Nehnojeno	39,69 ^a	1,66	38,05	41,89	38,68	39,41	40,27
2.LAV	55,48 ^b	3,60	52,67	60,54	53,02	54,36	56,82
3.Kejda Lípa	52,02 ^b	2,81	49,02	55,76	50,63	51,64	52,95
4.DG Lípa	50,89 ^b	4,17	47,86	56,21	47,97	50,82	51,98
5.DG Opatov	52,57 ^b	0,84	51,65	53,48	52,00	52,58	52,80
6.Kompost	51,03 ^b	0,64	48,21	49,71	48,53	48,86	48,71

Tab. 3.8: Rozkladová tabulka popisných statistik výnosu kukuřice (t/ha), **Lípa**

Variety hnojení	průměr	s.d.	Minimum	Maximum	25.kvar.	Medián	75.kvar.
1.Nehnojeno	37,19 ^a	1,10	35,63	38,07	36,83	37,54	37,35
2.LAV	50,65 ^{bc}	1,95	48,85	53,36	49,54	50,19	51,33
3.Kejda Lípa	51,32 ^c	1,39	49,85	52,75	50,31	51,34	51,68
4.DG Lípa	50,59 ^{bc}	1,55	49,01	52,14	49,41	50,61	51,80
5.DG Opatov	47,34 ^{bd}	1,69	45,72	49,62	46,29	47,02	46,70
6.Kompost	44,76 ^d	1,26	43,27	46,33	44,25	44,73	45,24



4 Anorganické rozbory rostlinných vzorků

Anorganické rozbory byly provedeny v reprezentativních vzorcích zelené hmoty silážní kukuřice, které byly odebrané z každého ze čtyř opakování a všech pokusných variant při sklizni. Analýzy provedla akreditovaná laboratoř NRL ÚKZÚZ Opava.

4.1 Popis chemických metod pro stanovení rostlinných vzorků

Stanovení dusíku, fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku: při mineralizaci na mokré cestě byly rostlinné vzorky oxidovány H_2O_2 v H_2SO_4 za katalytického působení selenu. Stanovení bylo provedeno metodou ICP-OES (atomový optický emisní spektrometr s indukčně vázaným plazmatem), (ZBÍRAL, 2005). Nejistota stanovení vyjadřuje pološíří intervalu, ve kterém se s 95 % pravděpodobností nachází výsledek, činí pro P, K, Mg 10 %, N 4,5 %.

Stanovení ADF, NDF, vlákniny, cukrů, škrobu, vlákniny, stravitelnosti vlákniny a N látek: vybrané parametry byly stanoveny metodou NIRS. Měření probíhá v blízké infračervené spektrální oblasti v rozsahu vlnových délek 1100 - 2500 nm s reflektanční detekcí. Výsledky byly vyhodnoceny matematickými a statistickými postupy z příslušného kalibračního modelu. Kalibrační model pro určitý parametr vyjadřuje míru korelace mezi výsledky získanými metodou NIRS a laboratorní referenční metodou (LRM). Výsledky jsou uvedeny v jednotkách % (abs.) v původní hmotě.

4.2 Obsah makroelementů v silážní kukuřici

Nejvyšší obsah dusíku v kukuřici byl na všech stanicích zjištěn po minerálním hnojení, kde dosahoval v průměru 1,26 % N. Organická hnojiva digestáty a kejda vykázaly v průměru těsné rozmezí obsahu N na úrovni 0,97 - 1,0 % N. Výsledky analýz dalších makroživin prezentují tabulky 4.1 - 4.4. K mírně vyššímu obsahu fosforu a draslíku přispěla všechna organická hnojiva včetně kompostu.

Tab. 4.1: Průměrné obsahy (n=4) makroelementů v kukuřici na siláž, **Hradec n. Svitavou**

Varianty hnojení	sušina (%)	Průměrný obsah makroelementů v sušině (%)				
		N	P	K	Mg	Ca
1.Nehnojeno	90,69	0,78	0,16	0,97	0,11	0,33
2.LAV	90,78	1,07	0,17	0,91	0,14	0,38
3.Kejda Lípa	90,44	0,99	0,20	1,12	0,11	0,28
4.DG Lípa	90,54	0,98	0,19	1,35	0,11	0,31
5.DG Opatov	90,71	1,00	0,19	1,41	0,10	0,29
6.Kompost	90,67	0,91	0,18	1,61	0,09	0,28

Tab. 4.2: Průměrné obsahy (n=4) makroelementů v kukuřici na siláž, **Jaroměřice n. R.**

Varianty hnojení	sušina (%)	Průměrný obsah makroelementů v sušině (%)				
		N	P	K	Mg	Ca
1.Nehnojeno	89,56	0,73	0,17	1,00	0,16	0,31
2.LAV	89,43	1,31	0,17	1,12	0,22	0,36
3.Kejda Lípa	89,67	0,90	0,18	1,14	0,17	0,33
4.DG Lípa	89,58	0,95	0,18	1,19	0,18	0,32
5.DG Opatov	89,74	0,96	0,18	1,31	0,17	0,31
6.Kompost	89,78	0,89	0,19	1,44	0,16	0,33



Tab. 4.3: Průměrné obsahy (n=4) makroelementů v kukuřici na siláž, **Lípa**

Varianty hnojení	sušina (%)	Průměrný obsah makroelementů v sušině (%)				
		N	P	K	Mg	Ca
1.Nehnojeno	90,45	0,93	0,18	0,87	0,15	0,27
2.LAV	89,75	1,39	0,18	0,94	0,19	0,34
3.Kejda Lípa	90,08	1,01	0,20	0,99	0,15	0,27
4.DG Lípa	90,82	1,01	0,19	1,20	0,14	0,29
5.DG Opatov	90,55	1,02	0,19	1,13	0,12	0,25
6.Kompost	91,00	0,94	0,20	1,36	0,12	0,28

Tab. 4.4: Průměrné obsahy (n=4) makroelementů v kukuřici na siláž, **všechny lokality**

Varianty hnojení	sušina (%)	Průměrný obsah makroelementů v sušině (%)				
		N	P	K	Mg	Ca
1.Nehnojeno	90,23	0,81	0,17	0,95	0,14	0,31
2.LAV	89,98	1,26	0,17	0,99	0,18	0,36
3.Kejda Lípa	90,06	0,97	0,19	1,08	0,14	0,30
4.DG Lípa	90,31	0,98	0,19	1,25	0,14	0,30
5.DG Opatov	90,33	1,00	0,19	1,28	0,13	0,28
6.Kompost	90,48	0,91	0,19	1,47	0,13	0,30

4.3 Kvalitativní parametry silážní kukuřice

Obsah N látek zvýšilo minerální hnojení (v průměru 7,74 %), po organickém hnojení byl obsah N látek srovnatelný mezi 6,5 - 6,76 % (tab. 4.5.)

Cukry tvoří převážnou část biomasy píce, jejich vysoká kvalita je spojována s rychlým trávením vlákniny a vysokým příjmem NDF, a tím i s vyšší užitkovostí. Průměrný obsah cukrů byl u kontroly a LAV srovnatelný 11 %. Digestáty s kejdou působily shodně (mezi 10,4 - 10,7 %) a po kompostu 9,9 %.

Nejvyšší obsah škrobu v silážní kukuřici byl zjištěn po hnojení kejdou 26,9 %, stejně jako v roce 2019. Organická hnojiva včetně kompostu vykazovala vyšší obsahy škrobu (25,1 - 26,9 %) než hnojení LAV (23,7 %).

K přesnějšímu určení skutečného obsahu vlákniny v krmivech se používá stanovení neutrálně detergentní vlákniny (NDF) a acidodetergentní vlákniny (ADF). Acidodetergentní vláknina obsahuje celulózu a lignin, jde o lignocelulózový zbytek buněčných stěn rostlinných pletiv. Průměrný obsah byl zjištěn v rozmezí 24,67 % (kompost) až 24,70 % (LAV). Neutrálně detergentní vláknina zahrnuje celkový obsah celulózy, hemicelulóz a ligninu, nejvíce ji ovlivnilo minerální hnojení (49,23 %) a kompost (48,98 %) a dále hnojení digestáty (47,9 %). Vláknina představuje organické látky, které neobsahují tuk, její obsah velmi mírně navýšily digestáty, naproti tomu hnojení kejdou tento parametr nepatrně snižovalo. Stravitelnost vlákniny byla naměřena v průměru mezi 71,06 % (kompost) - 73,15 % (kontrola).



