

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



**Ověření účinnosti stupňovaných dávek dusíku při
konstantních hladinách fosforu a draslíku**

Výroční zpráva ze stacionární polní zkoušky za rok 2024

Zpracoval: Ing. Ivana Komprsová
Markéta Vodáková

Schválil: Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.

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

Obsah	strana
1 ÚVOD	2
2 MATERIÁL A METODY	2
2.1 DRUH ZKOUŠKY, JEJÍ TRVÁNÍ A AGROTECHNIKA	2
2.2 PLODINY A ODRŮDY	2
2.3 APLIKACE HNOJIV	3
2.4 SLEDOVANÉ PRODUKTY A PARAMETRY	4
2.4.1 Odběry vzorků rostlin	5
2.4.2 Sledování půdy	5
3 CHARAKTERISTIKA ZKUŠEBNÍCH MÍST	5
4 ZHODNOCENÍ VEGETAČNÍHO POZOROVÁNÍ A POVĚTRNOSTNÍCH PODMÍNEK	6
4.1 ZHODNOCENÍ VEGETAČNÍHO POZOROVÁNÍ	6
4.2 ZHODNOCENÍ POVĚTRNOSTNÍCH PODMÍNEK	6
5 VÝSLEDKY	8
5.1 ZHODNOCENÍ VÝNOSŮ ZA ROK 2024	8
5.2 ZHODNOCENÍ TECHNOLOGICKÝCH ROZBORŮ	10
5.3 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ROZBORŮ ROSTLIN	10
5.4 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ROZBORŮ PŮD	11
5.4.1 Vývoj obsahu N_{min} během roku 2024	11
5.4.2 Obsah $N-NO_3$ a $N-NH_4$	13
5.5 ZHODNOCENÍ BILANCE DUSÍKU, FOSFORU A DRASLÍKU	15
5.6 OBSAH PŮDNÍ ORGANICKÉ HMOTY A SORPČNÍ VLASTNOSTI PŮDY	17
6 ZÁVĚRY	18
6.1 VÝNOSY	18
6.2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI	18
6.3 ANORGANICKÉ ROZBORY ROSTLIN	18
6.4 HODNOCENÍ OBSAHU MINERÁLNÍHO A NITRÁTOVÉHO DUSÍKU BĚHEM ROKU	19
6.5 BILANCE DUSÍKU	19
6.6 OBSAH PŮDNÍ ORGANICKÉ HMOTY A SORPČNÍ VLASTNOSTI PŮDY	19

1 Úvod

Cílem přesné polní stacionární zkoušky „Ověření účinnosti stupňovaných dávek dusíku při konstantních hladinách fosforu a draslíku“ je ověřit vliv hnojení stupňovanými dávkami N na výnos plodin, kvalitu sklizených produktů a změny obsahu minerálního dusíku v půdě s možností tyto získané poznatky využít v ochraně půdy a vodních toků.

Získané údaje slouží pro stanovení racionální intenzity hnojení, při které jsou dosahovány příznivé výnosy za současného udržení odpovídající půdní úrodnosti. Pokusy rovněž umožňují výpočet bilance živin a nalezení optimální intenzity hnojení pro vyrovnanou bilanci. Neméně důležité je i detailní sledování dynamiky obsahu dusíku v půdě jak během roku, tak v delším časovém úseku ve vztahu k minerálnímu a organickému hnojení.

2 Materiál a metody

2.1 Druh zkoušky, její trvání a agrotechnika

Zkouška byla založena v roce 1996 na výživářských bázích zkušebních stanic ÚKZÚZ jako přesná dlouhodobá s účelem ověření vlivu stupňované dávky dusíku na změny obsahu dusíku v půdě, výnos a kvalitu produkce. Pokus je veden na pěti stanicích, a to Vysoká u Příbramě, Chrástava, Hradec nad Svitavou, Pusté Jakartice a Lednice.

Všechny agrotechnické zásahy jsou prováděny tak, aby nedošlo k ovlivnění jednotlivých variant mezi sebou, a aby se projeví pouze vlivy hnojení. Tato zpráva prezentuje dosažené výsledky za 4. rok ve čtvrtém osevním sledu, konkrétně za rok 2024. V obou výrobních oblastech byla pěstována stejná plodina, ječmen jarní odrůdy Laudis 550.

Příprava půdy

Po sklizni okopanin byla provedena podmínka, hnojení a zimní orba. V dubnu potom vláčení, urovňání pozemku, zapravení hnojiva. Následně seťová příprava rotačními bránami a setí ječmene.

Technika hnojení

Aplikace minerálních hnojiv byla provedena ručně rozhozem, křížově, pravidelně po celé ploše zkušební parcely.

2.2 Plodiny a odrůdy

Tab. č. 1: Plodiny ve 4. osevním sledu

Rok	Plodina	Rok	Plodina
2021	řepka ozimá	2025	hrách
2022	pšenice ozimá	2026	pšenice ozimá
2023	cukrovka brambory	2027	cukrovka brambory
2024	ječmen jarní	2028	ječmen jarní

2.3 Aplikace hnojiv

Fosfor byl dodán v granulovaném superfosfátu. Jako draselné hnojivo byla použita draselná sůl. Dusíkatá hnojiva se aplikují v síranu amonném u všech plodin při přípravě půdy a ve formě ledku amonného s vápencem k přihnojení v průběhu vegetace.

Varianty hnojení:

V pokusu je zařazeno 9 variant hnojení, které se 4x opakují

- 1) nehnojeno
- 2) fosforečná a draselná minerální hnojiva (PK)
- 3) dusík v první aplikační dávce N1 (30 kg)
- 4) dusík v druhé aplikační dávce N2 (60 kg)
- 5) dusík ve třetí aplikační dávce N3 (90 kg)
- 6) chlévský hnůj (CH.HN) a minerální hnojiva P,K (CH.HN a PK)
- 7) CH.HN a N1PK (minerální hnojiva P,K a N1 hladina)
- 8) CH.HN a N2PK (minerální hnojiva P,K a N2 hladina)
- 9) CH.HN a N3PK (minerální hnojiva P,K a N3 hladina)

Tab. č. 2: Schématické znázornění rozmístění pokusných parcel

D 5	D 4	D 3	D 2	D 1	D 9	D 8	D 7	D 6
C 2	C 5	C 4	C 1	C 3	C 8	C 6	C 9	C 7
B 4	B 1	B 5	B 3	B 2	B 7	B 9	B 6	B 8
A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9

Dávky a termíny hnojení jsou uvedeny v tab. č. 3. Fosforečná a draselná hnojiva byla aplikována v daném roce vždy na stejné úrovni pro všechny varianty hnojení mimo variantu 1, kde se nehnojilo žádným hnojivem.

Od roku 2017 došlo k úpravě metodiky pokusu, kdy na variantách 3, 4 a 5 bylo vypuštěno hnojení fosforem a draslíkem. Před touto úpravou se na variantě 3, 4 a 5 hnojilo následovně: N1PK, N2PK, N3PK.

