

Č.j.: UKZUZ 168613/2025

Česká republika - Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Sekce zemědělských vstupů
Oddělení výživy rostlin



**Sledování vlivu různých intenzit hnojení na půdní úrodnost
a změny agrochemických vlastností půdy v podmínkách závlahy**
výroční zpráva za rok 2024

Zpracoval: Ing. Silvie Jančíková
Markéta Vodáková
Oddělení výživy rostlin

Schválil Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.
vedoucí Oddělení výživy rostlin

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

Brno

říjen 2025

OBSAH

1 Úvod	1
2 Metodika zkoušky	1
2.1 Varianty hnojení	1
2.2 Hodnocené parametry	2
2.3 Lyzimetrické sledování	3
3 Charakteristika pokusného místa	3
4 Výsledky	3
4.1 Průběh počasí	3
4.2 Příprava půdy a průběh vegetace	4
4.3 Výnosy	4
4.3.1. Vliv stupňování živin	5
4.3.2 Rozdíl mezi zásobním a každoročním hnojením	7
4.3.3. Vliv závlahy	7
4.4 Technologické vlastnosti	8
4.5 Odběr živin, bilance	9
4.6 Půdní vlastnosti	11
4.6.1 Obsah přístupných živin v půdě	11
4.6.2 Obsah síry a mikroprvků v půdě	12
4.7 Lyzimetrické sledování	13
4.7.1 Agrochemické vlastnosti půdy lyzimetrických parcel	13
4.7.2 Výnosy na lyzimetrických parcelách	14
4.7.3 Průběh počasí, množství živin ve srážkové a závlahové vodě	14
4.7.4 Záchyt a analýzy eluátu	15
4.7.5 Bilance dusíku při zohlednění zásoby dusíku v půdě a ztrát vyplavením	17
4.7.6 Dynamika minerálního dusíku v půdě	17
5 Závěr	19
6 Literatura	20

1 ÚVOD

Přesná dlouhodobá výživářská zkouška byla založena v roce 1977 v kukuřičném výrobním typu aridní oblasti jižní Moravy. Pro posouzení rozdílů mezi přirozenými a optimálními závlahovými podmínkami byl pokus založen i na ploše s doplňkovou závlahou, kde jediným rozdílem v podmínkách je počáteční zásoba živin v roce 1977 a závlaha dle požadavku plodiny.

Cílem je sledování vlivu různých intenzit hnojení na výnos, půdní úrodnost a změny agrochemických vlastností půdy, sledování odběru živin rostlinami a vzájemného vztahu mezi intenzitou hnojení a obsahem živin v půdě a v rostlinách. Dále se ověřuje efektivnost **zásobního a každoročního způsobu hnojení fosforem a draslíkem**.

2 METODIKA ZKOUŠKY

Pokus byl založen na podzim roku 1977. V roce 1986 byl ukončen první devítiletý osevní sled, v roce 1994 druhý osmiletý sled, v roce 2002 třetí osmiletý sled, v roce 2010 čtvrtý osevní sled a v roce 2018 pátý osevní sled. Vyplynula z nich vždy nutnost úpravy metodiky, např. osevního sledu i dávek živin s ohledem na vývoj zásob živin v půdě a potřeby praxe. Účel pokusu zůstává v plném rozsahu beze změn. Tato závěrečná zpráva hodnotí výsledky šestého (2024) roku šestého osevního sledu (2019–2026).

Šestý osevní sled - přehled plodin a odrůd, zkrácené označení plodiny

2019 – pšenice ozimá odr. Sultan (PO)	2023 – řepka ozimá (ŘO), odrůda Cortéz
2020 – ječmen jarní, odr. Laudis 550 (JJ)	2024 – pšenice ozimá (PO), odrůda Dagmar
2021 – kukuřice silážní (KS), odrůda Figaro	2025 – vojtěška čistý zásev (VO)
2022 – ječmen jarní (JJ), odrůda Laudis 550	2026 – vojtěška užitný rok (VO)

V pokusu je sledováno 9 variant hnojení ve 4 opakováních na ploše zavlažované (Z) a nezavlažované (BZ), t.j. celkem 72 pokusných parcel. Výměry hnojených a sklizňových parcel odpovídají zásadám metodiky polních zkoušek na výživářských bázích.

2.1 Varianty hnojení

- | | | |
|-----------------------|--|---|
| 1. hnůj..... | hnojeno pouze hnojem | |
| 2. hnůj + N1P1K1.... | | hnojeno hnojem a min. hnojivy s využitím do zásoby |
| 3. hnůj + N2P2K2.... | | |
| 4. hnůj + N3P3K3.... | | |
| 5. hnůj + N2P1K2.... | | |
| 6. hnůj + N2P3K2.... | | |
| 7. hnůj + N2P2K1.... | | |
| 8. hnůj + N2P2K3.... | | |
| 9. hnůj + N2P2K2..... | hnojeno hnojem, minerální hnojiva aplikována každoročně | |

Pro stupňované úrovně hnojení fosforem je v textu používáno označení P1, P2, P3 (pro varianty 5. hnůj+ N2P1K2, 3. hnůj+N2P2K2, 6. hnůj+N2P3K2) a pro stupňované úrovně hnojení draslíkem je to označení K1, K2, K3 (pro varianty 7. hnůj+N2P2K1, 3. hnůj+N2P2K2, 8. hnůj+N2P2K3)

Dávky živin

Tab. 1 Průměrné roční dávky živin

hladina živin	kg živin / ha (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O)	kg čistých živin / ha (N, P, K)
N1P1K1	41 + 50 + 145	41 + 22 + 120
N2P2K2	69 + 75 + 210	69 + 33 + 174
N3P3K3	97 + 100 + 275	97 + 44 + 228

Tab. 2 Přehled dávek živin (kg/ha) v minerálních hnojivech v osevním sledu

plodina	N1P1K1			N2P2K2			N3P3K3		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
pšenice ozimá	60	100	290	90	150	420	120	200	550
ječmen jarní	30	-	-	60	-	-	90	-	-
kukuřice	80	100	290	120	150	420	160	200	550
ječmen jarní	30	-	-	60	-	-	90	-	-
řepka ozimá	65	100	290	90	150	420	115	200	550
pšenice ozimá	60	-	-	90	-	-	120	-	-
vojtěška	-	100	290	20	150	420	40	200	550
vojtěška	-	-	-	20	-	-	40	-	-

Dusík se předseťově aplikuje v síranu amonném (SA, 21 % N) a za vegetace v ledku amonném s vápencem (LAV, 27,5 % N). Předseťově se aplikuje **fosfor** v superfosfátu granulovaném (SF, 19 % P₂O₅) a **draslík** v draselné soli (DS, 60 % K₂O).

Chlévským hnojem se hnojí na podzim 2 x za osevní postup v dávce 40 t/ha. Aplikován byl na podzim r. 2020 před kukuřicí a v roce 2022 k řepce.

Vápnění se provádí mletým vápencem v dávce určené agrochemickým rozbořem půdy. Poslední vápnění bylo provedeno z technických důvodů nestandardně na jaře 2020 namísto podzimu 2019.

2.2 Hodnocené parametry

Každoročně po sklizni plodiny se odebírá z každé varianty hnojení vzorek půdy z horizontu 0-30 cm pro stanovení **agrochemických vlastností půdy**: pH/CaCl₂ a potřeby vápnění, obsahu fosforu, draslíku, hořčíku a vápníku. Základní stanovení obsahu živin se provádí metodou Mehlich 3 (dříve Mehlich 2). Toto základní stanovení bylo postupně rozšířeno o stanovení obsahu mikroelementů a přístupné síry (Mehlich 3). Hodnocen je rovněž poměr K/Mg.

Po ukončení každého osevního sledu se z každé varianty hnojení odebírají průměrné vzorky půdy o hmotnosti 1000 g a provádí se stejné rozbořování jako po sklizni každého roku, navíc se stanovují parametry půdní organické hmoty metodou NIRs (Cox, TOC, Glomalin, Ntot, Q4/Q6), zrnitostní složení a parametry půdního sorpčního komplexu (STV). Z podorničí se odebírají vzorky z variant 1, 2, 3 a 4 a v nich se provádí shodné analýzy jako u vzorků z ornice.

U rostlin je každoročně sledován **výnos hlavního a vedlejšího produktu**. Jsou z nich odebírány vzorky na stanovení vlhkosti a obsahu základních živin pro porovnání závislosti jejich obsahu na intenzitě hnojení a pro výpočet bilance živin. Z technologických parametrů se u pšenice stanovuje HTS a obsah N látek (metodou NIRs)

Vegetační sledování je prováděno podle Prováděcí metodiky polních výživářských zkoušek č. 02/VR. **Ochrana rostlin** je prováděna podle metodik pro ochranu rostlin povolenými přípravky.

2.3 Lyzimetrické sledování

Pro detailnější sledování pohybu živin v půdě jsou od roku 1985 u stupňovaných dávek živin (varianty 1–4) na ploše zavlažované instalovány **lyzimetry** se sběrnými miskami v hloubce 40 cm a 60 cm. Sběrné oblasti lyzimetrů byly vytvořeny prodloužením parcel, takže původní hnojená plocha nebyla dotčena. Každý měsíc je sledován průsak vody do sběrných misek lyzimetrů a obsah živin v této vodě. V souvislosti s lyzimetry se sleduje i množství srážkové a závlahové vody, u nichž se, stejně jako u eluátů, provádí chemický rozbor na obsah živin a dalších prvků. Dále se provádí odběry půdních vzorků v průběhu roku na zjištění obsahu a pohybu minerálního dusíku. Jedná se o soubor sledování, která mají upřesnit bilanci živin s případným využitím při úpravě dávek hnojiv.