Tab. 4.5: Průměrné obsahy (n=4) sušiny, N látek, cukrů, škrobu

Varianty hnojení	sušina %				N látky %			
	HRA	JAR	LIP	Průměr	HRA	JAR	LIP	Průměr
1. Nehnojeno	90,69	89,56	90,45	90,23	5,37	5,94	5,76	5,69
2. LAV	90,78	89,43	89,75	89,98	6,92	8,28	8,03	7,74
3. Kejda Lípa	90,44	89,67	90,08	90,06	6,20	6,71	6,58	6,49
4. DG Lípa	90,54	89,58	90,82	90,31	6,30	7,10	6,88	6,76
5. DG Opatov	90,71	89,74	90,55	90,33	6,19	6,93	7,00	6,70
6. Kompost	90,67	89,78	91,00	90,48	5,92	6,40	6,57	6,30
Varianty hnojení	Cukr %				Škrob %			
	HRA	JAR	LIP	Průměr	HRA	JAR	LIP	Průměr
1. Nehnojeno	9,0	16,3	7,7	11,0	26,2	18,6	30,8	25,2
2. LAV	9,6	14,7	9,4	11,2	24,9	19,0	27,1	23,7
3. Kejda Lípa	7,8	14,9	9,5	10,7	31,5	19,2	30,1	26,9
4. DG Lípa	8,3	15,6	7,7	10,5	27,2	18,7	29,1	25,0
5. DG Opatov	7,0	16,0	8,3	10,4	30,1	16,4	29,6	25,4
6. Kompost	7,7	14,4	7,7	9,9	26,1	19,7	29,5	25,1

Tab. 4.6: Průměrné obsahy (n=4) vlákniny, stravitelnosti, vlákniny, ADF, NDF

Varianty hnojení	Vláknina %				Stravitelnost vlákniny %			
	HRA	JAR	LIP	Průměr	HRA	JAR	LIP	Průměr
1. Nehnojeno	20,63	19,59	19,14	19,78	71,86	74,24	73,37	73,15
2. LAV	20,38	20,99	20,50	20,62	71,29	70,70	71,23	71,07
3. Kejda Lípa	19,02	21,09	18,59	19,57	72,57	71,10	73,68	72,45
4. DG Lípa	20,60	20,92	19,89	20,47	70,82	71,14	72,64	71,53
5. DG Opatov	20,34	21,64	19,56	20,51	70,89	70,35	73,16	71,47
6. Kompost	21,95	21,12	19,77	20,94	69,01	71,08	73,09	71,06
Varianty hnojení	ADF %				NDF %			
	HRA	JAR	LIP	Průměr	HRA	JAR	LIP	Průměr
1. Nehnojeno	23,51	23,93	21,35	22,93	48,57	45,69	46,41	46,89
2. LAV	23,42	26,35	24,34	24,70	48,40	50,04	49,25	49,23
3. Kejda Lípa	22,36	25,96	21,81	23,37	45,18	48,50	44,09	45,92
4. DG Lípa	23,69	25,99	22,53	24,07	48,46	48,02	47,18	47,89
5. DG Opatov	23,62	26,85	22,62	24,36	48,68	49,31	45,76	47,91
6. Kompost	25,65	25,95	22,42	24,67	51,52	48,28	47,15	48,98



Tab. 4.7: Průměrná hodnota Starch indexu (SI) % (n=4)

Varianty hnojení	sušina %			
	HRA	JAR	LIP	Průměr
1. Nehnojeno	0,54	0,41	0,66	0,54
2. LAV	0,52	0,38	0,55	0,48
3. Kejda Lípa	0,70	0,40	0,68	0,59
4. DG Lípa	0,56	0,39	0,62	0,52
5. DG Opatov	0,62	0,33	0,65	0,53
6. Kompost	0,51	0,41	0,62	0,51

Starch Index (SI) je ukazatel kvality silážní kukuřice, který vyjadřuje poměr mezi obsahem škrobu a vlákniny (NDF), vypovídá o množství energeticky hodnotného škrobu na jednotku vlákniny. Čím je vyšší SI, tím vyšší je energetická hodnota a stravitelnost siláže pro přežvýkavce, hodnotí poměr mezi zrnem a vláknitou částí. Starch Index se vypočítá ze dvou klíčových parametrů, a to obsah škrobu / NDF. Z výsledků (tab. 4.7) vyplývá, že kukuřice dosahovala průměrné kvality.

Starch Index	Hodnocení
> 0,70	Vysoká kvalita, siláž bohatá na škrob a dobře stravitelná
0,60 - 0,70	Standardní kvalitní siláž
0,50 - 0,60	Průměrná kvalita
< 0,50	Nízká kvalita

4.4 Odběr živin silážní kukuřicí

Obsah jednotlivých prvků v sušině kukuřice a množství základních živin exportovaných výnosem prezentuje tabulka 4.8. Výpočet odběru zahrnuje výnos a obsah živin stanovený v siláži. Rozdíly mezi lokalitami v odběru živin vzhledem k výši výnosu jsou evidentní. Exporty fosforu a hořčíku jsou poměrně vyrovnané. Odčerpání draslíku vykazuje u organicky hnojených variant velké rozdíly, po kompostu v Hradci kukuřice odebrala 252 kg K/ha na Lípě 195 kg K/ha. Můžeme konstatovat, že odběr draslíku a dusíku je na Lípě omezenější. Nejvyšší odběr dusíku byl zjištěn u varianty hnojené LAV u všech tří stanic, a to v rozpětí 188 - 233 kg N/ha. Odběry N po aplikaci kejdy a digestátů v rámci lokalit lze hodnotit jako poměrně vyrovnané. Varianta hnojená výhradně kompostem odčerpala mezi 134 - 146 kg N/ha.

**Tab. 4.8:** Průměrný odběr živin silážní kukuřicí

Stanice	Varianty hnojení	Průměrný odběr živin kg/ha (n=4)				
		N	P	K	Mg	Ca
Jaroměřice n. Rokytnou	1.Nehnojeno	92,5	22,1	126,6	20,1	39,3
	2.LAV	233,4	30,0	199,3	38,7	63,4
	3.Kejda Lípa	149,6	29,8	189,5	28,3	55,3
	4.DG Lípa	154,5	29,9	194,0	28,7	51,5
	5.DG Opatov	161,9	30,8	220,0	27,8	51,4
	6.Kompost	145,8	31,1	234,5	26,5	53,9
Lípa	1.Nehnojeno	111,0	21,2	103,2	17,8	32,6
	2.LAV	225,0	29,3	152,9	31,2	55,0
	3.Kejda Lípa	166,3	32,0	162,5	24,2	44,0
	4.DG Lípa	164,0	31,4	194,9	22,9	46,3
	5.DG Opatov	154,9	29,2	171,2	18,5	37,8
	6.Kompost	133,9	28,8	194,8	17,8	39,4
Hradec n. Svitavou	1.Nehnojeno	108,0	22,7	135,4	15,5	46,5
	2.LAV	187,8	30,4	159,7	24,4	66,3
	3.Kejda Lípa	166,4	33,6	187,7	18,1	47,9
	4.DG Lípa	160,9	31,4	222,3	18,1	51,1
	5.DG Opatov	170,0	32,7	238,9	16,1	48,4
	6.Kompost	142,9	28,5	252,6	14,1	44,3
Průměrný odběr živin tři lokality	1.Nehnojeno	104	22	122	18	39
	2.LAV	216	30	170	31	62
	3.Kejda Lípa	161	32	180	24	49
	4.DG Lípa	160	31	204	23	50
	5.DG Opatov	162	31	210	21	46
	6.Kompost	141	29	227	19	46

5 Účinnost hnojiv a bilance dusíku

5.1 Účinnost dusíku

Výpočet efektivity využití dusíku, který je určující živinou dodávanou hnojivem v pokusu, lze použít pro hodnocení reakce plodin na podmínky pěstování a také omezenější vstupy dalších živin. Nehnojená kontrola, která má nulový přísun dusíku, nemá výpočet uveden.

Efektivita se vyjadřuje jako poměr mezi N dodaným a N přijatým rostlinami. Vliv dusíku v hnojivech aplikovaných pro hnojení kukuřice lze sledovat z rozdílu dodaného množství N a odebraného N siláží. Tento výpočet (Balík a kol., 2012) vyhodnocuje podíl přímého působení N z dodaných hnojiv. Zbývající část dusíku bývá pokryta z mineralizačně-imobilizačního koloběhu N v půdě. **Efektivita využití N** neboli účinnost dusíku (Recovery Efficiency) se vypočítá podle vzorce: $RE-N = (\text{odběr } N \text{ hlavním produktem na hnojené variantě} - \text{odběr hlavním produktem na nehnojené variantě}) / \text{dávka } N \text{ na hnojené variantě}$. Minerální hnojení vykazuje využití N v poměrně širokém rozpětí od 53 % (HRA) do 94 % (JAR). Digestáty a kejda v průměru 29 - 41 %. Nízký obsah N pomalu uvolnitelného z kompostu se promítl i do odběru N sklizní. RE-N zde dosahuje jen 8 - 18 % využití.