Tab. č. 3: Dávky živin na jednotlivých variantách hnojení ve 4. osevním sledu 2021-2028

rok	plodina	živina hnojivo	jedn hm.	termín použití	varianty hnojení								
					1	2	3	4	5	6	7	8	9
2021	řepka ozimá	P ₂ O ₅	kg	podzim 2020	-	60	-	-	-	60	60	60	60
		K ₂ O	kg	podzim 2020	-	80	-	-	-	80	80	80	80
		N regenerační	kg	jaro 2021	-	-	30	60	90	-	30	60	90
		N produkční	kg	jaro 2021	-	-	30	60	90	-	30	60	90
2022	pšenice ozimá	P ₂ O ₅	kg	podzim 2021	-	60	-	-	-	60	60	60	60
		K ₂ O	kg	podzim 2021	-	80	-	-	-	80	80	80	80
		N regenerační	kg	jaro 2022	-	-	25	50	75	-	25	50	75
		N produkční	kg	jaro 2022	-	-	25	50	75	-	25	50	75
2023	cukrovka brambory	hnůj	t	podzim 2022	-	-	-	-	-	40	40	40	40
		P ₂ O ₅	kg	podzim 2022	-	60	-	-	-	60	60	60	60
		K ₂ O	kg	podzim 2022	-	80	-	-	-	80	80	80	80
		N základní	kg	jaro 2023	-	-	40	80	120	-	40	80	120
2024	ječmen jarní	P ₂ O ₅	kg	podzim 2023	-	60	-	-	-	60	60	60	60
		K ₂ O	kg	podzim 2023	-	80	-	-	-	80	80	80	80
		N základní	kg	jaro 2024	-	-	30	60	90	-	30	60	90
2025	hrách	vápnění	-	podzim 2024	dávka podle hodnoty pH a zrnitostního složení								
		P ₂ O ₅	kg	podzim 2024	-	60	-	-	-	60	60	60	60
		K ₂ O	kg	podzim 2024	-	80	-	-	-	80	80	80	80
		N základní	kg	jaro 2025	-	-	20	30	40	-	20	30	40
2026	pšenice ozimá	P ₂ O ₅	kg	podzim 2025	-	60	-	-	-	60	60	60	60
		K ₂ O	kg	podzim 2025	-	80	-	-	-	80	80	80	80
		N regenerační	kg	jaro 2026	-	-	25	50	75	-	25	50	75
		N produkční	kg	jaro 2026	-	-	25	50	75	-	25	50	75
2027	cukrovka brambory	hnůj	t	podzim 2026	-	-	-	-	-	40	40	40	40
		P ₂ O ₅	kg	podzim 2026	-	60	-	-	-	60	60	60	60
		K ₂ O	kg	podzim 2026	-	80	-	-	-	80	80	80	80
		N základní	kg	jaro 2027	-	-	40	80	120	-	40	80	120
2028	ječmen jarní	P ₂ O ₅	kg	podzim 2027	-	60	-	-	-	60	60	60	60
		K ₂ O	kg	podzim 2027	-	80	-	-	-	80	80	80	80
		N základní	kg	jaro 2028	-	-	30	60	90	-	30	60	90

Tab. č. 4: Termín aplikace hnojiv

Druh hnojení	Termín aplikace
základní	před založením porostu
regenerační	brzy z jara, podle povětrnostních podmínek
produkční	během vegetace, podle povětrnostních podmínek
organické	před orbou u brambor a cukrovky

2.4 Sledované produkty a parametry

Součástí zkoušky je sledování průběhu počasí během celého roku. Zaznamenávaly se hodnoty teplot a množství srážek, které byly porovnány s dlouhodobými průměry a normály v dané lokalitě.

Vegetační pozorování se provádělo po celou dobu vegetace od založení porostů až po sklizeň na všech variantách a opakováních.

2.4.1 Odběry vzorků rostlin

Za účelem zjištění stavu agrochemických vlastností půdy a vlivu hnojení na příjem živin rostlinami se každoročně po sklizni odebírají vzorky rostlin (hlavní i vedlejší produkt) na stanovení sušiny a obsahu základních živin.

2.4.1.1 Sledované parametry ječmene jarního

Vegetační pozorování, výnos HP a VP, stanovení obsahu živin v zrnu i slámě – N, P, K, Mg a Ca v sušině (%).

Technologické rozborů:

- HTZ
- stanovení vlhkosti zrna
- stanovení N látek

2.4.2 Sledování půdy

Za účelem sledování změn agrochemických vlastností půdy se odebírají půdní vzorky ze všech variant hnojení na stanovení:

- pH/CaCl₂, Mehlich 3 (P, K, Ca, Mg, S, Zn, B, Al, Fe, Cu, Mn), sorpční vlastnosti, Cox, N celkový – 2x za osevní postup (r. 2024 a 2028 vždy po sklizni ječmene jarního)
- obsah N_{min} v půdě z hloubky (0–30 cm a 30–60 cm) každoročně:
 - a) na jaře, před hnojením dusíkem
 - b) po sklizni plodiny
 - c) na podzim, před zámrzem

3 Charakteristika zkušebních míst

Pokus probíhá na plochách výživářských bází zkušebních stanic ÚKZÚZ. V bramborářské výrobní oblasti (dále jen BVO) ve Vysoké (VYS), Chrastavě (CHT) a v Hradci nad Svitavou (HRA).

V řepařské výrobní oblasti (dále jen ŘVO) v Pustých Jakartcích (PJA). V kukuřičné výrobní oblasti v Lednici (LED). Přehled základních charakteristik jednotlivých stanovišť uvádí tab. č. 5.

Tab. č. 5: Základní charakteristika stanovišť

ZS zkr.	Okr.	Výrobní oblast	Půdní typ	Půdní druh	Nadm. výška [m n.m.]	Teplotní normál [°C]	Srážkový normál [mm]	Velikost skliz. parcely [m ²]
VYS	PB	BVO	LUg	S	598	8,0	654	22,50
CHT	LI	BVO	HNI	S	345	8,5	788	25,00
HRA	SY	BVO	HNm	S	460	7,7	625	14,04
PJA	OP	ŘVO	HNI	S	295	8,7	571	10,00
LED	BR	KVO	ČMm	S	173	10,2	490	27,45

4 Zhodnocení vegetačního pozorování a povětrnostních podmínek

4.1 Zhodnocení vegetačního pozorování

Výsev ječmene jarního proběhl od 7. 3. na ZS Lednice do 9. 4. 2024 na ZS Hradec n. Svitavou secím strojem Ojord, Saxonia nebo Accord. Pozemky byly dobře připravené. Na Chrastavě bylo období po zasetí téměř beze srážek, takže porost vzcházal velmi mezerovitě a nevyrovnaně. Na ostatních stanicích bylo vláhý dostatek, rostliny vzcházely dobře. V období přehlídek byly rostliny v různých vývojových fázích od počátku sloupkování až do vymetaného porostu. Během vegetace byl v Hradci n. Svitavou proveden jeden postřik proti houbovým chorobám, v P. Jakarticích byl použit 2x insekticid a Stutox na hraboše. Na ZS Vysoká byl porost ječmene ošetřen proti kohoutkovi a také proti plevelům. Sklizeň proběhla bez problémů od 17. 7. (PJA) do 12. 8. 2024 (HRA).

4.2 Zhodnocení povětrnostních podmínek

Součástí pokusu je každoroční sledování průběhu počasí během celého roku. Zaznamenávají se hodnoty teplot, množství srážek a ty se porovnávají s dlouhodobými průměry a normály v dané lokalitě (tab. č. 6 a 7).