3 CHARAKTERISTIKA POKUSNÉHO MÍSTA

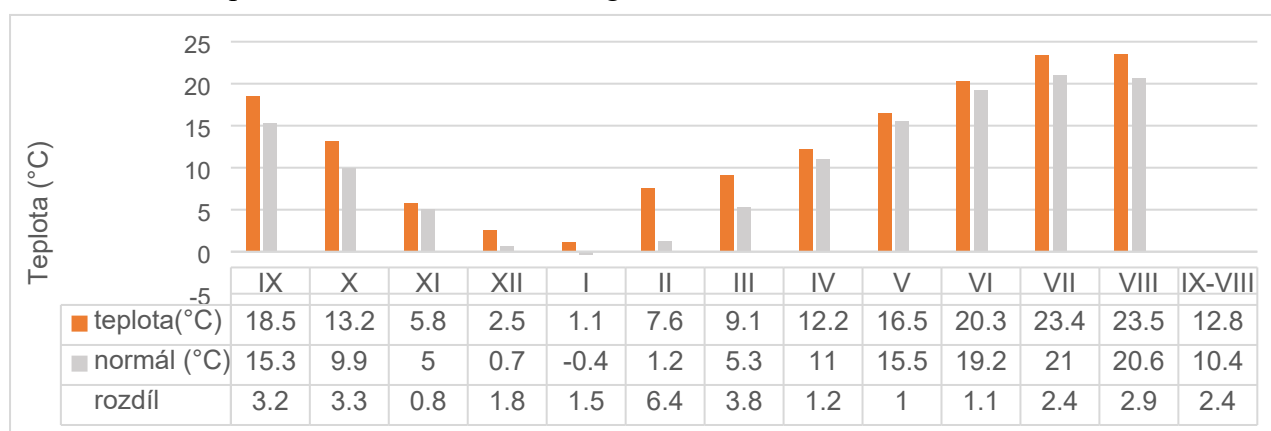
Stanice Lednice se nachází v nadmořské výšce 171 m, v kukuřičném výrobním typu, oblasti velmi teplé – suché. Dlouhodobý průměr teplot je 9,6 °C a průměrné roční množství srážek 461 mm. Pokusný pozemek má mírný sklon k severovýchodu. Hloubka orniční vrstvy je 35 cm, půda střední, hlinitá, půdní typ černozem na spraši (ČM-24). Hladina spodní vody je pod 6 m.

4 VÝSLEDKY

4.1 Průběh počasí

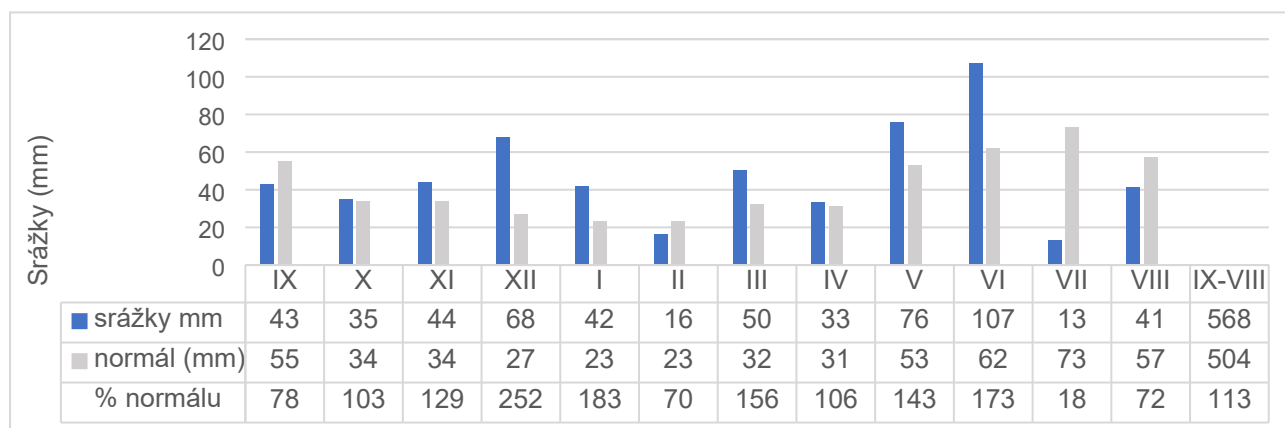
Pro posouzení povětrnostních podmínek v průběhu vegetačního období 2023/2024 byly zpracovány údaje o průměrných teplotách a úhrnech srážek v jednotlivých měsících. Průběh teplot a srážkových úhrnů je uveden v grafech 1 a 2.

Graf 1 Průběh teplot na stanovišti Lednice, vegetační období 2023/2024



Celé vegetační období bylo teplotně nadprůměrné. Velmi nadprůměrné teploty byly na konci zimy a časně na jaře.

Graf 2 Průběh srážek na stanovišti Lednice, vegetační období 2023/2024



Teplota

Celé vegetační období 2023/2024 bylo teplotně nadprůměrné, průměrná roční teplota byla o 2,4 °C vyšší než normál. Velmi nadprůměrné teploty byly naměřeny v únoru (7,6 °C) a březnu (9,1 °C). Celkový úhrn srážek byl o 13 % vyšší než normál, střídaly se měsíce s nadprůměrnými i podprůměrnými srážkami. Velmi srážkově nadprůměrné byly měsíce prosinec a leden (68 mm a 42 mm), výrazně podprůměrný červenec (13 mm).

Závlahová voda

Závlaha byla aplikována celkem ve dvou termínech: 3. 5. – 30 mm, 20. 5. – 30 mm.

4.2 Příprava půdy a průběh vegetace

Po řepce na podzim 2023 byla 20. 9. provedena orba se zapravením hnojiv N (SA 21 %), P (SF 19 %), K (DS 60 %) s následným uválením pozemku. 10. 10. proběhla příprava pozemku k setí rotačními bránami. Před setím byl pozemek pečlivě připravený, s dobrou půdní strukturou, ale nedostatkem vláhy. Vzcházení bylo kompletní a celkem vyrovnané. Podzimní měsíce byly pro porost pšenice příznivé teplotně i vláhově. I přes mimořádně teplý a suchý únor porost prospíval. 28. 2. a 9. 4. proběhlo přihnojení N na list (LAD 21 %). Zasychání zrna a dozrávání byly urychleny vysokými teplotami. Závlahová voda byla dodána ve dvou termínech (3. 5. a 20. 5.), vždy po 30 mm. Dřívější aplikace nebyla možná z důvodu technických problémů vodovodního řádu. Výskyt chorob a škůdců byl minimální. Aplikovány byly tyto POR: Novaferm Viva (22. 9.), Bizon (16. 11.), Trimmer 500 (9. 4.), Prosaro (13. 5.). Sklizeň proběhla bezproblémově (9. 7.).

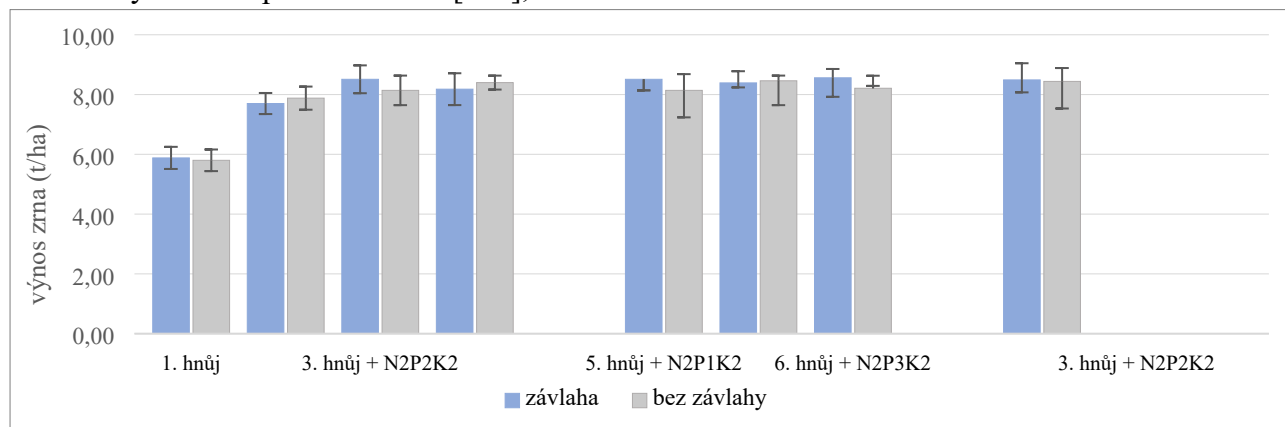
4.3 Výnosy

Výnosy jsou uváděny po přepočtení na 14 % vlhkost. Výnosové rozdíly byly statisticky vyhodnoceny analýzou variance (ANOVA). Hodnoceny byly varianty v rámci jednotlivých skupin dle stupňované intenzity hnojení. K následnému mnohonásobnému porovnání byl použit Tukeyho test. Pro vyhodnocení vlivu závlahy a rozdílu mezi variantou hnojenou zásobně a každoročně byl použit dvouvýběrový t test pro každou jednotlivou variantu hnojení. Zvolená hladina významnosti

byla $P < 0,05$. Statistické analýzy byly provedeny s využitím programu STATISTICA verze 12, StatSoft, Inc. (2013).