**Tab. 5.1:** Agronomické využití dusíku z hnojiv a porovnání se vstupy z hnojiv (n = 4)

Stanice	Varianta hnojení	Efektivita využití	Utilizace
		RE-N (%)	U-N (%)
Jaroměřice n. Rokytnou	1.Nehnojeno	-	-
	2.LAV	93,9	156
	3.Kejda Lípa	38,1	100
	4.DG Lípa	41,4	103
	5.DG Opatov	46,3	108
	6.Kompost	17,8	49
Lípa	1.Nehnojeno	-	-
	2.LAV	76,0	150
	3.Kejda Lípa	36,9	111
	4.DG Lípa	35,3	109
	5.DG Opatov	29,3	103
	6.Kompost	7,7	45
Hradec n. Svitavou	1.Nehnojeno	-	-
	2.LAV	53,2	125
	3.Kejda Lípa	39,0	111
	4.DG Lípa	35,3	107
	5.DG Opatov	41,3	113
	6.Kompost	11,6	48
Průměr	1.Nehnojeno	-	-
	2.LAV	74,4	144
	3.Kejda Lípa	38,0	107
	4.DG Lípa	37,3	106
	5.DG Opatov	39,0	108
	6.Kompost	12,4	47

Agronomickou interpretaci vlivu využití dusíku z hnojiv vyjadřuje **utilizace dusíku** (Utilization of Nitrogen), což je podíl N odebraného hlavním sklizňovým produktem a dávka N aplikovaná k plodině. $U-N (\%) = \frac{\text{množství N odebrané výnosem (kg/ha)}}{\text{aplikované množství N (kg/ha)}}$. Utilizace dusíku na variantách 2 - 5 a všech stanovištích byla vyšší než 100 % to znamená, že kukuřice pravděpodobně využila i dusík ze srážek nebo z mineralizace půdní organické hmoty než přímo z dodaných hnojiv. Varianta hnojená kompostem na všech stanovištích dosáhla podobné utilizace mezi 45 - 49 %, což znamená přibližně o polovinu nižší využití dusíku.

5.2 Bilance dusíku

Pro komplexní zhodnocení aktuálního působení dusíku dodaného ověřovanými hnojivy byla vypočítána bilance živin. Na straně **vstupů** jsou zohledněny živiny dodané hnojením a dešťovými srážkami. Na straně **výstupů** jsou živiny odebrané vyprodukovanou kukuřicí (tab. 5.3). Dešťové srážky reprezentují atmosférickou depozici dusíku, která je součástí hodnocení pokusů za období od září 2024 do srpna 2025 na konkrétní zkušební stanici. Depozice dusíku srážkami za sledované období se v souhrnu pohybovala od 2,6 do 14,8 kg N/ha. V Jaroměřicích vlivem podlimitních srážek během vegetačního období je depozice dešťových srážek a množství dusíku zanedbatelně malé, jen 2,6 kg/ha.

U kontroly byla zjištěna vzhledem k trvalému vynechání jakéhokoliv hnojení záporná bilance N v průměru tří stanic -96 kg N/ha, což je ve srovnání s předchozími roky dvojnásobně vyšší deficit. Varianty organicky hnojené vykazovaly schodek mezi - 2 až - 5 kg N/ha. Aplikace



LAV vzhledem k výši výnosů a odběru N vykazuje deficit -58 kg N/ha. Kompost díky dvojnásobné dávce dodaného N v teoretickém výpočtu měřitelných faktorů vykazuje kladnou bilanci 167 kg N/ha.

Tab. 5.2: Vstupy dusíku hnojivy a srážkami za období srpen 2024 až září 2025

Varianty hnojení	Měřitelné vstupy dusíku hnojivy a dešťovými srážkami (kg N/ha)				
	hnojiva	Hradec n. Svit.	Jaroměřice	Lípa	průměr VSTUPY
1.Nehnojeno	0	14,8	2,6	5,3	7,6
2.LAV	150	14,8	2,6	5,3	158
3.Kejda Lípa	150	14,8	2,6	5,3	158
4.DG Lípa	150	14,8	2,6	5,3	158
5.DG Opatov	150	14,8	2,6	5,3	158
6.Kompost	300	14,8	2,6	5,3	308

Tab. 5.3: Odběr N hlavním produktem

Varianty hnojení	Měřitelné výstupy dusíku (kg N/ha)			
	odběr N hlavním a vedlejším produktem			průměr VÝSTUPY
	Hradec n. Svit.	Jaroměřice	Lípa	
1.Nehnojeno	108	93	111	104
2.LAV	188	234	225	216
3.Kejda Lípa	167	150	166	161
4.DG Lípa	161	155	164	160
5.DG Opatov	170	162	155	162
6.Kompost	143	146	134	141

Tab. 5.4: Výpočet bilance dusíku

Varianty hnojení	Bilance dusíku stanoviště (kg N/ha)			průměrná bilance N (kg N/ha)
	Hradec n. Svit.	Jaroměřice	Lípa	
1.Nehnojeno	-93	-90	-106	-96
2.LAV	-23	-81	-70	-58
3.Kejda Lípa	-2	3	-11	-3
4.DG Lípa	4	-2	-9	-2
5.DG Opatov	-5	-9	0	-5
6.Kompost	172	157	171	167

6 Agrochemické rozborů půdních vzorků

6.1 Popis chemických metod pro stanovení půdních vzorků

Stanovení výměnné půdní reakce: aktivita iontů vodíku byla měřena pH metrem v extrakčním roztoku 0,01 mol. l⁻¹ CaCl₂ skleněnou iontově selektivní elektrodou (Zbiral, 2002) podle ISO normy 10390 (Zbiral, 2000).

Stanovení přístupných živin a mikroelementů (ME): prvky byly extrahovány ve vzorcích zeminy v roztoku Mehlich 3. Ke stanovení byla použita metoda ICP-OES, tj. optické atomové emisní spektrometrie v indukčně vázaném plazmatu. Zbiral J. a kol. 2016: Jednotné pracovní postupy - Analýza Půd I, Postup 30074.1.

Stanovení minerálního dusíku v půdě: stanovení nitratového dusíku bylo prováděno iontově selektivní elektrodou po vyluhování půdy síranem draselným. Stanovení amonného dusíku bylo prováděno spektrofotometricky indofenolovou metodou po vyluhování síranem draselným (Zbiral et al., 2004).



Stanovení Cox, glomalinu, CTOC, NTOT: metodou NIR spektroskopie v blízké infračervené spektrální oblasti (4 000 - 10 000) cm^{-1} tj. (1 000–2 500) nm s reflektanční detekcí (Zbiral J. a kol., 2011: Analýza půd III, JPP ÚKZÚZ, JPP ÚKZÚZ, postup č. 30910.1).

6.2 Půdní reakce, obsah přístupných živin a mikroelementů

Výměnná půdní reakce se vlivem hnojení nezměnila v Hradci n. Svitavou, všechny varianty vykázaly neutrální pH 6,9 - 7,0. V Jaroměřicích bylo pH 5,9 tj. slabě kyselé, po kompostu nastalo zvýšení na neutrální pH 6,7. Na písčitohlinité půdě na Lípě se výměnná reakce zvýšila rovněž po kompostu na pH 6,7, naproti tomu LAV působí zcela opačně a vykazuje pH 4,8, což je kyselé reakce, způsobená uvolňováním H^+ a vápenec přítomný v hnojivu není schopen acidifikaci zastavit. Tento trend u variant (kejda, digestáty) pH 6,1–6,3 je setrvalý a ustálený, naproti tomu acidifikace minerálně hnojené varianty na Lípě se prohlubuje.

Z výsledků obsahu přístupných živin je zřejmé, že zásobu mírně zvyšují na všech stanicích všechny organické materiály, nejlépe působí kompost (tab.6.1 - 6.3). Porovnání zásoby přístupných živin ve vzorcích půdy odebraných po sklizni kukuřice se porovnávají s kritérii uvedenými v tab. 6.4. Významně se postupně navyšuje každým rokem obsah fosforu (vyhovující zásoba), draslíku (vyhovující až dobrá) zejména na Lípě (vysoká zásoba), vápníku i hořčíku po hnojení kompostem.