Tab. 6: Průměrné měsíční srážky v r. 2023/2024

Stanice	Průměrné měsíční srážky [mm]												Σ roční
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Hradec nad Svitavou													
suma měs. srážek [mm]	9	41	81	73	42	48	40	21	98	61	45	61	620
měsíční normál [mm]	61	43	39	40	38	32	43	38	66	68	88	71	627
% normálu	15	95	208	183	111	150	93	55	148	90	51	86	99
Chrastava													
suma měs. srážek [mm]	22	82	98	100	50	100	20	29	49	64	100	118	832
měsíční normál [mm]	68	53	51	55	53	46	56	39	78	87	101	105	792
% normálu	32	155	192	182	94	217	36	74	63	74	99	112	105
Pusté Jakartice													
suma měs. srážek [mm]	65	67	62	39	24	26	23	47	42	111	46	89	641
měsíční normál [mm]	63	46	37	27	26	25	34	40	71	78	85	58	590
% normálu	103	146	167	143	93	102	66	118	59	143	54	154	109
Lednice													
suma měs. srážek [mm]	43	35	44	68	42	16	50	33	76	107	13	41	568
měsíční normál [mm]	55	34	34	27	23	23	32	31	53	62	73	57	504
% normálu	78	103	129	252	183	70	156	106	143	173	18	72	113
Vysoká													
suma měs. srážek [mm]	13	43	84	91	55	42	30	34	74	78	41	64	649
měsíční normál [mm]	43	48	45	45	49	38	52	35	67	78	81	78	659
% normálu	30	90	187	202	112	111	58	97	110	100	51	83	98

Tab. 7: Průměrné měsíční teploty v r. 2023/2024

Stanice	Průměrné měsíční teploty [°C]												Ø
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	roční
Hradec n. Svitavou													
Ø denní teplota [°C]	16,3	11,2	4,1	2,2	-0,4	5,9	7,1	10,0	14,6	18,3	20,1	20,5	10,8
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
Chrastava													
Ø denní teplota [°C]	16,6	11,7	4,8	3,1	0,3	6,2	7,8	10,6	15,6	18,1	19,4	19,7	11,2
měsíční normál [°C]	13,2	8,8	4,2	0,5	-0,7	0,3	3,3	8,5	13,0	16,4	18,3	17,9	8,6
Pusté Jakartice													
Ø denní teplota [°C]	18,4	13	5,8	3,7	0,9	7,7	8,3	11,3	16,3	19,4	21,3	21,4	12,3
měsíční normál [°C]	13,8	8,9	4,3	-0,1	-1,3	-0,1	3,4	8,9	13,6	17,2	19,1	18,6	8,9
Lednice													
Ø denní teplota [°C]	18,5	13,2	5,8	2,5	1,1	7,6	9,1	12,2	16,5	20,3	23,4	23,5	12,8
měsíční normál [°C]	15,3	9,9	5	0,7	-0,4	1,2	5,3	11	15,5	19,2	21	20,6	10,4
Vysoká													
Ø denní teplota [°C]	17,8	11,7	4,4	3,2	0,2	5,9	6,9	9,8	14,1	17,6	19,6	20,6	11,0
měsíční normál [°C]	13,2	8,1	3,2	-0,2	-1,2	-0,3	3,3	8,4	12,9	16,5	18,2	17,9	8,3

Podzim a zima 2023/2024 - září až únor

Září roku 2023 bylo teplé s nadprůměrnými teplotami a ojedinělým deštěm. Měsíce říjen a listopad byly poměrně teplé a suché, koncem 11. měsíce přišly první přízemní mrazíky a občasné dešťové srážky se změnily ve sněhové. Začátek prosince byl ve znamení zimy, na ZS Chrastava leželo 15 cm sněhu. V lednu se střídalo chladné a teplejší počasí. Únor byl deštivý, ale oproti normálu teplejší.

Jaro 2024 - březen až květen

Jaro se vyznačovalo velmi proměnlivým počasím. První půlka března byla oblačná a beze srážek. Druhá půlka byla ve znamení přízemních mrazíků a s velkým množstvím srážek. V první polovině dubna převládalo letní počasí, od poloviny se postupně ochlazovalo a přšlo. Na přelomu dubna a května se oteplilo až na 25⁰ C. Květen byl na většině stanic srážkově nad dlouhodobým normálem. V Pustých Jakartcích bylo srážek méně, zato tepleji.

Léto 2024 - červen a červenec

Měsíc červen byl teplotně v normálu, srážkově velmi suchý, s lokálními bouřkami. I červenec byl velmi teplý s lokálními silnými srážkami.

5 Výsledky

5.1 Zhodnocení výnosů za rok 2024

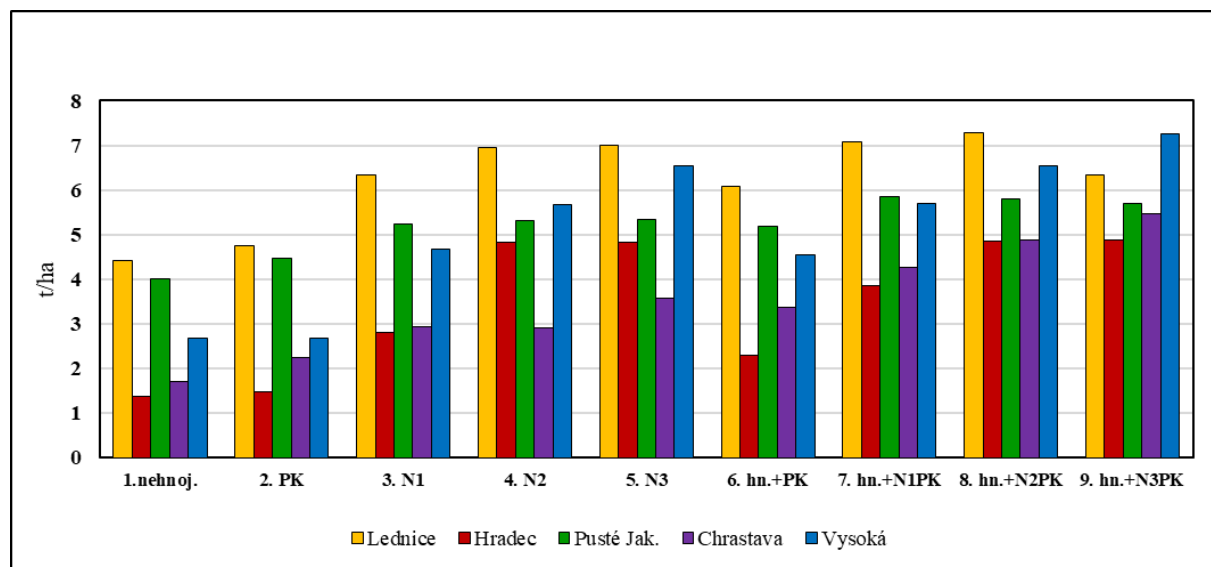
Průměrné výnosy hlavního i vedlejšího produktu ječmene jarního jsou uvedeny v následujících tabulkách č. 8 a 9.