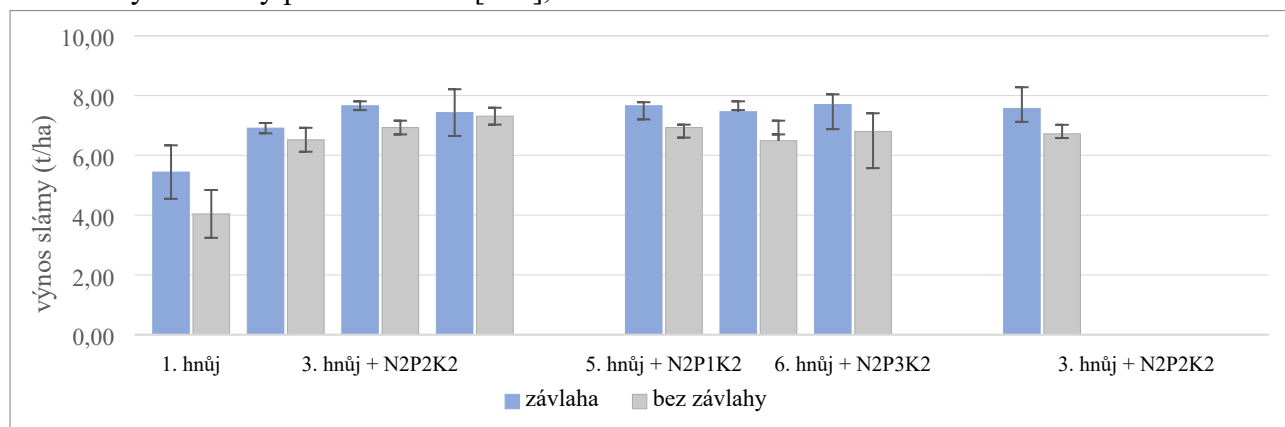
4.3.1. Vliv stupňování živin

Graf 3 Výnos zrna pšenice ozimé [t/ha], $n = 4$



Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku

Graf 4 Výnos slámy pšenice ozimé [t/ha], $n = 4$



Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku

Tab. 3 Výnosy zrna pšenice (t/ha) při stupňování dávky všech živin

Varianta hnojení	závlaha			bez závlahy		
	t/ha	%	pořadí	t/ha	%	pořadí
1. hnůj	5,88 a	100	4	5,80 a	100	4
2. hnůj + N1P1K1	7,70 b	131	3	7,88 b	136	3
3. hnůj + N2P2K2	8,51 b	145	1	8,14 b	140	2
4. hnůj + N3P3K3	8,18 b	139	2	8,40 b	145	1

Odlišná písmena značí statisticky významné rozdíly mezi variantami

Tab. 4 Výnosy zrna pšenice při stupňování dávky fosforu

Varianta hnojení	závlaha			bez závlahy		
	t/ha	%	pořadí	t/ha	%	pořadí
5. hnůj + N2P1K2	8,14 a	100	3	7,96 a	100	3
3. hnůj + N2P2K2	8,51 a	105	1	8,14 a	102	2
6. hnůj + N2P3K2	8,39 a	103	2	8,46 a	106	1

Odlišná písmena značí statisticky významné rozdíly mezi variantami

Tab. 5 Výnosy zrna pšenice při stupňování dávky draslíku

Varianta hnojení	závlaha			bez závlahy		
	t/ha	%	pořadí	t/ha	%	pořadí
7. hnůj + N2P2K1	8,56 a	100	1	8,21 a	100	2
3. hnůj + N2P2K2	8,51 a	99	2	8,14 a	99	3
8. hnůj + N2P2K3	8,49 a	99	3	8,44 a	103	1

Odlišná písmena značí statisticky významné rozdíly mezi variantami

Tab. 6 Výnosy slámy pšenice (t/ha) při stupňování dávky všech živin

Varianta hnojení	závlaha			bez závlahy		
	t/ha	%	pořadí	t/ha	%	pořadí
1. hnůj	5,44 a	100	4	4,04 a	100	4
2. hnůj + N1P1K1	6,91 b	127	3	6,52 b	161	3
3. hnůj + N2P2K2	7,66 b	141	1	6,93 b	172	2
4. hnůj + N3P3K3	7,43 b	137	2	7,31 b	181	1

Odlišná písmena značí statisticky významné rozdíly mezi variantami

Tab. 7 Výnosy slámy pšenice při stupňování dávky fosforu

Varianta hnojení	závlaha			bez závlahy		
	t/ha	%	pořadí	t/ha	%	pořadí
5. hnůj + N2P1K2	7,49 a	100	2	6,81 a	100	2
3. hnůj + N2P2K2	7,66 a	102	1	6,93 a	102	1
6. hnůj + N2P3K2	7,46 a	100	3	6,49 a	95	3

Odlišná písmena značí statisticky významné rozdíly mezi variantami

Tab. 8 Výnosy slámy pšenice při stupňování dávky draslíku

Varianta hnojení	závlaha			bez závlahy		
	t/ha	%	pořadí	t/ha	%	pořadí
7. hnůj + N2P2K1	7,70	100	1	6,80	100	2
3. hnůj + N2P2K2	7,66	99	2	6,93	102	1
8. hnůj + N2P2K3	7,57	98	3	6,72	99	3

Odlišná písmena značí statisticky významné rozdíly mezi variantami

Průměrný výnos zrna pšenice varianty hnojené pouze hnojem na ploše zavlažované je 5,88 t/ha. Statisticky průkazně se výnos zrna pšenice zvýšil již při vstupu všech živin v nejnižší hladině na 7,70 t/ha (+1,82 t/ha, 31 %). Samotné stupňování všech živin, stupňování pouze fosforu a stupňování pouze draslíku nemělo na výnos průkazný vliv.

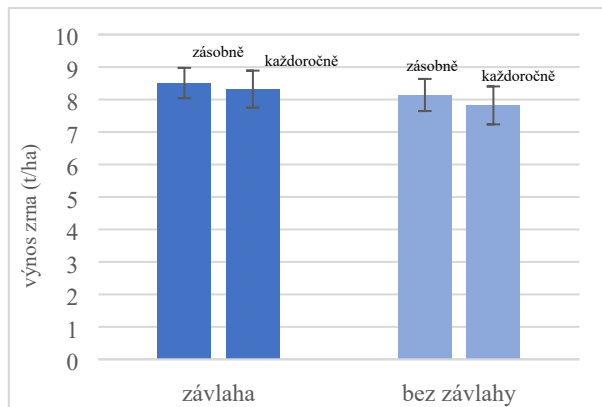
Na ploše bez závlahy je průměrný výnos zrna pšenice 5,8 t/ha a statisticky průkazně se zvýšil po aplikaci minerálních živin v nejnižší hladině na 7,88 t/ha (+2,06 t/ha, 36 %). Samotné stupňování všech živin, stupňování samotného fosforu ani samotného draslíku nemělo na výnos průkazný vliv.

Průměrný výnos slámy pšenice se na ploše zavlažované při hnojení pouze hnojem byl 5,44 t/ha a průkazně se zvýšil po aplikaci minerálních živin v nejnižší hladině na 6,91 t/ha (+ 1,47 t/ha, 27 %). Průměrný výnos slámy pšenice na ploše bez závlahy při hnojení pouze hnojem byl 4,04 t/ha a průkazně se zvýšil po aplikaci minerálních živin v nejnižší hladině na 6,52 t/ha (+ 2,48 t/ha, 61 %).

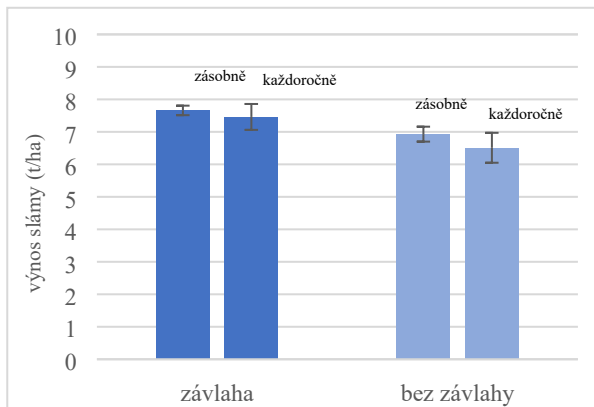
Samotné stupňování všech živin, stupňování samotného fosforu ani samotného draslíku nemělo na výnos průkazný vliv.

4.3.2 Rozdíl mezi zásobním a každoročním hnojením

Graf 5 Vliv zásobního a každoročního hnojení, zrno (t/ha), n = 4



Graf 6 Vliv zásobního a každoročního hnojení, sláma (t/ha), n = 4



Tab. 9 Výnosy zrna pšenice při zásobním a každoročním hnojení

Varianta hnojení	závlaha			bez závlahy		
	t/ha	%	pořadí	t/ha	%	pořadí
3. hnůj + N2P2K2 zásobně	8,51 a	100	1	8,14 a	100	1
9. hnůj + N2P2K2 každoročně	8,32 a	98	2	7,82 a	104	2

Odlišná písmena značí statisticky významné rozdíly mezi variantami

Tab. 10 Výnosy slámy pšenice při zásobním a každoročním hnojení

Varianta hnojení	závlaha			bez závlahy		
	t/ha	%	pořadí	t/ha	%	pořadí
3. hnůj + N2P2K2 zásobně	7,66	100	1	6,93	100	1
9. hnůj + N2P2K2 každoročně	7,46	97	2	6,51	94	2

Odlišná písmena značí statisticky významné rozdíly mezi variantami

Rozdíl mezi vlivem zásobního a každoročního hnojení na výnos zrna ani slámy nebyl statisticky průkazný.