Obsah mikroelementů včetně síry nevykazuje významné rozdíly mezi variantami, úroveň je vázaná na přirozenou zásobu těchto prvků v půdě pocházející z převážně z matečného substrátu na dané lokalitě. Výjimkou je ale opět aplikace kompostu, kdy byl zaznamenán vyšší obsah boru, síry a hořčíku oproti variantám hnojeným ostatními materiály.

Tab. 6.1: Průměrný obsah přístupných živin a ME - Hradec n. Svitavou, střední půda

Varianty hnojení	pH/ CaCl_2	Obsah přístupných živin a mikroelementů (mg/kg)									
		P	K	Ca	Mg	Cu	B	Fe	Mn	Zn	S
1.Nehnojeno	7,0	77	133	2860	65	2,31	0,51	331	161	3,87	8,0
2.LAV	6,9	72	118	2390	60	2,19	0,50	315	154	3,47	7,0
3.Kejda Lípá	7,0	77	131	2265	73	1,96	0,50	307	142	4,28	8,8
4.DG Lípá	7,0	75	156	2418	76	1,81	0,51	302	141	3,79	8,6
5.DG Opatov	7,0	78	187	2358	71	1,54	0,51	293	131	3,77	7,9
6.Kompost	7,0	108	273	2770	95	1,52	0,65	313	131	5,05	11,7

Tab. 6.2: Průměrný obsah přístupných živin a ME - Jaroměřice n. Rokytinou, střední půda

Varianty hnojení	pH/ CaCl_2	Obsah přístupných živin a mikroelementů (mg/kg)									
		P	K	Ca	Mg	Cu	B	Fe	Mn	Zn	S
1.Nehnojeno	6,1	51	136	2681	219	2,99	0,52	235	165	2,44	6,3
2.LAV	5,9	44	134	2688	224	2,88	0,51	237	162	2,23	5,7
3.Kejda Lípá	6,4	65	159	2881	303	3,22	0,56	246	162	3,09	7,1
4.DG Lípá	6,3	74	186	2913	314	3,08	0,55	248	152	2,99	6,6
5.DG Opatov	6,1	71	208	2931	297	2,77	0,52	245	145	2,58	5,6
6. Kompost	6,7	169	389	3703	349	2,62	1,11	273	136	6,70	12,4



Tab. 6.3: Průměrný obsah přístupných živin a ME - Lípa, střední půda

Varianty hnojení	pH/CaCl ₂	Obsah přístupných živin a mikroelementů (mg/kg)									
		P	K	Ca	Mg	Cu	B	Fe	Mn	Zn	S
1.Nehnojeno	5,6	42	82	1725	102	1,95	0,50	304	110	1,73	10,8
2.LAV	4,8	43	73	1523	95	1,87	0,50	332	105	1,88	7,9
3.Kejda Lípa	6,3	47	128	2043	177	2,37	0,50	308	124	2,65	10,3
4.DG Lípa	6,3	47	133	1970	154	2,13	0,50	301	117	2,27	9,0
5.DG Opatov	6,1	43	156	1900	118	2,04	0,50	302	115	2,12	9,9
6.Kompost	6,7	139	415	2708	189	1,95	0,67	360	120	6,25	16,0

Tab. 6.4: Kritéria hodnocení obsahu P, K a Mg (mg/kg) na orné půdě (Mehlich 3)

Kategorie obsah	FOSFOR	DRASLÍK			HOŘČÍK		
		lehká	střední	těžká	lehká	střední	těžká
nízký	do 50	do 100	do 105	do 170	do 80	do 105	do 120
vyhovující	51 - 80	101 - 160	106 - 170	171 - 260	81 - 135	106 - 160	121 - 220
dobrý	81 - 115	161 - 275	171 - 310	261 - 350	136 - 200	161 - 265	221 - 330
vysoký	116 - 185	276 - 380	311 - 420	351 - 510	201 - 285	266 - 330	331 - 460
velmi vysoký	nad 185	nad 380	nad 420	nad 510	nad 285	nad 330	nad 460

Tab. 6.5: Kritéria hodnocení půdní reakce

pH	Hodnocení
do 4,5	extrémně kyselá
4,6-5,0	silně kyselá
5,1-5,5	kyselá
5,6-6,5	slabě kyselá
6,6-7,2	neutrální
7,3-7,7	alkalická
nad 7,7	silně alkalická

Tab. 6.6: Pracovní kritéria hodnocení obsahu mikroelementů na všech druzích pozemků

Mikroelement	Půdní druh	Hodnocení obsahu (mg/kg) metoda Mehlich 3		
		nízký	dobrý	vysoký
Bor (B)	L	do 0,55	0,56–0,75	nad 0,75
	S	do 0,70	0,71–1,00	nad 1,00
	T	do 0,85	0,86–1,40	nad 1,40
Měď (Cu)	L, S, T	do 1,6	1,61–4,5	nad 4,5
Zinek (Zn)	L, S, T	do 2,2 ¹⁾	2,21–5,0	nad 5,0
Mangan (Mn)	L, S, T	do 30,0 (< 45,0) ²⁾	30,1–200	nad 200
Železo (Fe)	L, S, T	do 60,0	60,0–420	nad 420

¹⁾ Doporučení pro obilniny

²⁾ Doporučení hnojit na půdách obsahujících méně než 15 mg/kg



Tab. 6.7: Pracovní kritéria hodnocení obsahu síry na všech druzích pozemků (Mehlich 3)

Kategorie obsah (mg/kg)	Hodnocení
do 10	velmi kritický
11 - 20	nízký
21 - 30	vyhovující
31 - 40	dobrý
41 - 50	vysoký

6.3 Hodnocení půdní organické hmoty

Předkládané výsledky parametrů organické hmoty reprezentují vzorkování půdy čtyř opakování všech variant (tab.6.8 - 6.10) po sklizni kukuřice, prezentují tak stav po 15 letech vedení pokusu. Opakovaná aplikace organických hnojiv a kompostu neproказuje významnější rozdíly mezi variantami, zejména přihlédneme-li k velmi úzkému rozsahu zjištěných hodnot.

Kompost je jediným materiálem, u něhož byl zaznamenán významnější pozitivní vliv na sledované parametry. V Jaroměřicích opakovaná a pravidelná aplikace kompostu zvýšila Cox na 1,14 %, oproti kontrole 0,85 %. Dalším pozitivem je zvýšení glomalinu na všech třech stanovištích, který plní funkci agregace půdních částic a dále velmi důležitou schopnost retence vody. Pravidelná aplikace digestátů a kejdy přispívává k mírnému zvýšení glomalinu, porovnáváme-li výsledky s minerálně hnojenou variantou či kontrolou zejména na stanovišti Lípa. V Hradci rozdíly mezi variantami v obsahu Cox ve srovnání s nehnojenou kontrolou nejsou zřejmé. Celkový dusík žádné z testovaných hnojiv průkazně neovlivňuje.

Tab. 6.8: Průměrné hodnoty parametrů organické hmoty, **Hradec n. Svitavou**

Varianty hnojení	Parametry kvality organické hmoty (n = 4)				
	N _{TOT} %	Cox %	Glomalin mg/g	Q4/6	CTOC %
1.Nehnojeno	0,20	1,65	3,02	4,47	1,77
2.LAV	0,20	1,61	2,78	4,39	1,73
3.Kejda Lípa	0,21	1,66	2,83	4,48	1,78
4.DG Lípa	0,20	1,61	2,83	4,48	1,73
5.DG Opatov	0,20	1,61	2,83	4,50	1,73
6.Kompost	0,20	1,64	2,99	4,56	1,76

Tab. 6.9: Průměrné hodnoty parametrů organické hmoty, **Jaroměřice n. Rokytou**

Varianty hnojení	Parametry kvality organické hmoty (n = 4)				
	N _{TOT} %	Cox %	Glomalin mg/g	Q4/6	CTOC %
1.Nehnojeno	0,21	0,85	2,28	4,82	1,15
2.LAV	0,21	0,92	2,41	4,82	1,19
3.Kejda Lípa	0,21	0,89	2,30	4,78	1,16
4.DG Lípa	0,21	0,88	2,06	4,88	1,17
5.DG Opatov	0,20	0,87	1,94	4,92	1,12
6.Kompost	0,23	1,14	3,43	5,02	1,41



Tab. 6.10: Průměrné hodnoty parametrů organické hmoty, **Lípa**

Varianty hnojení	Parametry kvality organické hmoty (n = 4)				
	N _{TOT} %	Cox %	Glomalin mg/g	Q4/6	CTOC %
1.Nehnojeno	0,17	1,41	1,89	5,38	1,50
2.LAV	0,18	1,45	1,84	5,50	1,54
3.Kejda Lípa	0,19	1,50	2,18	5,35	1,61
4.DG Lípa	0,19	1,52	2,14	5,38	1,62
5.DG Opatov	0,18	1,43	2,06	5,44	1,53
6.Kompost	0,21	1,72	3,60	5,50	1,84

Definice hodnocených parametrů

- **Celkový dusík (NTOT)** charakterizuje přístupné i nepřístupné formy dusíku, které mezi sebou mohou přecházet.
- **Oxidovatelný organicky vázaný uhlík (Cox)** zastupuje primární a sekundární organickou hmotu v půdě.
- **Glomalin** je glykoprotein vylučovaný do půdy myceliem mykorhizních hub arbuskulárního typu, velmi stabilní sloučenina, nerozpustná ve vodě a odolná k tepelné degradaci.
- **Barevný kvocient Q4/6** vyjadřuje poměr absorbance humusových látek, humusových kyselin a fulvokyselin, které vykazují vysokou intenzitu světelné absorbance UV-VIS spektra při 465 nm a 665 nm.
- **Celkový uhlík (CTOC)** vyjadřuje množství uhlíku uloženého v organických sloučeninách.