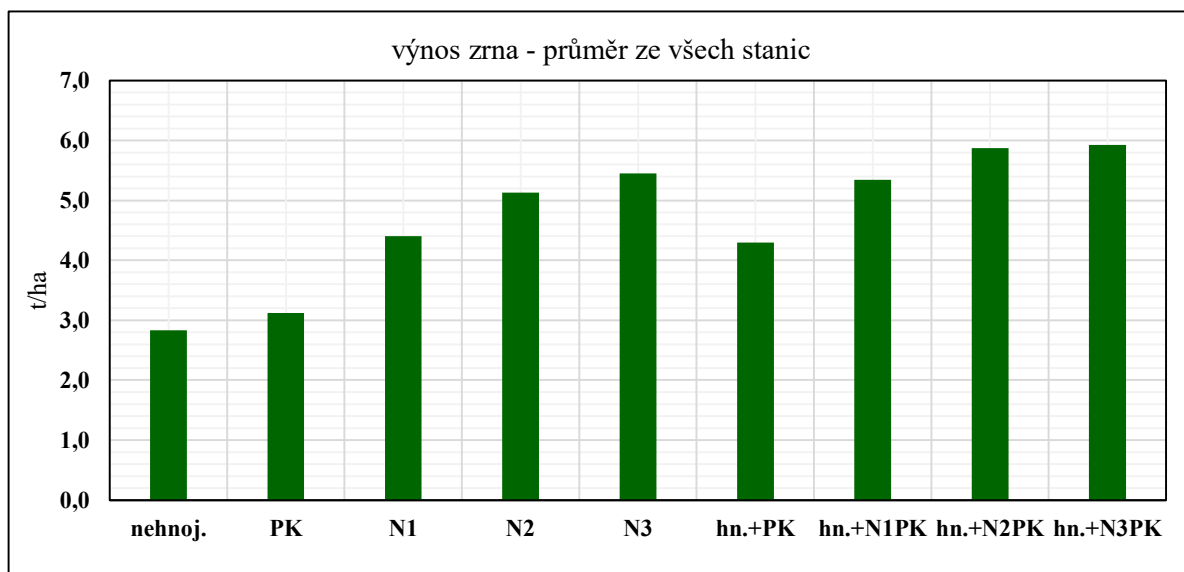
Tab. č. 8: Výnos zrna ječmene v t.ha⁻¹

výnos t/ha	varianta hnojení								
	1.nehnoj.	2. PK	3. N1	4. N2	5. N3	6. hn.+PK	7.hn.+ N1PK	8.hn.+ N2PK	9.hn.+ N3PK
Lednice	4,4	4,8	6,3	6,9	7,0	6,1	7,1	7,3	6,3
Hradec n. S.	1,4	1,5	2,8	4,8	4,8	2,3	3,9	4,9	4,9
Pusté Jak.	4,0	4,5	5,2	5,3	5,3	5,2	5,9	5,8	5,7
Chrastava	1,7	2,3	2,9	2,9	3,6	3,4	4,3	4,9	5,5
Vysoká	2,7	2,7	4,7	5,7	6,5	4,5	5,7	6,6	7,3
průměr	2,8	3,1	4,4	5,1	5,5	4,3	5,3	5,9	5,9
%	100 %	110 %	155 %	181 %	192 %	152 %	189 %	207 %	209 %

Výnosy zrna ječmene jarního byly hodnoceny společně z obou výrobních oblastí (ŘVO i BVO) a průměrné hodnoty se pohybovaly se v rozmezí 2,8 t.ha⁻¹ do 5,9 t.ha⁻¹. Z tabulky č. 8 i následných grafů č. 1 a č. 2 je patrné, že dosažené výnosy víceméně kopírovaly hladiny hnojení na jednotlivých variantách. Z průměrných hodnot za všechny zkušební stanice bylo dosaženo nejvyšších výnosů u vyšších hladin hnojení, tj. varianty 4, 5, 7, 8 a 9.

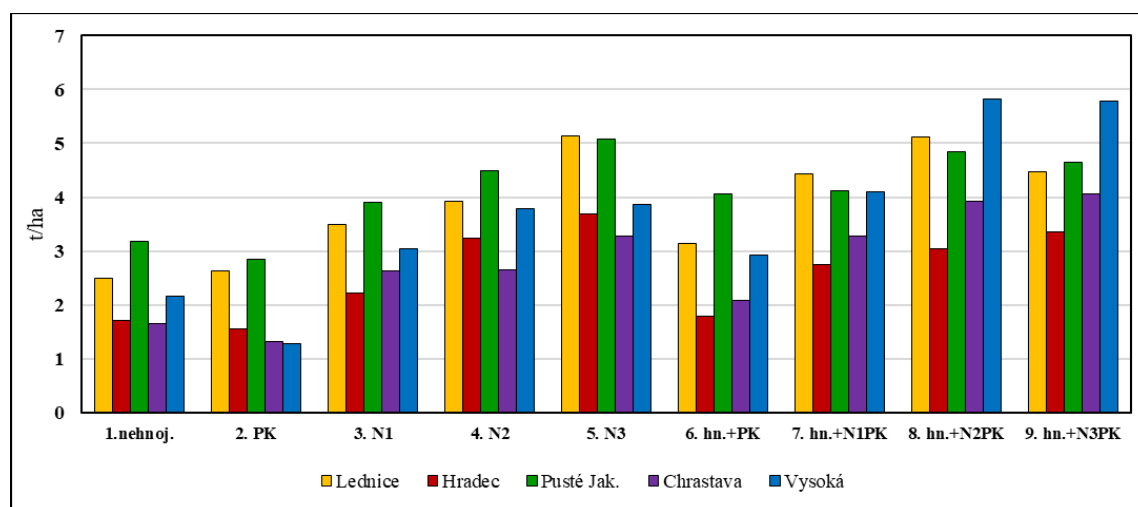
Graf č. 1 a 2: Výnos zrna ječmene v t.ha⁻¹ na jednotlivých stanicích a průměr ze všech ZS




Tab. č. 9: Výnos slámy ječmene v t.ha⁻¹

výnos t/ha	varianta hnojení								
	1.nehnoj.	2. PK	3. N1	4. N2	5. N3	6. hn.+PK	7.hn.+ N1PK	8.hn.+ N2PK	9.hn.+ N3PK
Lednice	2,5	2,6	3,5	3,9	5,1	3,1	4,4	5,1	4,5
Hradec n. S.	1,7	1,6	2,2	3,2	3,7	1,8	2,8	3,0	3,4
Pusté Jak.	3,2	2,9	3,9	4,5	5,1	4,1	4,1	4,9	4,7
Chrastava	1,6	1,3	2,6	2,6	3,3	2,1	3,3	3,9	4,1
Vysoká	2,2	1,3	3,1	3,8	3,9	2,9	4,1	5,8	5,8
průměr	2,2	1,9	3,1	3,6	4,2	2,8	3,7	4,6	4,5
%	100 %	86 %	137 %	162 %	188 %	125 %	167 %	204 %	200 %

Průměrný výnos slámy ječmene se pohyboval od 1,9 do 4,5 t.ha⁻¹ a rovněž kopíroval zvyšující se hladiny hnojení stejně jako tomu bylo u výnosu zrna. Nejvyšší hodnoty byl dosaženy na variantách 4, 5, 7, 8 a 9.

Graf č. 3: Výnos slámy ječmene v t.ha⁻¹


5.2 Zhodnocení technologických rozborů

U zrna ječmene jarního se z technologických vlastností hodnotily: HTZ a obsah N-látek.

Tab. č. 10: Průměrné hodnoty HTZ ječmene jarního

	HTZ v g přepočtené na 12% vlhkost								
	1.nehnoj.	2. PK	3. N1	4. N2	5. N3	6. hn.+PK	7.hn.+ N1PK	8.hn.+ N2PK	9.hn.+ N3PK
Lednice	47,8	47,9	48,1	48,8	48,9	49,0	48,5	49,1	47,2
Hradec	34,5	35,9	36,4	37,7	38,6	35,7	38,8	39,9	40,0
Pusté Jak.	46,8	47,6	49,6	50,9	50,2	44,0	49,4	51,7	51,6
Chrastava	39,1	41,0	44,5	39,4	42,9	42,1	46,2	44,9	44,8
Vysoká	41,4	41,2	44,1	43,7	41,5	43,5	42,3	44,8	45,2
Průměr	41,9	42,7	44,5	44,1	44,4	42,9	45,0	46,1	45,8

Naměřené hodnoty HTZ byly vyšší u variant hnojených dusíkem. Obsah N-látek v zrně ječmene vzrůstal se zvyšující se intenzitou hnojení.

Dle normy ČSN 46 1100-5, kdy sladovnický ječmen obsahuje nejméně 10 a nejvíce 12% N-látek by vyhověly pouze některé varianty na jednotlivých zkušebních stanicích (nejčastěji varianty 4, 5 a 8, 9).