4.3.3. Vliv závlahy

Tab. 11 Vliv závlahy na výnos zrna pšenice

Výnos	1. hnůj	2. hnůj +N1P1 K1	3. hnůj +N2P2K2	4. hnůj +N3P3K3	5. hnůj +N2P1K2	6. hnůj +N2P3K2	7. hnůj +N2P2K1	8. hnůj +N2P2K3	9. hnůj +N2P2K2
Výnos Z (t/ha)	5,88 a	7,70 a	8,51 a	8,18 a	8,14 a	8,39 a	8,56 a	8,49 a	8,32 a
Výnos BZ (t/ha)	5,80 a	7,88 a	8,14 a	8,40 a	7,96 a	8,46 a	8,21 a	8,44 a	7,82 a
Rozdíl Z-BZ (t/ha)	0,08	-0,18	0,37	-0,22	0,18	-0,07	0,35	0,05	0,50
Vliv závlahy (BZ = 100 %)	99	102	96	103	98	101	96	99	94

Z = závlaha, BZ = bez závlahy

Odlišná písmena značí statisticky významný rozdíl mezi variantou zavlažovanou a nezavlažovanou v rámci stejné úrovně hnojení

Tab. 12 Vliv závlahy na výnos slámy pšenice

Výnos	1. hnůj	2. hnůj +N1P1 K1	3. hnůj +N2P2K2	4. hnůj +N3P3K3	5. hnůj +N2P1K2	6. hnůj +N2P3K2	7. hnůj +N2P2K1	8. hnůj +N2P2K3	9. hnůj +N2P2K2
Výnos Z (t/ha)	5,44 a	6,91 a	7,66 a	7,43 a	7,49 a	7,46 a	7,70 a	7,57 a	7,46 a
Výnos BZ (t/ha)	4,04 a	6,52 a	6,93 b	7,31 a	6,81 b	6,49 a	6,80 b	6,72 b	6,51 b
Rozdíl Z-BZ (t/ha)	1,40	0,39	0,73	0,12	0,68	0,97	0,90	0,85	0,95
Vliv závlahy (BZ = 100 %)	135	106	111	102	110	115	113	113	115

Odlíšná písmena značí statisticky významný rozdíl mezi variantou zavlažovanou a nezavlažovanou v rámci stejné úrovně hnojení

Závlaha měla větší vliv na výnos slámy. Výnos všech variant byl při závlaze vyšší. Statisticky průkazně vyšší byl výnos zavlažovaných variant 3, 5, 7, 8 a 9.

Odhad ekonomiky pěstování řepky pod závlahou: Použito bylo 60 mm závlahové vody, tj. 600 m³/ha. Průměrný výnos zrna pšenice minerálně hnojených variant na ploše zavlažované je 8,01 t/ha a na ploše bez závlahy 7,90 t/ha. Cena za 1 m³ v roce 2024 byla 15 Kč. Průměrná výkupní cena pšenice od července 2024 (měsíc sklizně) po dobu 11 měsíců (údaje za srpen 2025 v době vzniku závěrečné zprávy ÚKZÚZ ještě nebyly známy) podle údajů ČSÚ kolísala od 4 789 Kč/t (srpen 2024) po 5 514 Kč/t (duben 2025). Zisk z 1 ha na ploše zavlažované by byl při uvažované vyšší ceně pšenice (5 514 Kč/t) 44 167 Kč a na ploše bez závlahy 43 561 Kč. Na ploše zavlažované by tedy zisk byl o 606 Kč/ha vyšší. Po odečtení ceny závlahové vody (600 x 15 = 9 000 Kč) by vznikla ztráta -8 394 Kč. Za uvedených podmínek by tedy zavlažování pšenice bylo ztrátové.

4.4 Technologické vlastnosti

Tabulka 13 uvádí HTS a obsah N látek v zrně pšenice. Obsah N látek je vypočítanou hodnotou z dusíku laboratorně stanoveného v sušině (N*5,7). Podle obsahu N látek se pšenice potravinářská rozděljuje na pšenici pekárenskou a pšenici pečivářenskou. Pekárenská pšenice na výrobu kynutých těst má podle normy ČSN 46 1100-2 obsahovat nejméně 11,5 % dusíkatých látek v sušině a pšenice pečivářská pro výrobu oplatků nejvýše 11,5 % N-látek v sušině.

Tab. 13 Technologické vlastnosti zrna pšenice

Varianty hnojení	Závlaha		Bez závlahy	
	HTS (g)	N látky (%)	HTS (g)	N látky (%)
1. hnůj	46,32	9,84	45,79	9,55
2. hnůj + N1P1K1	49,11	10,26	50,27	10,20
3. hnůj + N2P2K2	48,33	11,23	49,06	11,17
4. hnůj + N3P3K3	49,78	11,41	48,22	11,36
5. hnůj + N2P1K2	48,43	11,37	47,70	11,10
6. hnůj + N2P3K2	50,28	11,10	50,44	11,41
7. hnůj + N2P2K1	49,50	11,29	48,06	11,18
8. hnůj + N2P2K3	48,61	11,24	48,44	11,49
9. hnůj + N2P2K2	46,54	11,35	47,12	11,32

HTS a obsah N látek je na obou plochách podobný. Nejnižší HTS mají varianty hnojené pouze hnojem. Limitní hodnoty pro pekárenskou kvalitu pšenice nedosáhla žádná z variant.

4.5 Odběr živin, bilance

Pro 6. rok osevnického sledu byla provedena bilance dusíku pro varianty se stupňovanou úrovní hnojení dusíkem. Pro každoročně hnojenou variantu byla též provedena bilance fosforu a draslíku. Na straně vstupů je započítáno pouze minerální hnojení aplikované na podzim 2023 a v průběhu vegetace 2024. K variantám hnojeným zásobně v průběhu vegetačního období 2023/2024 fosforem ani draslíkem hnojeno nebylo. Pro tyto varianty bilance za období 2023/2024 provedena nebyla. Výstupem je celkový odběr živin produkcí (HP + VP), který byl vypočítán na základě výnosu sušiny (kg/ha) a analyzovaného obsahu prvků (% v sušině, tabulka obsahu prvků není ve zprávě pro obsáhlost uvedena). Celková bilance živin bude hodnocena na konci osevnického sledu.

Tab. 14 Odběr živin produkcí, zrno pšenice, závlaha

Varianty hnojení	odběr živin v kg/ha				
	N	P	K	Mg	Ca
1. hnůj	87	19	23	6	2
2. hnůj + N1P1K1	119	22	26	7	3
3. hnůj + N2P2K2	144	25	29	8	3
4. hnůj + N3P3K3	141	24	29	8	3
5. hnůj + N2P1K2	140	22	27	7	3
6. hnůj + N2P3K2	140	25	29	8	3
7. hnůj + N2P2K1	146	24	28	8	3
8. hnůj + N2P2K3	144	25	30	8	3
9. hnůj + N2P2K2	142	23	28	8	3

Tab. 15 Odběr živin produkcí, zrno pšenice, bez závlahy

Varianty hnojení	odběr živin v kg/ha				
	N	P	K	Mg	Ca
1. hnůj	84	16	21	5	2
2. hnůj + N1P1K1	121	23	28	8	3
3. hnůj + N2P2K2	137	24	28	8	3
4. hnůj + N3P3K3	144	25	29	8	3
5. hnůj + N2P1K2	133	23	26	7	3
6. hnůj + N2P3K2	146	27	29	9	4
7. hnůj + N2P2K1	138	22	26	7	3
8. hnůj + N2P2K3	146	27	30	9	3
9. hnůj + N2P2K2	134	22	26	7	3

Tab. 16 Odběr živin produkcí, sláma pšenice, závlaha

Varianty hnojení	odběr živin v kg/ha				
	N	P	K	Mg	Ca
1. hnůj	21	4	34	7	13
2. hnůj + N1P1K1	32	5	42	8	18
3. hnůj + N2P2K2	41	6	55	9	19
4. hnůj + N3P3K3	37	6	57	8	18
5. hnůj + N2P1K2	43	5	52	9	20
6. hnůj + N2P3K2	36	5	56	8	18
7. hnůj + N2P2K1	44	6	57	10	21
8. hnůj + N2P2K3	45	6	57	9	20
9. hnůj + N2P2K2	42	5	57	9	20

Tab. 17 Odběr živin produkcí, sláma pšenice, bez závlahy

Varianty hnojení	odběr živin v kg/ha				
	N	P	K	Mg	Ca
1. hnůj	15	2	22	5	11
2. hnůj + N1P1K1	26	4	42	6	16
3. hnůj + N2P2K2	31	5	52	7	17
4. hnůj + N3P3K3	41	6	73	7	19
5. hnůj + N2P1K2	33	5	56	7	18
6. hnůj + N2P3K2	30	5	54	6	16
7. hnůj + N2P2K1	37	5	56	7	18
8. hnůj + N2P2K3	46	6	58	8	21
9. hnůj + N2P2K2	37	5	51	7	17