7 Obsah minerálního dusíku v půdě

Přeměna dusíkatých látek v půdě do forem pro rostliny přijatelných je závislá na půdních a povětrnostních podmínkách. Intenzita nitrifikace je rozdílná i v průběhu roku. V zimním období je obsah NO₃⁻ a NH₄⁺ v půdách nízký, na jaře dochází k výraznému maximu (duben - květen) obsahu NO₃⁻ a NO₂⁻. Jsou-li nepříznivé podmínky k nitrifikaci, dochází k akumulaci NO₂⁻.

Po jarním maximu klesá obsah minerálního dusíku (N_{min}) na letní minimum, kdy je jeho hladina v půdě relativně stabilní (6 - 8 měsíc). Na podzim dosahuje obsah N_{min} druhého maxima. Vysoká nitrifikace může vést ke značným ztrátám N vyplavením nebo případně denitrifikací. Půdní nitrátový dusík je produktem mikrobiální mineralizace dusíkatých sloučenin, je fyziologicky aktivní a rostlinnými kořeny je přijímán pomocí výměnných reakcí. Náboj nitrátových aniontů se shoduje s převažujícím elektrickým nábojem půdního sorpčního komplexu, proto je NO₃⁻ z půdy rychle vyplavován a způsobuje eutrofizaci vod.

Kapitola 7 hodnotí dva termíny vzorkování minerálního dusíku v ornici v horizontu 0 - 30 cm. První termín vzorkování byl brzy na jaře před hnojením všemi hnojivy, druhý před zámrzem půdy s cílem zjistit zásoby dusíku před zimním obdobím. Pracovní kritéria pro hodnocení dusičnanové formy dusíku vycházejí z rozsáhlé studie a zohledňují nadmořskou výšku hodnocené lokality (tab. 7.1).

Tab. 7.1: Hodnocení obsahu dusičnanového dusíku v půdě (mg/kg) podle nadmořské výšky

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 20,0	nad 16



7.1 Obsah minerálního dusíku na jaře před hnojením

Obsah N_{min} v Hradci (tab. 7.2) vykazoval ve vzorcích půdy brzy na jaře v orniční vrstvě v průměru poměrně vysokou a vyrovnanou zásobu, nejvyšší 23 mg/kg (HRA) po kompostu. Organicky hnojené varianty 3 - 5 vykázaly shodný stav N_{min} 15,2 - 16,2 mg/kg, minerální hnojení pak 19,5 mg/kg. V Jaroměřicích a na Lípě byly hodnoty N_{min} hnojených variant výrazně nižší od 5,1 - 13,7 mg/kg.

Množství pohotového N se v průměru pohybovalo v úzkém rozmezí 46 - 65 kg N/ha, zásadní rozdíly mezi variantami nebyly příliš zřejmé. Zásoba dusíku zejména v Jaroměřicích v termínu před hnojením činila po LAV 30,3 kg N/ha a po kompostu 31 kg N/ha, setřel se tak zcela rozdíl mezi minerálním hnojením a kompostem. Toto množství je ve srovnání s předchozími roky výrazně nižší.

Tab. 7.2: Obsah N_{min} , vzorkování brzy na jaře před hnojením

Varianty hnojení	Obsah Nmin v sušině N kg/ha - horizont 0-30 cm							
	Hradec n. Svit.		Jaroměřice n. R.		Lípa		Průměr	
	odběr 27. 3. 2025		odběr 5. 3. 2025		odběr 10. 4. 2025			
	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha
1.Nehnojeno	14,7	66,0	4,2	18,8	10,5	47,4	9,8	44,1
2.LAV	19,5	87,8	6,7	30,3	11,3	50,8	12,5	56,3
3.Kejda Lípa	16,1	72,6	5,2	23,3	12,4	55,7	11,2	50,5
4.DG Lípa	15,2	68,6	5,1	22,9	10,3	46,5	10,2	46,0
5.DG Opatov	16,2	72,9	5,7	25,5	10,9	49,1	10,9	49,2
6.Kompost	23,0	103,3	6,9	31,0	13,7	61,5	14,5	65,3

Obsah nitrátového dusíku (tab. 7.3) byl hodnocen podle nadmořské výšky konkrétní stanice, velmi bezpečný $N-NO_3^-$ byl zjištěn v Jaroměřicích, přiměřený na Lípě. Jako rizikový lze hodnotit obsah $N-NO_3^-$ v Hradci u varianty LAV a kompostu. Důvodem může být nižší poměr C:N v kompostu, který obvykle obsahuje vyšší množství dusíku, ten se v půdě může kumulovat ve formě $N-NO_3$, což by vysvětlilo takto vysoké hodnoty. Ke kumulaci nitrátové formy dusíku v horizontu 0 - 30 cm mohl přispět i podnormální úhrn srážek, který zmírnil jejich perkolaci do spodních horizontů. Ostatní organicky hnojené varianty (kejda, digestáty) vykazují nadměrný obsah (14,04-15,03 mg/kg).

Amonná forma dusíku $N-NH_4^+$ se na všech třech stanicích pohybovala v průměru od 1,48 mg/kg (kontrola) až po 2,06 mg/kg po hnojení kompostem. Varianta hnojená minerálně LAVem v Jaroměřicích vykazovala vyšší obsahy obou forem N ve srovnání s organicky hnojenými variantami.

**Tab. 7.3:** Obsah N-NO₃⁻ a N-NH₄⁺, vzorkování **brzy na jaře před hnojením**

Varianty hnojení	N-NO ₃ ⁻ (mg/kg) v sušině - horizont 0-30 cm				
	Hradec n. Svit. 460 m n. m.	Jaroměřice 425 m n. m	Lípa 505 m n. m	Průměr	
1.Nehnojeno	13,05	2,56	9,32	8,31	
2.LAV	18,12	4,43	9,96	10,84	
3.Kejda Lípa	14,62	3,31	10,93	9,62	
4.DG Lípa	14,04	3,12	8,75	8,64	
5.DG Opatov	15,03	3,55	9,24	9,27	
6.Kompost	21,25	4,57	11,50	12,44	
Obsah N-NO ₃ ⁻ podle nadmořské výšky					
	velmi bezpečný	bezpečný	přiměřený	nadměrný	rizikový
N-NH ₄ ⁺ mg/kg v sušině - horizont 0-30 cm					
1.Nehnojeno	1,61	1,62	1,22	1,48	
2.LAV	1,40	2,31	1,32	1,68	
3.Kejda Lípa	1,50	1,87	1,45	1,61	
4.DG Lípa	1,20	1,98	1,59	1,59	
5.DG Opatov	1,17	2,12	1,68	1,66	
6.Kompost	1,69	2,33	2,17	2,06	

7.2 Obsah minerálního dusíku před zámrazem

Průměrný obsah N_{min} po sklizni kukuřice byl po organickém hnojení velmi vyrovnaný v rozpětí 6,8 - 7,3 mg/kg. V Jaroměřicích se projevil nezvykle shodný obsah mezi 6,25 - 6,75 mg/kg u variant 2 - 6, podobně na Lípě od 2,04 do 3,82 mg/kg. V Jaroměřicích po hnojení LAV zůstala poměrně značná rezidua N_{min} 14,3 mg/kg, tj. 64,4 kg N/ha. V termínu před zámrazem obsah dusíku, se kterým půda vstupovala do zimního období se pohyboval od 28,7 (DG Lípa) do 34,6 (LAV) kg N/ha. Trvale nehnojené kontroly vykázaly jednoznačně nejnižší obsah N.