Tab. č. 11: Obsah N-látek v % (NIRs)

	Obsah N-látek v % (NIRs)								
	1.nehnoj.	2. PK	3. N1	4. N2	5. N3	6. hn.+PK	7.hn.+ N1PK	8.hn.+ N2PK	9.hn.+ N3PK
Lednice	10,2	9,0	8,8	10,1	10,5	9,5	9,3	9,5	10,6
Hradec	9,8	9,8	9,0	9,3	10,5	9,7	9,7	10,1	11,0
Pusté Jak.	8,5	8,4	9,4	10,2	11,3	8,9	9,4	10,3	10,8
Chrastava	10,2	9,0	8,8	10,1	10,5	9,5	9,3	9,5	10,6
Vysoká	9,1	9,6	9,8	10,2	10,5	10,1	9,8	10,5	11,7
Průměr	9,6	9,2	9,2	10,0	10,6	9,5	9,5	10,0	10,9

5.3 Zhodnocení výsledků rozborů rostlin

U všech plodin se provádí analýzy (obsah N, P, K, Ca, Mg) hlavního sklizňového produktu (HP) a vedlejšího sklizňového produktu (VP) v průměrných vzorcích odebraných z každé varianty hnojení v době sklizně.

5.3.1 Obsah makroelementů

V obsahu **dusíku** v zrně ječmene se projevila intenzita minerálního hnojení samostatně i u variant s organickým hnojením rostoucími hodnotami. U **fosforu** a **draslíku** nedošlo vlivem stupňovaného hnojení dusíkem k výraznějším změnám, rovněž obsah **vápníku** a **hořčíku** nebyl intenzitou hnojení dusíkem ovlivněn, rozdíly mezi variantami byly zcela nevýznamné.

Tab. č. 12: Průměrné obsahy makroelementů v ječmeni jarním v sušině %

Varianta	Průměrné obsahy makroelementů									
	N		P		K		Ca		Mg	
	HP	VP	HP	VP	HP	VP	HP	VP	HP	VP
1. nehnojená	1,53	0,66	0,40	0,18	0,48	1,11	0,05	0,41	0,12	0,11
2. PK	1,47	0,58	0,40	0,17	0,49	1,15	0,05	0,37	0,12	0,10
3. N1	1,46	0,50	0,37	0,10	0,47	1,12	0,05	0,34	0,12	0,08
4. N2	1,60	0,53	0,36	0,09	0,44	1,21	0,05	0,33	0,12	0,08
5. N3	1,70	0,58	0,37	0,08	0,47	1,30	0,05	0,35	0,12	0,08
6. hn.+PK	1,52	0,51	0,41	0,15	0,49	1,23	0,05	0,35	0,12	0,08
7. hn.+N1PK	1,52	0,49	0,39	0,10	0,49	1,16	0,05	0,33	0,12	0,07
8. hn.+N2PK	1,60	0,50	0,37	0,08	0,46	1,24	0,05	0,34	0,12	0,07
9. hn.+N3PK	1,75	0,54	0,37	0,08	0,47	1,32	0,05	0,35	0,12	0,07

5.4 Zhodnocení výsledků rozborů půd

5.4.1 Vývoj obsahu Nmin během roku 2024

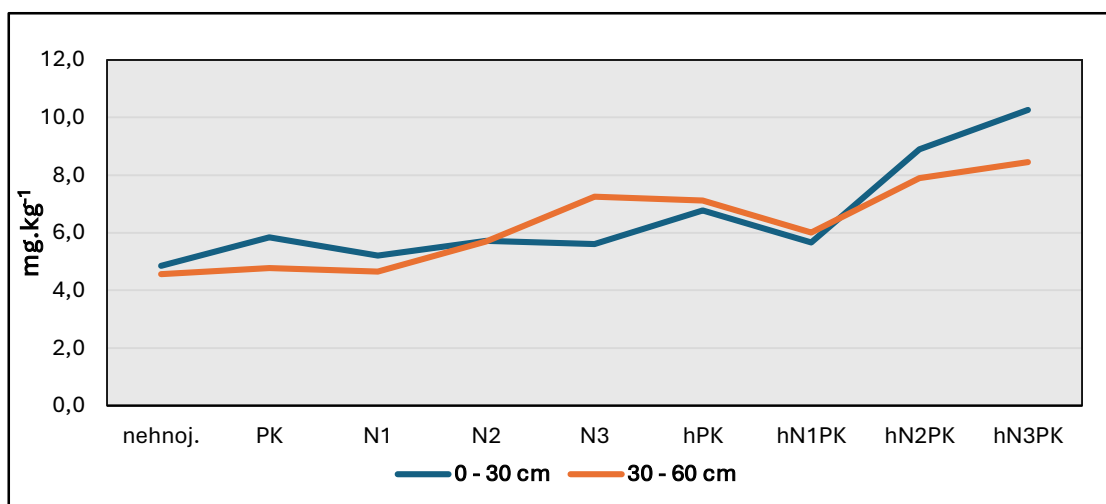
Odběry Nmin jsou prováděny od založení pokusu v roce 1996, 3 x ročně, tj. brzy na jaře, po sklizni plodiny a na podzim před zámrzem, ze všech 9 variant hnojení a hloubek 0-30 a 30-60 cm.

Tab. č. 13: Průměrný obsah Nmin ze všech zkušebních stanic v roce 2024

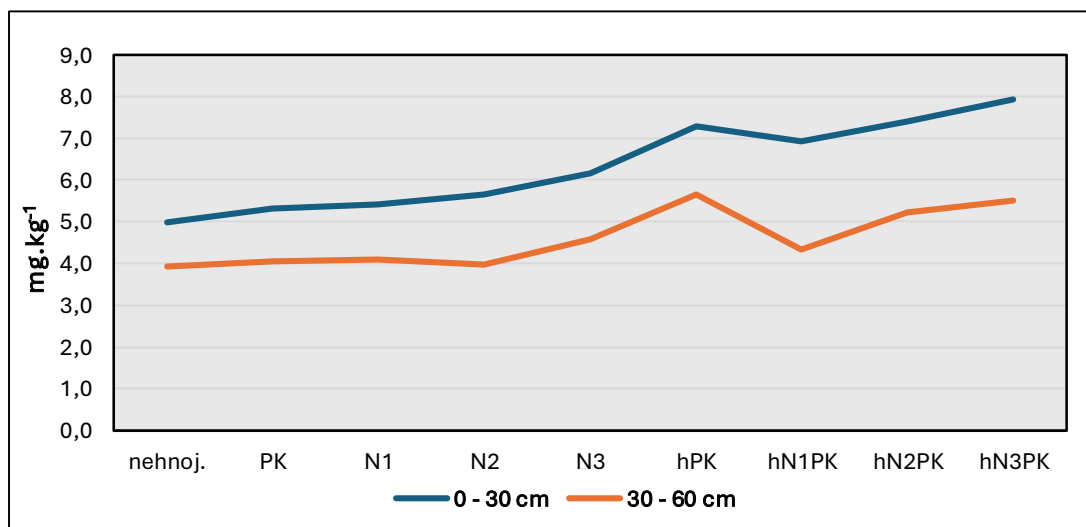
Nmin	na jaře [mg.kg ⁻¹]								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hnPK	hnN1PK	hnN2PK	hnN3PK
0 - 30 cm	4,86	5,83	5,20	5,72	5,61	6,77	5,66	8,90	10,26
30 - 60 cm	4,56	4,78	4,65	5,69	7,25	7,11	6,00	7,89	8,46
Nmin	po sklizni [mg.kg ⁻¹]								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hnPK	hnN1PK	hnN2PK	hnN3PK
0 - 30 cm	4,98	5,31	5,42	5,64	6,15	7,28	6,91	7,40	7,91
30 - 60 cm	3,93	4,04	4,10	3,97	4,56	5,65	4,33	5,23	5,51
Nmin	před zámrzem [mg.kg ⁻¹]								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hnPK	hnN1PK	hnN2PK	hnN3PK
0 - 30 cm	6,89	6,19	7,05	6,71	7,54	8,30	9,16	9,57	10,05
30 - 60 cm	6,18	5,39	5,98	6,49	7,16	6,93	7,28	8,05	7,93

Obsah Nmin ve spodním horizontu (30-60 cm) měl v termínu na jaře téměř na všech variantách hnojení nižší obsah než ve svrchním horizontu (mimo varianty 5, 6, 7). Při odběru po sklizni a před zámrzem byly shodně vyšší hodnoty Nmin zjištěny ve svrchním horizontu (0-30 cm). Trend vývoje obsahu Nmin byl většinou obdobný v obou horizontech. Obsah Nmin kopíroval zvyšující se hladiny hnojení dusíkem, nejvyšší byl na variantě 9.