Tab. 18 Odběr živin produkcí, zrno + sláma, závlaha

Varianty hnojení	odběr živin v kg/ha				
	N	P	K	Mg	Ca
1. hnůj	108	23	57	13	15
2. hnůj + N1P1K1	151	27	68	15	20
3. hnůj + N2P2K2	185	31	85	17	22
4. hnůj + N3P3K3	178	30	86	16	21
5. hnůj + N2P1K2	182	27	78	16	23
6. hnůj + N2P3K2	176	30	85	17	21
7. hnůj + N2P2K1	190	29	84	18	24
8. hnůj + N2P2K3	189	31	87	17	22
9. hnůj + N2P2K2	185	28	85	17	23

Tab. 19 Odběr živin produkcí, semeno + sláma, bez závlahy

Varianty hnojení	odběr živin v kg/ha				
	N	P	K	Mg	Ca
1. hnůj	99	18	42	10	13
2. hnůj + N1P1K1	147	27	70	14	19
3. hnůj + N2P2K2	169	29	80	15	19
4. hnůj + N3P3K3	185	31	102	15	22
5. hnůj + N2P1K2	167	27	82	14	21
6. hnůj + N2P3K2	176	32	83	15	19
7. hnůj + N2P2K1	176	27	82	14	21
8. hnůj + N2P2K3	192	33	88	17	24
9. hnůj + N2P2K2	171	27	77	14	20

Tab. 20 Balance živin vybraných variant

Varianty hnojení	závlaha			bez závlahy		
	BalanceN (kg/ha)	Balance P (kg/ha)	Balance K (kg/ha)	BalanceN (kg/ha)	Balance P (kg/ha)	Balance K (kg/ha)
1. hnůj	-108	-	-	-99	-	-
2. hnůj + N1P1K1	-91	-	-	-87	-	-
3. hnůj + N2P2K2	-95	-	-	-79	-	-
4. hnůj + N3P3K3	-58	-	-	-65	-	-
9. hnůj + N2P2K2	-	5	89	-	6	97

V důsledku přibližně stejného množství odebraných živin na obou plochách jsou i hodnoty bilance živin velmi podobné. Balance dusíku je záporná až do nejvyšší úrovně hnojení, balance fosforu při jeho střední dávce je mírně kladná a výrazně kladná je bilance draslíku při střední úrovni hnojení

draslíkem. Kromě minerálních živin mohou být produkcí využity živiny uvolněné mineralizací z hnoje, který byl aplikován na podzim 2022.

4.6 Půdní vlastnosti

4.6.1 Obsah přístupných živin v půdě

Tab. 21 Obsah přístupných živin (mg/kg) po sklizni 2024, 0-30 cm, **závlaha**

Varianty hnojení	pH/CaCl ₂	P	K	Mg	Ca
1. hnůj	6,6	63	211	470	3503
2. hnůj + N1P1K1	6,4	96	314	416	3253
3. hnůj + N2P2K2	6,0	133	471	360	2963
4. hnůj + N3P3K3	5,8	165	466	340	2863
5. hnůj + N2P1K2	6,4	120	469	376	3483
6. hnůj + N2P3K2	6,1	153	388	381	3103
7. hnůj + N2P2K1	6,2	120	334	408	3243
8. hnůj + N2P2K3	6,4	123	469	377	3503
9. hnůj + N2P2K2	6,3	131	442	373	3243

Tab. 22 Obsah přístupných živin (mg/kg) po sklizni 2024, 0-30 cm, **bez závlahy**

Varianty hnojení	pH/CaCl ₂	P	K	Mg	Ca
1. hnůj	6,4	98	265	271	3273
2. hnůj + N1P1K1	5,9	144	437	247	3143
3. hnůj + N2P2K2	5,8	192	595	218	2893
4. hnůj + N3P3K3	5,5	237	762	196	2633
5. hnůj + N2P1K2	5,7	161	611	221	2823
6. hnůj + N2P3K2	5,7	242	641	215	2933
7. hnůj + N2P2K1	5,7	180	461	224	2833
8. hnůj + N2P2K3	5,8	205	728	210	2823
9. hnůj + N2P2K2	5,8	180	593	219	2863

Tab. 23 Kritéria hodnocení půdní reakce (pH)

do 4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,5	6,6-7,2
extrémně kyselá	silně kyselá	kyselá	slabě kyselá	neutrální

Zdroj: vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd

Tab. 24 Kritéria hodnocení přístupných živin (Mehlich 3), středně těžké půdy

obsah	fosfor (mg/kg)	draslík (mg/kg)	hořčík (mg/kg)	vápník (mg/kg)
nízký	do 50	do 105	do 105	do 1100
vyhovující	51-80	106-170	106-160	1101-2000
dobrý	81-115	171-310	161-265	2001-3300
vysoký	116-185	311-420	266-330	3301-5400
velmi vysoký	nad 185	nad 420	nad 330	nad 5400

Zdroj: vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd

Na ploše zavlažované se udržují vyšší hodnoty pH pravděpodobně díky závlahou dodávaným bazickým kationtům Mg²⁺ a Ca²⁺. Na obou plochách se projevuje okyselující účinek minerálního

hnojení, nejnižší hodnoty pH vykazuje varianta hnojená všemi živinami v nejvyšší úrovni, tj. varianta 4. Naopak varianta hnojená pouze hnojem má hodnotu pH nejvyšší. Na ploše bez závlahy je vyšší obsah P a K. Důvodem jsou vyšší hodnoty bilance P a K z důvodu nižšího odběru živin než na ploše zavlažované. Vyšší obsah vápníku a hořčíku je naopak na ploše zavlažované pravděpodobně důsledkem vyššího obsahu těchto prvků v závlahové vodě. Závlahovou vodou bylo v roce 2024 celkem dodáno 12,10 kg /ha Mg a 34,40 kg/ha Ca (analýzy závlahové vody uvádí tabulka X).

Tab. 25 Poměr K/Mg po sklizni roku 2024

varianta	1 hnůj	2 hnůj + N1P1K1	3 hnůj + N2P2K2	4 hnůj + N3P3K3	5 hnůj + N2P1K2	6 hnůj + N2P3K2	7 hnůj + N2P2K1	8 hnůj + N2P2K3	9 hnůj + N2P2K2
závlaha	0,4	0,8	1,3	1,4	1,2	1,0	0,8	1,2	1,2
bez závlahy	1,0	1,8	2,7	3,9	2,8	3,0	2,1	3,5	2,7

Tab. 26 Kritéria hodnocení poměru K:Mg

dobrá	vyhovující	nevyhovující
< 1,6	1,6 – 3,2	> 3,2

Poměr K/Mg se hodnotí z důvodu možných problémů s příjmem hořčíku. Na ploše bez závlahy je tento poměr vyšší. Při nejvyšší intenzitě draselného hnojení (varianty 4 a 8) je poměr K/Mg nevyhovující obsahu a je proto v budoucnu možné očekávat problémy s příjmem hořčíku.

4.6.2 Obsah síry a mikroprvků v půdě

Tab. 27 Kritéria pro hodnocení obsahu mikroprvků, metoda Mehlich 3

Mikroelement	Půdní druh	Obsah (mg/kg)		
		nízký	dobrá	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 ($< 2,0$) ¹⁾	1,61 – 4,5	nad 4,5
Zinek (Zn)	L, S, T	do 2,2	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) Doporučeno pro obiloviny

2) Je doporučeno hnojit na půdách obsahujících méně než 45 mg/kg

Zdroj: Čermák a kol., 2017.

Tab. 28 Kritéria pro hodnocení obsahu síry, metoda Mehlich 3

Obsah síry (mg/kg)	Kategorie	Doporučení pro hnojení S
<10	velmi nízká	Aplikovat 100 % celkového odběru S
11-20	nízká	Aplikovat 75 % celkového odběru S
21-30	vyhovující	Aplikovat 50 % celkového odběru s
31-40	dobrá	Hnojit pouze náročné plodiny při předpokladu vysokého výnosu
> 40	vysoká	Není potřeba hnojit S, doporučeno alespoň 1x za 3 roky sledovat obsah v půdě

Zdroj: Kulhánek a kol., 2018

Tab. 29 Obsah mikroprvků a přístupné síry (mg/kg) po sklizni 2023, 0-30 cm, **závlaha**

Varianty hnojení	B	Cu	Zn	Mn	Fe	S
1. hnůj	1,7	4,9	5,0	266,0	224,6	13,6
2. hnůj + N1P1K1	1,6	4,6	4,8	253,0	234,6	16,3
3. hnůj + N2P2K2	1,3	4,4	4,5	248,0	240,6	18,5
4. hnůj + N3P3K3	1,2	4,4	4,0	219,0	253,6	21,1
5. hnůj + N2P1K2	1,6	4,6	4,7	246,0	224,6	19,4
6. hnůj + N2P3K2	1,4	4,5	4,8	243,0	244,6	20,1
7. hnůj + N2P2K1	1,5	4,8	4,7	255,0	220,6	18,3
8. hnůj + N2P2K3	1,5	4,4	4,5	249,0	227,6	18,1
9. hnůj + N2P2K2	1,5	4,6	4,8	244,0	214,6	17,1

Tab. 30 Obsah mikroprvků a přístupné síry (mg/kg) po sklizni 2023, 0-30 cm, **bez závlahy**