Tab. 7.4: Obsah N_{min}, vzorkování **před zámrazem**

Varianty hnojení	Obsah Nmin v sušině a kg N/ha - horizont 0 - 30 cm							
	Hradec n. Svit.		Jaroměřice n. R.		Lípa		Průměr	
	odběr 7. 11. 2025		odběr 12. 11. 2025		odběr 14. 11. 2025			
	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha
1.Nehnojeno	2,11	9,51	7,77	34,97	1,84	8,28	3,9	17,6
2.LAV	6,73	30,31	14,30	64,35	2,04	9,18	7,7	34,6
3.Kejda Lípa	6,26	28,15	10,98	49,41	3,28	14,77	6,8	30,8
4.DG Lípa	6,78	30,51	9,21	41,46	3,16	14,21	6,4	28,7
5.DG Opatov	6,53	29,39	12,67	57,03	2,38	10,71	7,2	32,4
6.Kompost	6,75	30,37	11,25	50,62	3,82	17,21	7,3	32,7

**Tab. 7.5:** Obsah N-NO_3^- a N-NH_4^+ , vzorkování **před zámrazem**

Varianty hnojení	N- NO_3^- (mg/kg) v sušině - horizont 0-30 cm			
	Hradec n. Svit. 460 m n. m.	Jaroměřice n. R. 425 m n. m.	Lípa 505 m n. m.	Průměr
1.Nehnojeno	1,42	6,62	1,41	3,15
2.LAV	6,16	12,87	1,91	6,98
3.Kejda Lípa	5,50	10,05	2,07	5,87
4.DG Lípa	5,66	8,28	2,45	5,46
5.DG Opatov	5,29	10,88	1,81	5,99
6.Kompost	5,28	8,70	3,05	5,68
Hodnocení obsahu N- NO_3^- podle nadmořské výšky				
velmi bezpečný bezpečný přiměřený nadměrný rizikový				
	N- NH_4^+ (mg/kg) v sušině - horizont 0-30 cm			
1.Nehnojeno	0,69	1,15	0,43	0,76
2.LAV	0,57	1,43	0,54	0,85
3.Kejda Lípa	0,76	0,93	1,22	0,97
4.DG Lípa	1,11	0,94	0,70	0,92
5.DG Opatov	1,24	1,79	0,57	1,20
6.Kompost	1,47	2,55	0,78	1,60

V termínu odběru vzorků půdy před zámrazem (tab. 7.5) na Lípě u variant 2 - 6 byl N-NO_3^- byl hodnocen jako velmi bezpečný. V Jaroměřicích byl N-NO_3^- na úrovni přiměřeného obsahu po LAV, kejdě a digestátu Opatov. Ostatní varianty stejně jako výsledky v Hradci vykazují bezpečný obsah. Obsah amonné formy dusíku ve vzorcích odebíraných v listopadu vykazuje výrazně nižší obsah ve srovnání s jarním termínem. Důvodem je zpomalený nebo téměř pozastavený proces nitrifikace. Nejlépe z pohledu obsahu amonného N se jeví varianty na Lípě.

8 Mikrobiologické parametry půdy

Zpracoval RNDr. Jiří Čuhel, PhD. Oddělení mikrobiologických analýz NRL Brno

8.1 Popis mikrobiologických metod

Stanovení C mikrobiální biomasy (C bio) fumigační extrakční metodou. Metoda je vhodná pro půdy s čerstvým přídatkem organické hmoty. Během fumigace půdního vzorku se intaktní mikrobiální buňky lyzují a mikrobiální organická hmota se uvolní do půdy. Neživá organická hmota není fumigací významně ovlivněna. Půdní vzorky se fumigují 24 h chloroformem. Obsahy organického uhlíku a dusíku se stanoví v extraktech fumigovaných a nefumigovaných půd a z rozdílů se vypočtou hodnoty obsahu půdního mikrobiálního C a N.

Bazální respirace je aktuální respirační aktivita půdních mikroorganismů, reaguje na vnější vlivy na půdní mikrobiologickou komunitu v půdě. Rychlost bazální respirace je definována jako množství uvolněného CO_2 nebo spotřebovaného O_2 za jednotku času bez přídatku substrátu. Metoda se používá pro stanovení specifické růstové rychlosti půdních heterotrofních mikroorganismů v půdě. Inkubace se provádí v uzavřené lahvi v měřicí hlavici OxiTop.

Extrakce uhlíku z půdy vodou (WSC water soluble C) a horkou vodou HWSC (hot water soluble C). Postup se používá pro extrakci labilní frakce půdní organické hmoty vodou za laboratorních podmínek (WCSC) a při 80°C . Půdní vzorek se třepe s vodou při laboratorní teplotě, odstředí, dekantuje a roztok se filtruje. Ve filtrátu se stanoví C (WCSC). K půdě po



dekantaci se přidá voda a půdní suspenze se inkubuje 16 h při 80°C. Poté se vzorek odstředí, dekantuje a ve filtrátu se stanoví C (HWSC).

8.2 Zhodnocení výsledků

Půdní vzorky pro účely mikrobiologického šetření byly odebrány 6. 5. 2025, tj. 27 dní od poslední aplikace hnojiv (8. 4. 2025) v Jaroměřicích nad Rokytnou (tab. 8.1) z hloubky 0-15 cm. Cílem vzorkování a následných analýz bylo zjistit, jak každoroční aplikace testovaných hnojiv ovlivňuje vybrané mikrobiální a chemické parametry půd.

U všech hodnocených parametrů, kde byl detekován signifikantní rozdíl mezi variantami hnojení, vykazovala nejnižší hodnoty kontrola bez hnojení. Kontrola a varianta s minerálním hnojením LAV se mezi sebou lišily pouze v parametru $t_{peakmax}$. To naznačuje, že minerální hnojení mělo na sledované mikrobiální a biochemické parametry půdy pouze omezený vliv. Jediným parametrem, který signifikantně odlišil varianty s aplikací digestátů od kontroly, byl obsah C mikrobiální biomasy (C_{bio}), přičemž u obou digestátů byly zjištěny průkazně vyšší hodnoty. Rozdíly mezi samotnými digestáty se projevily pouze v parametru C_{ext} . Varianta s kompostem vykazovala signifikantně vyšší hodnoty u většiny parametrů a lišila se nejen od kontroly, ale i od ostatních způsobů hnojení. Výsledky ukazují, že dlouhodobá aplikace kompostu má nejvýraznější pozitivní vliv na mikrobiální a chemické vlastnosti půdy. Aplikace kejdy vedla ve srovnání s kontrolní variantou ke statisticky průkaznému zvýšení hodnot substrátem indukované respirace (R_S) a mikrobiální biomasy (C_{bio}). U ostatních sledovaných parametrů se varianta s kejdou významně nelišila od kontroly, LAV ani od variant s aplikací digestátů (kromě $t_{peakmax}$, tento parametr byl vyšší u varianty LAV).

Bazální respirace (R_B) ukazatel celkové mikrobiální aktivity a dostupnosti labilní organické hmoty, byla přibližně tři týdny po aplikaci hnojiv signifikantně vyšší pouze u variant s kompostem (oproti kontrole). Kompost tedy představuje vhodný zdroj organických látek podporující energetický metabolismus půdních mikroorganismů. Naproti tomu **substrátem indukovaná respirace (R_S)**, která se považuje za měřítko mikrobiální biomasy a charakterizuje frakci mikrobiálního společenstva adaptovanou na dodání rychle rozložitelného substrátu, byla na rozdíl od R_B signifikantně vyšší jak u varianty s kompostem, tak u varianty s kejdou, a to ve srovnání s kontrolou i s variantou hnojenou LAV. Tyto výsledky však nejsou plně v souladu s hodnotami **mikrobiální biomasy (C_{bio})**, která byla oproti kontrole průkazně vyšší nejen u variant s kejdou a kompostem ale i u variant hnojených oběma digestáty. Rozdíly mezi parametry C_{bio} a R_S odrážejí skutečnost, že C_{bio} zahrnuje jak aktivní, tak neaktivní mikroorganismy, zatímco R_S představuje fyziologicky aktivní frakci mikrobiálního společenstva schopné rychlé reakce na dodaný substrát. Z toho plyne, že půdy s každoroční aplikací organických materiálů obsahují mikrobiální společenstva rozdílného fyziologického složení s různým poměrem R_S/C_{bio} . Hnojení digestáty vede k efektivnímu zvýšení množství biomasy půdních mikroorganismů, zatímco kompost a kejda dokázaly mikroorganismy i aktivovat a zvýšit jejich schopnost metabolizovat dodaný substrát.