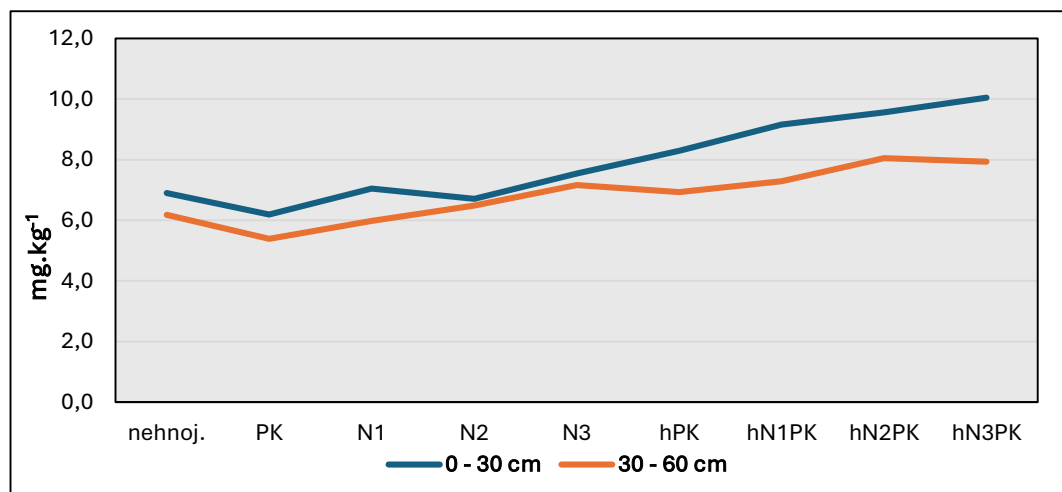
Graf č. 3: Obsah N_{min} v půdě **na jaře** v roce 2024



Graf č. 4: Obsah N_{min} v půdě **po sklizni** v roce 2024



Graf č. 5: Obsah N_{min} v půdě **před zámrazem** v roce 2024



Tab. č. 14: Aktuální zásoba N, průměr ze všech stanic

aktuální zásoba N	na jaře [kg.ha ⁻¹]								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hnPK	hnN1PK	hnN2PK	hnN3PK
0 - 30 cm	21,85	26,25	23,41	25,73	25,25	30,48	25,49	40,04	46,17
30 - 60 cm	27,36	28,67	27,89	34,14	43,48	42,67	36,03	47,33	50,73
aktuální zásoba N	po sklizni [kg.ha ⁻¹]								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hnPK	hnN1PK	hnN2PK	hnN3PK
0 - 30 cm	22,39	23,87	24,37	25,39	27,69	32,75	31,10	33,31	35,61
30 - 60 cm	23,58	24,26	24,61	23,82	27,38	33,92	26,00	31,36	33,04
aktuální zásoba N	před zámrazem [kg.ha ⁻¹]								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hnPK	hnN1PK	hnN2PK	hnN3PK
0 - 30 cm	31,01	27,86	31,71	30,19	33,93	37,36	41,23	43,05	45,21
30 - 60 cm	37,08	32,33	35,88	38,91	42,98	41,56	43,69	48,30	47,59

Z obsahu N_{min} v půdě lze přepočtem dle koeficientu stanovit aktuální zásobu N v půdě v kg.ha⁻¹. N_{min} ve vrstvě 0-30 cm * **4,5** a N_{min} ve vrstvě 30-60 cm * **6**.

V tabulce č. 14 je zásoba dusíku v kg.ha⁻¹ v obou horizontech a v jednotlivých odběrových termínech. V termínu po sklizni a zejména pak před zámrazem byla zásoba v půdě vysoká a dusík by již nebyl využit rostlinou, proto by v praxi bylo vhodné snížit dávku hnojení dusíkem.

5.4.2 Obsah N-NO₃ a N-NH₄

V rámci sledování obsahu minerálního dusíku N_{min} byly stanoveny rovněž obsahy nitrátového a amonného dusíku (N-NO₃ a N-NH₄). Důležitá je zejména hodnota nitrátového dusíku N-NO₃, který je značně mobilní a může být vyplavován do hlubších vrstev půdy nebo vody a představuje tak nebezpečí ohrožení povrchových i spodních vod. Největším rizikem je jeho vysoký obsah v půdě na konci podzimu, kdy již není předpoklad využití vegetací.

Tab. č. 15 : Hodnocení obsahu N-NO₃ v půdě (mg.kg⁻¹)

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

Tab. 16: Průměrné hodnoty N-NO₃ a N-NH₄ (mg.kg⁻¹) ze všech stanic (prům. nadmořská výška 374m)

N-NO ₃ a N-NH ₄		na jaře								
		nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
0 - 30 cm	N-NO ₃	3,66	3,62	4,23	4,82	4,69	5,49	4,29	7,08	8,16
	N-NH ₄	1,23	2,21	1,02	0,93	0,92	1,33	1,41	1,86	2,10
	N min	4,86	5,83	5,20	5,72	5,61	6,77	5,66	8,90	10,26
30 - 60 cm	N-NO ₃	3,46	3,26	3,68	4,77	6,11	5,72	4,88	6,78	7,49
	N-NH ₄	1,14	1,52	1,00	0,96	1,18	1,39	1,16	1,15	0,96
	N min	4,56	4,78	4,65	5,69	7,25	7,11	6,00	7,89	8,46
N-NO ₃ a N-NH ₄		po sklizni								
		nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
0 - 30 cm	N-NO ₃	4,22	4,59	4,76	5,08	5,60	6,51	6,26	6,85	7,44
	N-NH ₄	0,79	0,76	0,70	0,61	0,59	0,81	0,69	0,60	0,51
	N min	4,98	5,31	5,42	5,64	6,15	7,28	6,91	7,40	7,91
30 - 60 cm	N-NO ₃	3,17	3,46	3,49	3,58	3,91	4,86	3,83	4,67	4,84
	N-NH ₄	0,80	0,63	0,65	0,54	0,69	0,83	0,55	0,60	0,71
	N min	3,93	4,04	4,10	3,97	4,56	5,65	4,33	5,23	5,51
N-NO ₃ a N-NH ₄		před zámrazem								
		nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
0 - 30 cm	N-NO ₃	5,97	5,66	6,35	5,96	6,79	7,52	8,24	8,57	8,48
	N-NH ₄	0,92	0,57	0,69	0,75	0,75	0,78	0,93	0,99	1,56
	N min	6,89	6,19	7,05	6,71	7,54	8,30	9,16	9,57	10,05
30 - 60 cm	N-NO ₃	5,45	4,84	5,16	5,91	6,31	6,22	6,42	6,94	7,02
	N-NH ₄	0,77	0,59	0,82	0,62	0,89	0,74	0,90	1,15	0,95
	N min	6,18	5,39	5,98	6,49	7,16	6,93	7,28	8,05	7,93

Svrchní horizont 0-30 cm, odběr brzo na jaře

Při jarním odběru byly zjištěny nejnižší hodnoty Nmin a obsah nitrátového dusíku se držel na velmi bezpečné a bezpečné hladině.