Varianty hnojení	B	Cu	Zn	Mn	Fe	S
1. hnůj	1,2	5,7	4,5	241,0	259,6	10,2
2. hnůj + N1P1K1	1,1	5,5	4,3	226,0	266,6	12,7
3. hnůj + N2P2K2	0,9	5,3	4,1	212,0	271,6	15,8
4. hnůj + N3P3K3	0,8	5,0	3,9	191,0	281,6	20,1
5. hnůj + N2P1K2	0,9	5,3	4,1	210,0	266,6	15,3
6. hnůj + N2P3K2	1,0	5,5	4,6	204,0	275,6	18,5
7. hnůj + N2P2K1	0,9	5,2	3,9	205,0	253,6	16,3
8. hnůj + N2P2K3	1,0	5,2	4,1	207,0	263,6	24,1
9. hnůj + N2P2K2	1,0	5,2	4,1	209,0	262,6	15,7

Kromě síry je obsah všech analyzovaných prvků v kategoriích dobrého až vysokého obsahu. Nízký je naopak obsah síry (kategorie převážně nízkého, někdy vyhovujícího obsahu). V závislosti na variantě hnojení lze sledovat změnu obsahu síry. Značné množství síry je obsaženo v síranu amonném (24 %), dále je síra obsažena v superfosfátu (10 %). Proto je obsah síry minerálně hnojených variant převážně vyšší než obsah síry variant kontrolních. Na ploše zavlažované jsou vyšší obsahy manganu, zinku a boru. Plocha bez závlahy obsahuje více mědi a železa. Vyšší obsahy některých prvků na ploše zavlažované lze vysvětlit jejich vstupem v závlahové vodě. Naopak na ploše bez závlahy může být vysvětlením pro vyšší obsah některých prvků v půdě jejich nižší odběr produkcí. Obsah mikroprvků v závlahové vodě není analyzován.

4.7 Lyzimetrické sledování

4.7.1 Agrochemické vlastnosti půdy lyzimetrických parcel

Tab. 31 Obsah živin v půdě (mg/kg) a pH před hnojením na jaře 2024

Horizont 0-40 cm	pH	P	K	Mg	Ca
1. hnůj	6,8	53	253	474	3364
2. hnůj + N1P1K1	7,1	108	445	437	4173
3. hnůj + N2P2K2	6,1	137	531	341	2777
4. hnůj + N3P3K3	6,2	135	488	329	3011
Horizont 40-60 cm	pH	P	K	Mg	Ca
1. hnůj	6,8	28	166	461	3710
2. hnůj + N1P1K1	7,0	50	236	463	3736
3. hnůj + N2P2K2	6,6	57	259	417	3290
4. hnůj + N3P3K3	6,6	53	236	411	3366

Obsah fosforu a draslíku ve svrchním horizontu (0-40 cm) je oproti spodnímu horizontu téměř výrazně vyšší, obsah hořčíku a vápníku, tedy živin, kterými není intenzivně minerálně hnojeno, je v obou horizontech velmi vyrovnaný s poněkud větší akumulací ve spodním horizontu.

4.7.2 Výnosy na lyzimetrických parcelách

Tab. 32 Výnosy zrna pšenice (t/ha) na lyzimetrických parcelách, **závlaha**

Varianta hnojení	zrno		sláma	
	výnos (t/ha)	sušina (%)	výnos (t/ha)	sušina (%)
1. hnůj	5,9	86,9	3,0	90,2
2. hnůj + N1P1K1	7,7	86,9	4,9	90,1
3. hnůj + N2P2K2	8,4	86,9	5,2	90,3
4. hnůj + N3P3K3	8,1	86,8	5,5	90,4

4.7.3 Průběh počasí, množství živin ve srážkové a závlahové vodě

Rok 2024 byl převážně teplotně nadprůměrný. Chladnější počasí oproti normálu bylo pouze v listopadu. Srážkově byl rok 2024 mírně nadprůměrný s vyšším úhrnem srážek na jaře a s výrazně nadprůměrnými srážkami v září.

Tab. 33 Průběh povětrnostních podmínek a množství dodané závlahy v období I-XII /2024

rok měsíc	teploty (°C)			srážky (mm)			závlaha (mm)
	průměr	normál	odchylka	měsíční suma	normál	Odchylka % normálu	
I	1,1	-0,4	1,5	42	23	182	
II	7,6	1,2	6,4	16	23	71	
III	9,1	5,3	3,8	50	32	156	
IV	12,2	11,0	1,2	33	31	107	
V	16,5	15,5	1,0	76	53	144	30 + 30
VI	20,3	19,2	1,1	107	62	173	
VII	23,4	21,0	2,4	13	73	18	
VIII	23,5	20,6	2,9	41	57	73	
IX	17,0	15,3	1,7	187	55	340	
X	10,1	9,9	0,2	31	34	91	
XI	3,7	5,0	-1,3	14	34	41	
XII	2,0	0,7	1,3	23	27	86	
2024	12,2	10,4	1,9	634	504	126	60

nadprůměrné teploty, nadprůměrné srážky

Tab. 34/a Obsahy živin, průvodních látek a pH ve srážkové a závlahové vodě r. 2024 (kg/ha)

měsíc	mm	normál	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO ₄ ²⁻
1	41,9	23	0,50	0,35	0,50	6,68	0,09	0,30	0,17	0,90	0,30	0,61
2	16,4	21	1,09	0,79	1,00	6,11	0,04	0,30	0,04	0,82	0,48	1,03
3	49,9	23	0,64	0,45	0,53	5,72	0,04	0,30	0,03	0,76	0,30	1,26
4	33,1	34	1,38	0,23	0,72	6,54	0,03	0,33	0,21	3,24	0,30	1,77
5	76,1	50	0,94	0,10	0,55	6,47	0,02	0,30	0,11	4,26	0,30	0,88
6	107,3	63	0,50	0,26	0,50	6,46	0,02	0,30	0,01	1,18	0,30	0,61
7	12,8	64	3,14	1,19	2,15	6,73	0,04	0,69	0,76	8,80	0,78	4,86
8	41,4	47	1,06	0,23	0,57	6,44	0,03	0,30	0,07	2,07	0,30	0,86

Tab. 34/b Obsahy živin, průvodních látek a pH ve srážkové a závlahové vodě r. 2024 (kg/ha)

9	187,1	42	0,50	0,13	0,50	5,70	0,03	0,30	0,01	0,47	0,30	0,50
10	31,0	29	1,00	0,30	0,50	4,99	0,05	0,30	0,01	0,71	0,30	0,73
11	13,9	38	1,80	0,62	0,71	4,58	0,13	0,30	0,12	1,53	0,30	1,78
12	23,2	27	1,97	1,85	2,02	6,35	0,02	1,04	0,19	1,66	1,00	1,98
srážky celkem/rok	634,1	461	14,50	6,49	10,25	6,08	0,54	4,76	1,71	26,39	4,95	16,84
závlaha V	30,0	-	0,80	0,00	14,00	7,91	0,10	2,20	6,10	18,10	10,40	30,30
závlaha V	30,0	-	0,80	0,10	14,50	7,53	0,00	2,30	6,00	16,30	10,50	31,80
závlaha celkem/rok	60,0	-	1,60	0,10	28,50	7,30	0,10	4,50	12,10	34,40	20,90	62,10
srážky a závlaha celkem/rok	694,1		16,1	6,59	38,75	6,19	0,64	9,26	13,81	60,79	25,85	78,94

Největší vstup ve srážkové vodě představuje dusík celkem 21 kg/ha/rok (NO_3^- a NH_4^+), vápník 26,39 kg/ha/rok a síra (SO_4^{2-}) 16,84 kg/ha/rok. Nejmenší vstup představuje naopak fosfor 0,54 kg/ha/rok a hořčík (1,71 kg/ha/rok). Vstup živin a průvodních látek v závlahové vodě je vyšší než ve vodě srážkové. Závlahou je nejvíce dodávána síra jako (SO_4^{2-} 62,10 kg/ha/rok), vápník (34,40 kg/ha/rok) a chlor (28,50 kg/ha/rok).

Oproti ploše bez závlahy je na ploše zavlažované větší vstup hořčíku prostřednictvím závlahové vody 12,10 kg/ha v roce 2024 (srážková voda jen 1,71 kg/ha/rok), což může být pravděpodobně důvodem vyššího obsahu Mg v půdě, který pozorujeme na ploše zavlažované. Závlaha tak může příznivě ovlivňovat poměr K/Mg, který je bez závlahy méně vyhovující.

Přepočet obsahu hořčíku dodávaného závlahou při uvažovaném průměrném množství 12,10 (kg/ha) na mg/kg: 1 ha = 3 000 m³, objemová hmotnost redukována = 1 400 kg/m³. Hmotnost 1 ha = 3 000 x 1400 = 4 200 000 kg. Hmotnost Mg/ha = 12,10 kg = 12 100 000 mg.

Obsah Mg v mg/kg = 12 100 000/4 200 000 = 2,88 mg/kg. 2,88 mg/kg Mg bylo dodáno závlahovou vodou v roce 2024.