Při hodnocení růstových křivek nebyly, stejně jako v roce 2024, zjištěny signifikantní rozdíly v délce doby do dosažení maximální růstové rychlosti ($t_{peakmax}$) a ani ve specifické růstové rychlosti (μ) mezi kontrolou a variantami s aplikací organických materiálů. Tyto parametry ($t_{peakmax}$ a μ) v minulých letech ukázaly, že hnojení kompostem vede k posunu mikrobiálního společenstva k tzv. r-strategii, tj. k mikroorganismům s kratší generační dobou a využívající spíše snadno rozložitelné organické látky. Signifikantně vyšší hodnota doby do dosažení **maximální růstové rychlosti ($t_{peakmax}$)** byla zjištěna u varianty LAV oproti kontrole, což je obtížné vysvětlitelné. Je možné, že mikroorganismy v těchto půdách bez aplikované organické hmoty, avšak s dostatkem minerálního N, se adaptovaly na tzv. K-strategii, protože jsou dlouhodobě nuceni využívat organický C pouze z půdní organické hmoty. Tento pozorovaný jev bude nutné ověřit v dalších letech sledování.



Vodou extrahovatelný C (WSC) a Cextrahovatelný (C_{ext}) představují labilní, mikroorganismy snadno využitelnou frakci C půdní organické hmoty. Hnojení kompostem vede v porovnání s ostatními půdami k nejvyšším hodnotám WSC a C_{ext} . Tato varianta se navíc jako jediná signifikantně lišila od varianty kontroly. To naznačuje, že kompost dokáže zvyšovat frakci organické hmoty (tvořenou např. aminokyselinami, jednoduchými cukry), která pak může být přístupná jako snadno využitelný zdroj C a energie pro půdní mikroorganismy. Analogickým parametrem k WSC je **vodou extrahovatelný N (WSN)**. WSN byl oproti kontrole průkazně vyšší opět po kompostu (na rozdíl od let 2023 a 2024, vyšší hodnoty WSN jsme zaznamenali i u LAV). Oproti WSC a WSN jsou HWSC a HWSN (horkou vodou extrahovatelný C a N) již vysokomolekulárními formami labilní frakce C, respektive N. Ty jsou pro půdní mikroorganismy dostupné trochu hůře a jejich obsah v půdě podléhá pomalejším změnám. Tyto parametry se mezi jednotlivými variantami hnojení nelišily (na rozdíl od let 2023 a 2024, kdy byly HWSC a HWSN u půd s aplikací kompostu nejvyšší a signifikantně se lišily od všech ostatních variant).

Tab. 8.1: Výsledky mikrobiologických analýz, Tukey test a směrodatná odchylka (s.d.)

Varianty hnojení	Průměrné výsledky mikrobiologických analýz (n=4)									
	WSC	HWSC	C_{bio}	C_{ext}	WSN	HWSN	R_B	R_S	μ (h^{-1})	$t_{peakmax}$ (h)
	$(\mu g C g^{-1})$				$\mu g N g^{-1}$		$\mu g O_2 g^{-1}$		(h^{-1})	(h)
1.Nehnojeno	103	430	237	35,0	23,1	55,2	1,07	14,9	0,173	26,3
2.LAV	85	446	279	31,3	33,7	57,9	0,99	14,6	0,144	28,9
3.Kejda Lípa	133	447	326	35,2	30,1	55,7	1,30	18,8	0,175	25,6
4.DG Lípa	114	450	323	34,2	22,4	54,4	1,26	16,8	0,167	26,7
5.DG Opatov	144	454	303	41,3	35,0	56,9	1,31	16,5	0,158	27,1
6.Kompost	248	498	354	75,7	37,8	65,8	1,52	18,9	0,216	24,3

Varianty hnojení	Statisticky průkazné rozdíly Tukey test (n=4)						
	WSC	HWSC	C_{bio}	C_{ext}	WSN	HWSN	R_B
1.Nehnojeno	ab	.	a	ab*	a*	.	a
2.LAV	a	.	ab	b	ab	.	a
3.Kejda Lípa	ab	.	bc	ab	ab	.	ab
4.DG Lípa	ab	.	bc	b	a	.	ab
5.DG Opatov	b	.	bc	a	ab	.	ab
6.Kompost	c	.	c	c	b	.	b

Odlišná písmena u Tukey testu indikují statisticky průkazné rozdíly mezi variantami ($p < 0,05$).

Varianty hnojení	Směrodatné odchylky (s.d.) mikrobiologických parametrů (n=4)						
	WSC	HWSC	C_{bio}	C_{ext}	WSN	HWSN	R_B
1.Nehnojeno	12,6	31,5	35,7	5,1	1,4	3,76	0,195
2.LAV	8,1	32	35,7	1,7	8,16	4,75	0,112
3.Kejda Lípa	24,9	52,3	35,2	4,1	11,43	8,46	0,085
4.DG Lípa	5,8	51,3	2,5	3,4	0,69	9,24	0,05
5.DG Opatov	42,5	53,3	28,7	3,9	8,64	8,2	0,185
6.Kompost	39,9	53,4	30,7	13,4	1,36	3,5	0,159



Tab. 8.2: Význam stanovených parametrů

Parametr	Zkratka	Význam
C mikrobiální biomasy	C _{bio}	Schopnost mikroorganismů využít organické sloučeniny pro syntézu biomasy, pro stanovení C v roztoku byl použit CN analyzátor
Extrahovatelný C (0,5 M K ₂ SO ₄)	C _{ext}	Labilní, mikroorganismy snadno využitelná frakce C v SOM, výsledky jsou vedlejším produktem analýzy C _{bio}
Bazální respirace	R _B	Celková mikrobiální aktivita, stanovuje se pomocí měřící hlavice OxiTop jako pokles tlaku při spotřebě O ₂
Substrátem indukovaná respirace, jako substrát glukosa s přidavkem N, P	R _S	Charakterizuje frakci mikrobiálního společenstva adaptovanou na vstup rychle rozložitelného substrátu, stanovuje se pomocí měřící hlavice OxiTop jako pokles tlaku při spotřebě O ₂
Specifická růstová rychlost, jako substrát glukosa s přidavkem N, P	μ	Hodnota odráží frakci mikrobiální biomasy zdvojenou během růstu po přidavku substrátu (glukosa s přidavkem N, P) za jednotku času, stanovuje se pomocí respiračních růstových křivek hlavicemi OxiTop
Doba do dosažení maximální růstové rychlosti po přidavku substrátu	t _{peakmax}	stanovuje se pomocí respiračních růstových křivek hlavicemi OxiTop
Vodou extrahovatelný C	WSC	Labilní, mikroorganismy snadno využitelná frakce C v SOM, tvořená zejména nízkomolekulárními sloučeninami, C stanoven jako celkový organický C (TOC)
Vodou extrahovatelný N	WSN	Labilní, mikroorganismy snadno využitelná frakce N v SOM, tvořená zejména nízkomolekulárními sloučeninami, N stanoven jako celkový organický N (TON)
Horkou vodou extrahovatelný C	HWSC	Zahrnuje mikrobiální biomasu a labilní frakci SOM, tvořená zejména vysokomolekulárními sloučeninami, C stanoven jako celkový organický C (TOC)
Horkou vodou extrahovatelný N	HWSN	Zahrnuje mikrobiální biomasu a labilní frakci SOM, tvořená zejména vysokomolekulárními sloučeninami, N stanoven jako celkový organický N (TON)

9 Závěr

Výroční zpráva předkládá výsledky dlouhodobé polní zkoušky založené na třech stanovištích ve zranitelné oblasti za pokusný rok 2025. Zkouška ověřuje účinnost hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem, dvou digestátů, kejdy a kompostu s pomalu uvolnitelným dusíkem. Srovnání těchto materiálů je porovnáváno oproti minerálnímu hnojivu LAV.