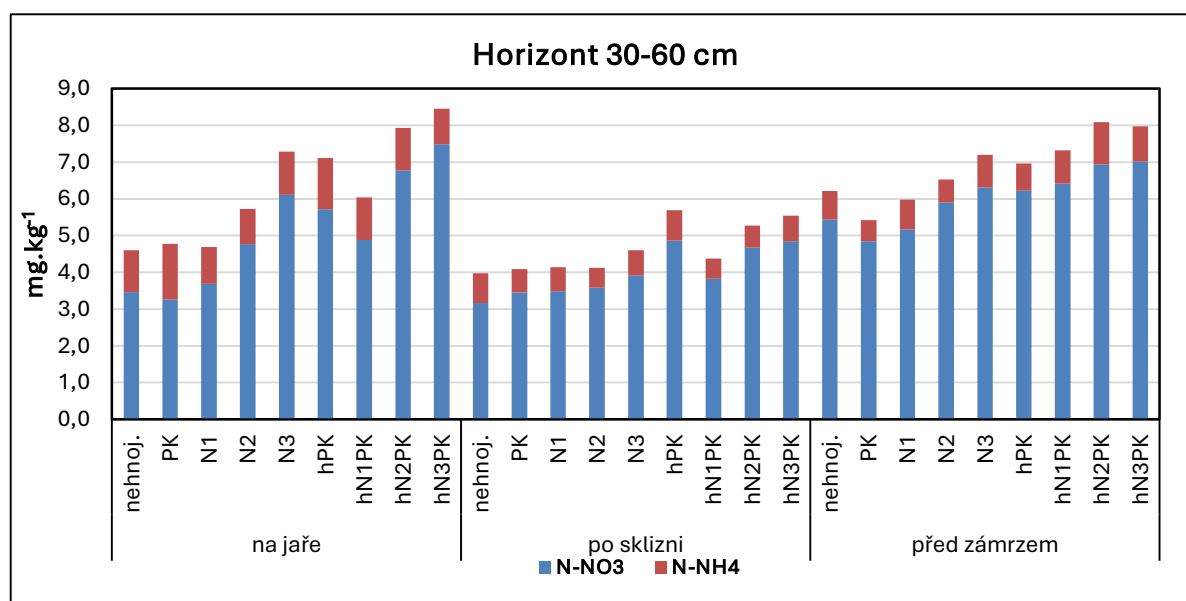
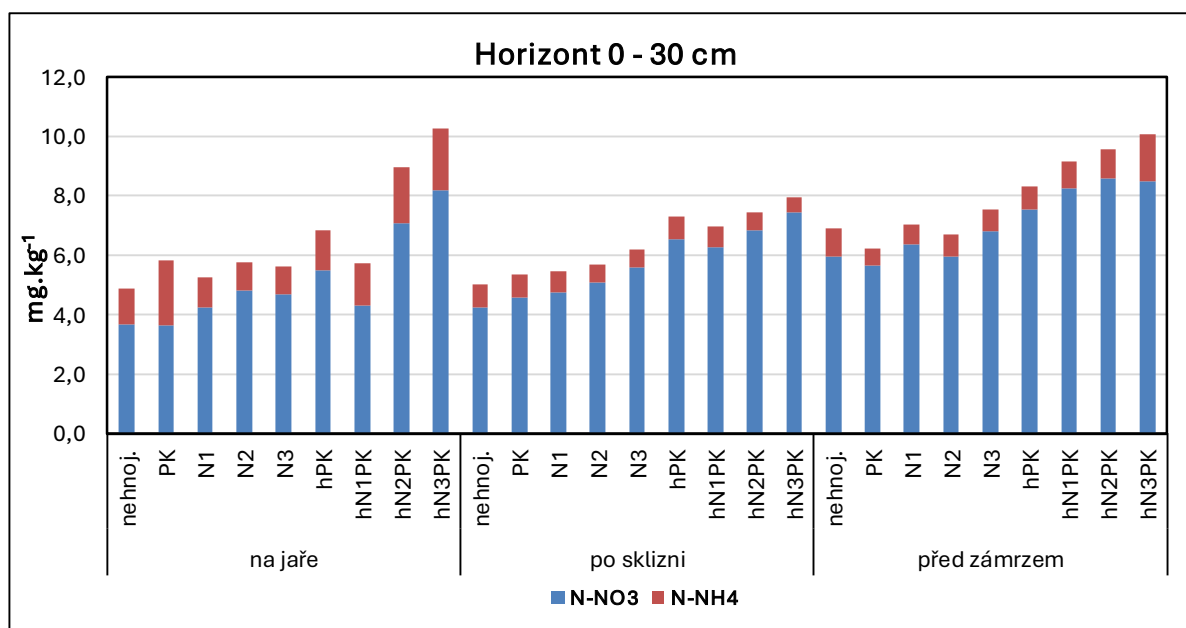
Svrchní horizont 0-30 cm, odběr po sklizni

Po sklizni zůstaly hodnoty Nmin na stejné úrovni nebo se mírně snížily. I při nejvyšších dávkách hnojení byl obsah N-NO₃ ve velmi bezpečné a bezpečné hladině.

Svrchní horizont 0-30 cm, odběr před zámrazem půdy

V podzimním termínu odběru se obsah Nmin opět zvýšil a kopíroval zvyšující se intenzitu hnojení, obsah nitrátového dusíku se stále držel na bezpečné hladině.

Obdobný trend průběhu obsahu Nmin a nitrátového dusíku byl zaznamenán i ve spodním horizontu (30–60 cm) viz. graf 7. Obsah nitrátového dusíku se ve všech termínech odběru držel ve velmi bezpečné a bezpečné hladině, ani nejvíce hnojené varianty tyto hladiny nepřekročily.

Graf č. 6, 7: Průběh obsahu nitrátového a amonného dusíku v roce 2024

5.5 Zhodnocení bilance dusíku, fosforu a draslíku

Výpočet bilance představuje prostou bilanci založenou na porovnání živin dodaných hnojením a odebraných sklizní. Grafy č. 8 až 13 znázorňují bilanci N, P a K na jednotlivých stanicích v roce 2024. Rozhodujícím zdrojem dat pro výpočet jsou analýzy rostlin a množství dodaných živin v hnojivech. Vzorec pro výpočet roční bilance dusíku je následující:

$$NRB = N_{DH} - (N_{HP} + N_{VP})$$

Kde je: NRB.....dusíkatá roční bilance

N_{DH}dusík dodaný hnojením

N_{HP}dusík odebraný hlavním sklizňovým produktem

N_{VP}dusík odebraný vedlejším sklizňovým produktem

U fosforu a draslíku probíhá výpočet analogicky.