4.7.4 Záchyt a analýzy eluátů

Tab. 35/a Záchyt eluátu v roce 2024

lyzimetr č./horizont	datum	eluát (ml)	průsak (l/ha)	ekvivalent (mm)	% sumy srážek
1/00 – 40 cm	01.02.	1 110	55 500	5,6	0,9
1/00 – 40 cm	20.09.	4 280	214 000	21,4	3,4
1/00 – 40 cm celkem		5 390	269 500	27,0	4,3
1/00 – 60 cm	01.02.	290	14 500	1,5	0,2
1/00 – 60 cm	20.09.	1 610	80 500	8,1	1,3
1/00 – 60 cm celkem		1 900	95 000	9,5	1,5
2/00 – 40 cm	01.02.	1 580	79 000	7,9	1,2
2/00 – 40 cm	20.03.	220	11 000	1,1	0,2
2/00 – 40 cm	20.09.	9 080	454 000	45,4	7,2
2/00 – 40 cm celkem		10 880	544 000	54,4	8,6
2/00 – 60 cm	01.02.	920	46 000	4,6	0,7
2/00 – 60 cm	20.09.	5 470	273 500	27,4	4,3
2/00 – 60 cm celkem		6 390	319 500	32,0	5,0

Tab. 35/b Záchyt eluátu v roce 2024

lyzimetr č./horizont	datum	eluát (ml)	průsak (l/ha)	ekvivalent (mm)	% sumy srážek
3/00 – 40 cm	01.02.	8 000	400 000	40,0	6,3
3/00 – 40 cm	20.03.	750	37 500	3,8	0,6
3/00 – 40 cm	20.09.	11 630	581 500	58,2	9,2
3/00 – 40 cm celkem		20 380	10 19 000	101,9	16,1
3/00 – 60 cm	01.02.	900	45 000	4,5	0,7
3/00 – 60 cm	20.03.	1 000	50 000	5,0	0,8
3/00 – 60 cm	20.09.	4 770	238 500	23,9	3,8
3/00 – 60 cm celkem		6 670	333 500	33,4	5,3
4/00 – 40 cm	01.02.	10 000	500 000	50,0	7,9
4/00 – 40 cm	20.03.	630	31 500	3,2	0,5
4/00 – 40 cm	20.09.	11 040	552 000	55,2	8,7
4/00 – 40 cm celkem		21 670	10 83 500	108,4	17,1
4/00 – 60 cm	01.02.	960	48 000	4,8	0,8
4/00 – 60 cm	20.09.	8 320	416 000	41,6	6,6
4/00 – 60 cm celkem		9 280	464 000	46,4	7,3

Tab. 36/a Obsah živin a průvodních látek v eluátu (kg/ha) v roce 2024

lyzimetr č./horizont	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO ₄ ²⁻
1/00 – 40 cm	2,50	0,00	3,30	7,9	0,000	0,40	1,50	8,40	1,60	4,2
1/00 – 40 cm	1,30	0,00	13,00	8,0	0,200	1,40	3,90	21,80	7,00	18,30
1/00 – 40 cm celkem	3,80	0,00	16,30	-	0,200	1,80	5,40	30,20	8,60	22,50
1/00 – 60 cm	0,40	0,00	0,80	8,1	0,000	0,10	0,40	2,20	0,50	1,60
1/00 – 60 cm	0,50	0,00	6,10	8,0	0,000	0,70	2,00	10,60	3,10	10,60
1/00 – 60 cm celkem	0,90	0,00	6,90	-	0,000	0,80	2,40	12,80	3,60	12,20
2/00 – 40 cm	12,80	0,00	5,60	7,8	0,100	0,20	4,00	24,80	2,40	18,20
2/00 – 40 cm	0,40	0,00	0,10	8,8	0,000	0,00	0,20	1,00	0,20	1,20
2/00 – 40 cm	6,40	0,00	9,10	7,9	0,300	0,70	5,70	34,70	7,80	22,80
2/00 – 40 cm celkem	19,60	0,00	14,80	-	0,400	0,90	9,90	60,50	10,40	42,20
2/00 – 60 cm	5,40	0,00	3,00	8,0	0,000	0,20	1,90	10,30	1,10	3,30
2/00 – 60 cm	3,50	0,00	5,90	7,9	0,100	0,90	6,50	33,50	7,10	50,60
2/00 – 60 cm celkem	8,90	0,00	8,90	-	0,100	1,10	8,40	43,80	8,20	53,90
3/00 – 40 cm	17,90	0,00	9,00	7,5	1,000	1,20	5,80	32,40	5,00	18,70
3/00 – 40 cm	1,10	0,00	0,20	7,5	0,100	0,10	0,50	2,90	0,50	2,50
3/00 – 40 cm	8,40	0,10	11,30	7,7	0,900	1,50	5,90	32,80	8,40	31,30
3/00 – 40 cm celkem	27,40	0,10	20,50	-	2,000	2,80	12,20	68,10	13,90	52,50
3/00 – 60 cm	4,50	0,00	2,20	8,0	0,000	0,20	1,40	9,30	0,80	4,10
3/00 – 60 cm	5,50	0,00	2,20	7,6	0,000	0,20	1,60	10,60	1,00	4,90
3/00 – 60 cm	8,00	0,00	3,90	7,9	0,100	1,00	4,80	33,90	5,10	42,50
3/00 – 60 cm celkem	18,00	0,00	8,30	-	0,100	1,40	7,80	53,80	6,90	51,50

Tab. 36/b Obsah živin a průvodních látek v eluátu (kg/ha) v roce 2024

lyzimetr č./horizont	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO ₄ ²⁻
4/00 – 40 cm	56,10	0,10	38,00	7,6	0,400	1,50	23,70	140,50	16,00	158,20
4/00 – 40 cm	0,20	0,00	0,10	7,8	0,000	0,10	0,70	3,80	0,70	5,80
4/00 – 40 cm	52,90	0,10	25,30	7,8	0,700	2,40	16,20	91,80	14,90	50,30
4/00 – 40 cm celkem	109,20	0,20	63,4	-	1,100	4,00	40,60	236,1	31,60	214,3
4/00 – 60 cm	3,80	0,00	8,20	8,0	0,100	0,50	3,30	23,20	1,70	37,20
4/00 – 60 cm	19,30	0,00	10,30	8,0	0,400	4,10	16,80	109,90	15,00	193,40
4/00 – 60 cm celkem	23,10	0,00	18,50	-	0,500	4,60	20,10	133,10	16,70	230,60

Eluát byl zachycen v únoru, březnu a září. V únoru spadlo pouze 16 mm srážek, k průsaku eluátu došlo díky zásobě vody v půdě po zimním období. V březnu (156 mm srážek) došlo k průsaku eluátu po intenzivní srážce. V září došlo k průsaku eluátu po intenzivních srážkách (340 mm). Všechny termíny byly mimo aplikaci závlahové vody, záchyt v září byl po sklizni plodiny. Největší množství eluátu, které proniklo do hloubky 60 cm, bylo zachyceno v lyzimetru č. 3, průsak představoval 7,3 % roční sumy srážek. Lze předpokládat, že ke ztrátám živin z důvodu vyplavování nedochází, neboť půda na stanovišti Lednice v podmínkách suššího klimatu spadá do nepromyvného vodního režimu a voda neproniká do hloubky 80 cm, která se považuje za hloubku, která je již mimo dosah kořenové zóny rostlin.

Mezi prvky, které jsou nejvíce vyplavovány patří vápník, síra, chlor a dusičnanový anion. Nejméně jsou naopak vyplavovány fosfor, draslík a amonný kation.

4.7.5 Bilance dusíku při zohlednění zásoby dusíku v půdě a ztrát vyplavením

Tab. 37 Orientační bilance dusíku na lyzimetrických parcelách (kg/ha)

Zdroje výpočtu bilance	L1	L2	L3	L4
Zásoba v půdě brzo na jaře (0-60 cm)	14,4	28,3	31,0	28,9
Dodáno minerálním hnojením	0	20,0	40,0	60,0
Dodáno dešťovými srážkami (I – XII)	7,0	7,0	7,0	7,0
Celkem vstupy:	21,4	55,3	78,0	96,0
Odběr sklizní	100,4	143,3	173,3	170,0
Ztráty vyplavením	4,7	28,5	45,4	132,5
Celkem výstupy (ztráty)	105,1	171,8	218,7	302,5
BILANCE	-83,7	-116,5	-140,7	-206,5

4.7.6 Dynamika minerálního dusíku v půdě

Pro sezónní variabilitu obsahu minerálního dusíku v půdě je charakteristické jarní maximum v důsledku oteplování půdy a zintenzivnění činnosti mikroorganismů a letní (posklizňové minimum) v důsledku odběru dusíku rostlinami a poklesu mineralizace. Při příznivých vlhkostních a teplotních podmínkách dochází na podzim k mineralizaci posklizňových zbytků a k druhému maximum a následně k poklesu mineralizace před zimou v důsledku poklesu teplot. Z hlediska vyplavování dusíku je rozhodující půdní druh, úhrn srážek a hloubka prokořenění. Nejrizikovějším obdobím z hlediska ztráty dusíku vyplavením je mimovegetační období.

Tab. 38 Hodnocení obsahu N-NO₃ v půdě (mg/kg), Lednice, 171 m. n. m (Trávník, 1995)

Obsah N-NO ₃	do 450 m nadmořské výšky	nad 450 m nadmořské výšky
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	nad 16

Rizikové obsahy NO₃⁻ jsou označeny barevně (rizikové obsahy se vztahují k hodnotám před zámrzem).