Sklizňové výsledky

- zásadní rozdílnost na výnos vlivem stanovišť se jako v jiných letech se neprojevila
- na hnojení LAV kukuřice reagovala nejlépe, 55,48 t/ha v Jaroměřích byl nejvyšší průměrný výnos
- digestáty s kejdou působily shodně (50,9 - 51,9 t/ha), tj. jen o 5 % méně než LAV
- hnojení kompostem průměru dosáhlo (48,2 t/ha) zvýšilo výnos oproti kontrole o 20,3 %

Statistické zhodnocení výnosů

- společné hodnocení tří stanic prokázalo signifikantně nižší výnosy kontroly vůči všem ostatním variantám
- výnosy mezi variantou hnojenou LAV a kejdou nebyly průkazné
- průkazné rozdíly na výnos silážní kukuřice mezi digestáty nebyly zjištěny

Kvalitativní parametry

- nejvyšší průměrný obsah N látek (7,74 %) byl po hnojení LAV, po organických hnojivech znatelně nižší, a to v rozpětí 6,49 - 6,76 % N,
- obsah cukrů byl v průměru mezi 11-11,2 %; téměř shodný obsah u kontroly a LAV, po digestátech a kejdě 10,4 - 10,7 %



- obsah škrobu zvyšovala kejda 26,9 %
- na obsah vlákniny mělo nejlepší vliv hnojení kompostem 20,94 %, rozdíly mezi LAV (20,62 %) a digestáty (20,47 - 20,51 %) byly zanedbatelné
- stravitelnost vlákniny nejlépe ovlivnilo hnojení kejdou a digestáty
- ADF vlákninu ovlivnilo hnojení kompostem a NDF hnojení LAV

Odběr živin

- průměrné odčerpání N po variantě s kejdou a digestáty bylo shodné 160 - 161 kg N/ha
- varianta s kompostem odčerpala v průměru 141 kg N/ha
- varianta hnojená LAV odčerpala v průměru 216 kg N/ha
- draslík je živinou, jejíž export siláží dosahoval u organicky hnojených variant 18- 210 kg K/ha u varianty s kompostem 227 kg K/ha

Účinnost hnojiv a bilance dusíku

- RE-N efektivita využití dodaného N byla nejmarkantnější u varianty LAV 74,4 %; po organickém hnojení v průměru od 37 do 39 %, po kompostu 12,4 %
- nejvyšší utilizaci U-N prokázal LAV 144 %, digestáty a kejda shodně 106 - 108 %; varianta s kompostem U-N byla na třech lokalitách shodná od 45 do 49 %
- vlivem vysokého výnosu a odběru živin, bilanční deficit N u organicky hnojených variant činil od -2 do -5 kg N/ha
- bilanční deficit N u minerálně hnojené varianty činil -58 kg/ha

Výměnná půdní reakce

- hnojení digestáty na Lípě a Jaroměřicích po dobu trvání pokusu vykazuje slabě kyselé pH, aplikace kompostu neutralizuje pH na hodnotu 6,7 (JAR i HRA)
- na Lípě LAV půdu silně okyseluje na pH 4,8; v Hradci bez rozdílu variant pH neutrální

Obsah přístupných živin a mikroelementů

- kompost zvyšuje obsah fosforu na všech třech stanovištích na úroveň vysoké zásoby
- digestáty, kejda a kompost se podílí na zvýšení obsahu K, Ca a Mg
- zásoba mikroelementů je většinou v kategorii středního obsahu
- síra vykazuje velmi nízký obsah na všech třech stanovištích

Organická půdní hmota

- kompost na Lípě nejvýrazněji zvýšil Cox na 1,72 % oproti kontrole 1,41 %
- glomalin, CTOC, Cox na všech stanovištích pozitivně ovlivnil kompost
- digestáty i kejda mírně zvyšují glomalin, NTOT, CTOC, Cox, ve srovnání s LAV i kontrolou

Obsah minerálního dusíku před hnojením

- N min na jaře je poměrně vysoký, varianta LAV vykazovala 12,5 mg/kg; tj. 56,3 kg N/ha
- ostatní organická hnojiva vykazovala zásobu N mezi 46-65 kg N/ha
- obsah N-NO₃⁻ byl většinou v Hradci po LAV a kompostu rizikový, u ostatních variant nadměrný
- v Jaroměřicích byl obsah nitrátů velmi bezpečný a na Lípě přiměřený

Obsah minerálního dusíku před zámrzem

- N min před zimou velmi nízký, zejména po kejdě a DG Lípa 6,4 mg/kg (28,7 kg N/ha); varianta LAV vykazovala 7,7 mg/kg; tj. 34,6 kg N/ha
- obsah N-NO₃⁻ byl v Hradci bezpečný, v Jaroměřicích bezpečný a přiměřený, na Lípě velmi bezpečný, riziko ztrát dusíku se neprokázalo

Mikrobiologické zhodnocení

- RB byla signifikantně zvýšená pouze u varianty s kompostem, kompost nejvíce ovlivňuje celkovou mikrobiální aktivitu
- RS a Cbio (i digestáty) byla průkazně vyšší u kompostu a kejdy (oproti kontrole i LAV), ukazuje na jejich schopnost aktivovat mikrobiální společenstvo



- tpeakmax bylo signifikantně vyšší pouze u LAV oproti kontrole
- specifická růstová rychlost se mezi kontrolou a organickými hnojivy signifikantně nelišila
- WSC bylo průkazně zvýšené pouze po kompostu
- WSN bylo signifikantně vyšší u kompostu a také u LAV, důvodem je zvýšená dostupnost minerálních forem N
- Cext byl nejvyšší po kompostu, jako jediný parametr odlišil oba digestáty mezi sebou, což vysvětluje rozdílnou kvalitu jejich organické frakce

Závěrečné shrnutí

Při dodržení zásad správné zemědělské praxe představují digestáty a kejda spolehlivý zdroj rychle dostupného minerálního dusíku. Při správném stanovení dávky, vhodném načasování, odpovídajícím způsobu aplikace lze minimalizovat riziko ztrát volatilizací i vyplavením. Výsledky pokusu současně potvrzují, že opakované použití těchto organických hnojiv nevedlo ke zvýšení obsahu nitrátového dusíku v půdě na rizikové hodnoty na stanovištích ve zranitelné oblasti v mimo vegetačním období, kukuřice svou produkcí odčerpala poměrně výrazně dusík dodaný hnojivy.

Z hlediska produkční účinnosti je vhodné hodnotit výsledky ve dvou rovinách. První představuje vliv na výnos a kvalitativní parametry produkce. V tomto směru se o něco lépe prosazuje minerální hnojivo LAV, které se významněji podílí na tvorbě a objemu výnosu díky rychlému pohotovému dusíku. Po pravidelné aplikaci digestátů i kejdy v posledních letech pozorujeme výnosy jen mírně nižší než minerální hnojivo LAV.

Druhou rovinou je dlouhodobý vliv na půdní vlastnosti. Organická hnojiva vykazují příznivější účinek na stabilizaci půdní reakce a obsahu základních živin. Jejich přínos spočívá také v podpoře biologické aktivity půdy. Nejvýraznější kumulativní efekt byl zaznamenán u kompostu, jehož opakovaná aplikace se pozitivně promítla do většiny hodnocených půdních a mikrobiologických parametrů. Hnojení digestáty vede k efektivnímu zvýšení množství biomasy půdních mikroorganismů, zatímco kompost a kejda dokáží mikroorganismy i aktivovat a zvýšit jejich schopnost metabolizovat dodaný substrát. Naproti tomu minerální hnojivo ovlivnilo především obsah vodou extrahovatelného dusíku, zatímco u ostatních mikrobiologických ukazatelů byly zjištěny nižší hodnoty.

Digestáty a kejda představují kvalitní organická hnojiva schopná zajistit přijatelné výnosy a současně udržet příznivé půdní podmínky. Pro dlouhodobé udržení a zlepšování půdní úrodnosti je vhodné jejich aplikaci kombinovat s materiály s vyšším obsahem stabilního uhlíku a systematicky sledovat bilanci živin i vývoj půdní organické hmoty. Při dodržení zásad správné zemědělské praxe představují digestáty spolehlivý zdroj rychle dostupného dusíku.

10 Použitá literatura

1. BALÍK J., ČERNÝ J., KULHÁNEK M. 2012: Bilance dusíku v zemědělství, Certifikovaná metodika, ČZU, Praha. ISBN 978-80-213-2329-2.
2. TRÁVNÍK K. (1995): Stanovení ekologicky únosných obsahů min. dusíku v půdách pásem hygienické ochrany vodních zdrojů, ÚKZÚZ Brno.
3. ZBÍRAL, J. a kol.: Jednotné pracovní postupy: Analýza půd I, postup 2, postup 3.1 (UKZÚZ, NRL, 2001).
4. ZBÍRAL, J. a kol.: Jednotné pracovní postupy: Analýza rostlinného materiálu: postup 1 a 3. (UKZÚZ, NRL, 2005).
5. ZBÍRAL, J. a kol.: Jednotné pracovní postupy: Analýza rostlinného materiálu: postup 1 a 3. (UKZÚZ, NRL, 2005).
6. ZBÍRAL J. a kol. (2011): Jednotné pracovní postupy: Analýza půd III. ISBN 978-80-7401044-6.