Tab. 39 Dynamika minerálního dusíku v půdě, varianta **hnůj**

Horizont 0-40 cm	N-NO ₃ ⁻ (mg/kg)	N-NH ₄ ⁺ (mg/kg)	Nmin (mg/kg)	N (kg/ha)
2023 před zámrzem	11,57	0,2	11,77	70,62
2024 před hnojením	1,12	0,63	1,75	10,52
2024 po sklizni	8,69	1,36	10,05	60,30
2024 před zámrzem	7,60	0,34	7,94	47,64
Horizont 40-60 cm	N-NO ₃ ⁻ (mg/kg)	N-NH ₄ ⁺ (mg/kg)	Nmin (mg/kg)	N (kg/ha)
2023 před zámrzem	9,62	0,20	9,82	29,46
2024 před hnojením	1,08	0,20	1,28	3,84
2024 po sklizni	4,47	0,78	5,25	15,75
2024 před zámrzem	4,20	0,20	4,40	13,20

Tab. 40 Dynamika minerálního dusíku v půdě, varianta **hnůj + N1P1K1**

Horizont 0-40 cm	N-NO ₃ ⁻ (mg/kg)	N-NH ₄ ⁺ (mg/kg)	Nmin (mg/kg)	N (kg/ha)
2023 před zámrzem	20,28	0,20	20,48	122,88
2024 před hnojením	2,41	0,24	2,65	15,90
2024 po sklizni	10,12	1,01	11,13	66,78
2024 před zámrzem	6,63	0,20	6,83	40,98
Horizont 40-60 cm	N-NO ₃ ⁻ (mg/kg)	N-NH ₄ ⁺ (mg/kg)	Nmin (mg/kg)	N (kg/ha)
2023 před zámrzem	12,90	0,20	13,10	39,30
2024 před vyhnojením	3,56	0,57	4,12	12,36
2024 po sklizni	4,57	0,29	4,86	14,58
2024 před zámrzem	5,62	0,20	5,82	17,46

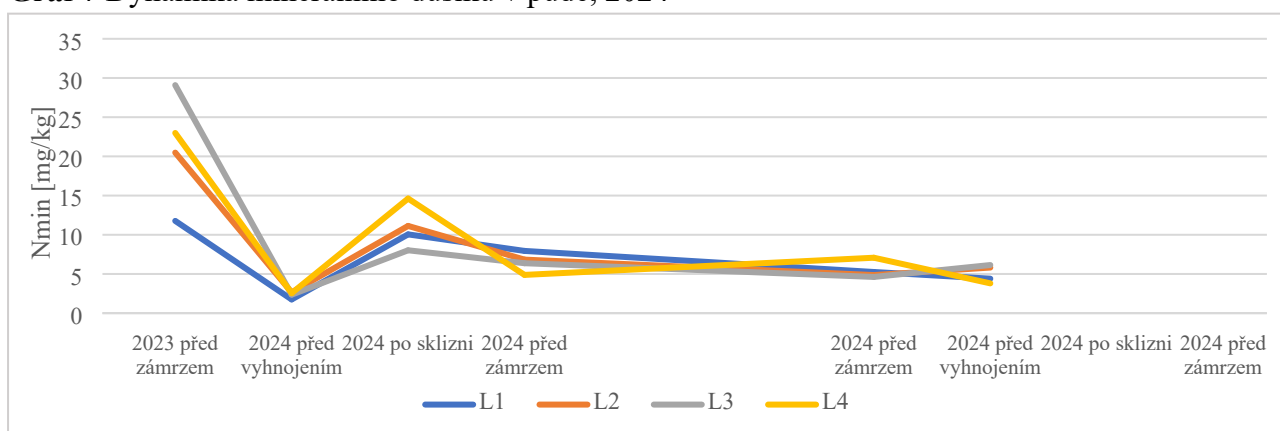
Tab. 41 Dynamika minerálního dusíku v půdě, varianta **hnůj + N2P2K2**

Horizont 0-40 cm	N-NO ₃ ⁻ (mg/kg)	N-NH ₄ ⁺ (mg/kg)	Nmin (mg/kg)	N (kg/ha)
2023 před zámrzem	28,89	0,20	29,09	174,54
2024 před hnojením	1,94	0,42	2,36	14,16
2024 po sklizni	7,10	0,92	8,02	48,09
2024 před zámrzem	6,17	0,20	6,37	38,21
Horizont 40-60 cm	N-NO ₃ ⁻ (mg/kg)	N-NH ₄ ⁺ (mg/kg)	Nmin (mg/kg)	N (kg/ha)
2023 před zámrzem	12,57	0,20	12,77	38,31
2024 před hnojením	5,41	0,20	5,61	16,82
2024 po sklizni	3,97	0,65	4,62	13,86
2024 před zámrzem	5,94	0,20	6,14	18,41

Tab. 42 Dynamika minerálního dusíku v půdě, varianta **hnůj + N3P3K3**

Horizont 0-40 cm	N-NO ₃ ⁻ (mg/kg)	N-NH ₄ ⁺ (mg/kg)	Nmin (mg/kg)	N (kg/ha)
2023 před zámrzem	22,79	0,20	22,99	137,94
2024 před hnojením	2,05	0,51	2,55	7,65
2024 po sklizni	13,77	0,85	14,62	87,73
2024 před zámrzem	4,68	0,20	4,88	29,30
Horizont 40-60 cm	N-NO ₃ ⁻ (mg/kg)	N-NH ₄ ⁺ (mg/kg)	Nmin (mg/kg)	N (kg/ha)
2023 před zámrzem	13,19	0,20	13,39	40,17
2024 před hnojením	6,89	0,20	7,09	21,27
2024 po sklizni	6,81	0,26	7,07	21,20
2024 před zámrzem	3,60	0,20	3,80	11,40

Rizikové obsahy NO₃⁻ jsou označeny barevně (rizikové obsahy se vztahují k hodnotám před zámrzem).

Graf 7 Dynamika minerálního dusíku v půdě, 2024

V průběhu vegetačního období 2023/2024 byly maximální hodnoty Nmin zjištěny před zámrzem v roce 2023. Druhé maximum bylo zjištěno po sklizni 2024. Nejvyšší naměřené hodnoty obsahu N-NO₃⁻ v horizontu 0-40 cm zjištěné na lyzimetrických parcelách L2-L4 před zámrzem přesahovaly 20 mg/kg, a mohou být považovány za rizikové. Důvodem vyššího obsahu nitrátů před zámrzem 2023 může zařazení řepky jako předplodiny, která zanechává vyšší množství posklizňových zbytků (kořenů), aplikace minerálního dusíkatého hnojiva a současně příznivé podmínky mineralizace během teplého podzimu. V roce 2024 rizikové obsahy nitrátů v půdě zjištěny nebyly.

5 ZÁVĚR

Výnos pšenice byl pozitivně ovlivněn minerálním hnojením. Statisticky průkazně byl výnos zrna i slámy ovlivněn vstupem minerálních živin již v nejnižší hladině. Další stupňování živin nemělo na výnos statisticky průkazný vliv. Rovněž se neprojevil vliv každoročního nebo zásobního hnojení. Závlahou byl ovlivněn pouze výnos slámy, a to pouze některých variant. Nárůst výnosu slámy po závlaze se pohyboval v rozsahu 0,12 až 1,4 t/ha. Na základě výpočtu ekonomické bilance bylo zavlažování pšenice za podmínek pokusu hodnoceno jako ekonomicky ztrátové. Na ploše bez závlahy mají varianty s nejvyšší úrovní draselného hnojení nevyhovující poměr K/Mg a mohly by se v budoucnu vyskytnout problémy s příjmem hořčíku. Je to důsledek vysokých dávek draselného

hnojení a zároveň absence závlahové vody, kterou je kromě dalších prvků dodáván také hořčík. Průměrná roční bilance draslíku při úrovni hnojení K3 je asi 170 kg/ha (viz Závěrečná zpráva za osevní sled 2011-2018). V důsledku kladné bilance živin minerálně hnojených variant (Závěrečná zpráva za osevní sled 2011-2018) a pravděpodobně i díky přirozené půdní úrodnosti i příznivým hodnotám pH je také obsah dalších živin v půdě na obou plochách dobrý až velmi vysoký. Se stupňující se úrovní hnojení vzrůstá odběr dusíku produkcí a také ztráty dusíku vyplavením. Bilance dusíku zohledňující pouze vstup v minerálním hnojivu a odběr produkcí je ve vegetačním období 2023/2024 záporná až do nejvyšší úrovně hnojení. Záporná zůstává i po zohlednění zásoby dusíku v půdě na jaře. Nejvyšší obsahy N v půdě byly zjištěny před zámrzem 2023, zřejmě v důsledku mineralizace kořenové hmoty řepky jako předplodiny a aplikace dusíkatého hnojení na podzim.

6 LITERATURA

VEŘEJNÁ DATABÁZE ČESKÉHO STATISTICKÉHO ÚŘADU. <https://vdb.czso.cz>

KULHÁNEK, Martin et al. 2018. *Stanovení přístupné síry v půdě metodou Mehlich 3. Certifikovaná metodika*. 32 s. ČZU. Praha. ISBN: 978-80-213-2893-8.

ČERMÁK, Pavel et al. 2017. *Metodický postup pro stanovení obsahu mikroelementů metodou Mehlich 3 a návrh kritérií hodnocení jejich obsahu v zemědělských půdách*. 20 s. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha 6 – Ruzyně. ISBN: 978-80-7427-266-0.

Vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků. In: *Sbírka zákonů*. 30. 11. 1998, částka 97/1998.