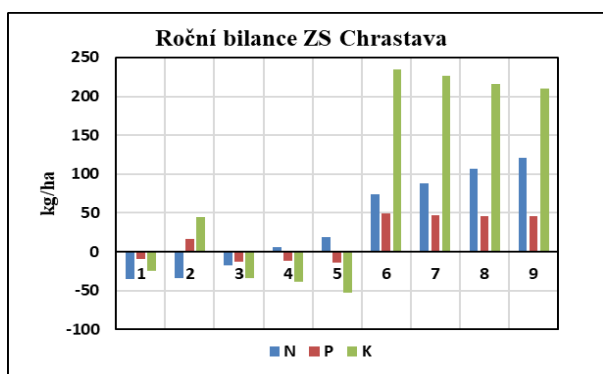
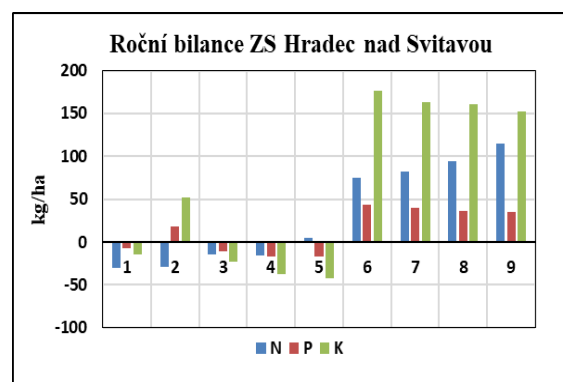
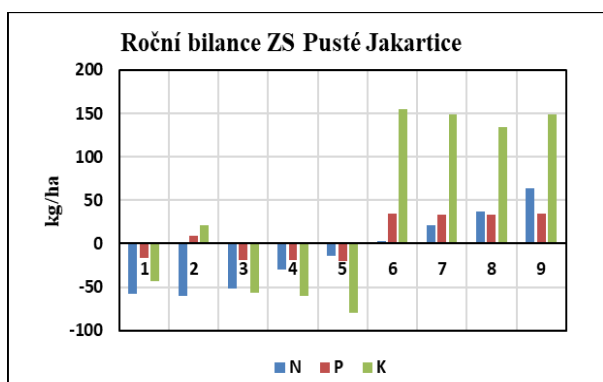
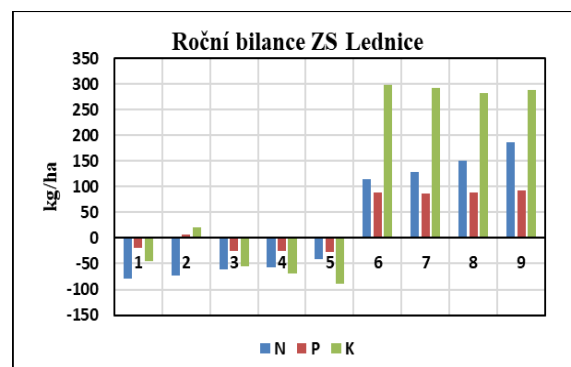
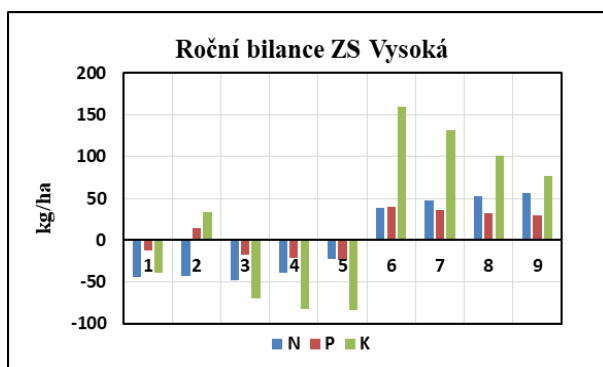
Chlévský hnůj se do bilance započítává postupně ve dvou letech následujících po aplikaci dle Metodického pokynu č. 02/VR:

v 1. roce je do bilance započítáno: 40% N, 45% P_2O_5 a 45% K_2O

v 2. roce je do bilance započítáno: 45% N, 55% P_2O_5 a 55% K_2O

NEUBERG, J. (1990): Komplexní metodiky výživy rostlin, UVTIZ, 327 s.

Grafy č. 8-13: Roční bilance hnojení na jednotlivých zkušebních stanicích



Na grafech roční bilance 2024 z jednotlivých zkušebních stanic je u sledovaných prvků shodně patrná kladná bilance na variantách 6, 7, 8 a 9, kde se výrazně projevilo hnojení chlévským hnojem, které proběhlo na podzim roku 2022. V bilancích se rovněž projeví

i stupňované dávky dusíku a hnojení fosforem a draslíkem. Záporná bilance byla zaznamenána zejména na variantách 1 až 5.

5.6 Obsah půdní organické hmoty a sorpční vlastnosti půdy

Sorpční vlastnosti půdy byly zjišťovány na sledovaných stanicích v roce 2016, 2020 a 2024. Patří mezi důležité charakteristiky půd z hlediska vazby původních i dodávaných živin a z hlediska vazby potenciálních kontaminujících látek.

„S“ je množství sorbovaných bází a udává množství bazických kationtů (Ca, Mg, K, Na) v 1 kg zeminy,

„T“ je celková sorpční kapacita a je to největší množství kationtů (v milimolech nebo chemických ekvivalentech), které může poutat 1 kg zeminy,

„V“ udává nasycenost sorpčního komplexu v % a je to podíl výměnných bazických kationtů v % z celkové sorpční kapacity

„Cox“ udává množství oxidovatelného organického uhlíku v půdě v % (metodou NIRs)

„H +“ zjištění jejich podílu v sorpčním komplexu půdy se využívá pro určení potřeby vápnění a pro přesnější určení aktuální (efektivní) kationtové výměnné kapacity.

Tab. č. 17: Kritéria pro hodnocení T a V

Hodnocení	Hodnota T (mmol/kg)	Hodnocení	Hodnota V (%)
velmi nízká	< 80	extrémně nenasycená	< 30
nízká	80-130	nenasycená	30-50
střední	130-240	slabě nasycená	50-75
vysoká	240-300	nasycená	75-90
velmi vysoká	>300	plně nasycená	90-100

Tab. č. 18: Obsah Cox a sorpční vlastnosti půdy v roce 2024

	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
Parametry	Vysoká								
Cox	1,77	1,77	1,84	1,81	1,84	1,82	1,83	1,78	1,70
H+ (d)	31,4	34,4	36,9	34,9	44,5	24,9	35,4	32,9	44,9
S	115,8	115,8	117,9	121,6	120,1	125,9	125,9	134,7	129,6
T (d)	84,4	81,3	81,0	86,7	75,7	101,1	90,5	101,8	84,6
V	72,9	70,3	68,7	71,3	63,0	80,3	71,9	75,6	65,3
	Chrastava								
Cox	1,76	1,71	1,80	1,71	1,78	1,87	1,96	1,91	1,93
H+ (d)	83,4	72,4	76,6	81,4	66,3	82,4	80,2	74,8	78,6
S	73,5	63,73	66,2	70,7	56,9	66,9	62,9	60,8	61,0
T (d)	113,6	113,6	115,8	115,0	116,5	123,0	127,4	123,0	128,9
V	30,1	41,2	39,2	33,7	50,2	40,7	47,2	48,2	50,2
	Hradec nad Svitavou								
Cox	1,66	1,69	1,71	1,73	1,76	1,75	1,70	1,80	1,75
H+ (d)	0,0	18,8	24,4	30,4	19,3	18,3	25,4	24,4	29,4
S	103,4	101,9	101,2	102,7	104,8	103,4	99,7	102,7	105,6
T (d)	103,4	83,1	76,8	72,3	85,5	85,0	74,4	78,3	76,2
V	100,0	81,5	75,9	70,4	81,6	82,3	74,6	76,3	72,2

Pusté Jakartice									
Cox	1,37	1,30	1,31	1,35	1,35	1,36	1,39	1,40	1,41
H+ (d)	33,4	26,4	28,4	33,9	35,4	16,8	29,4	34,4	30,4
S	108,5	107,7	108,5	107,7	110,7	114,3	112,8	115	112,1
T (d)	75,1	81,4	80,1	73,8	75,2	97,5	83,5	80,6	81,7
V	69,2	75,5	73,8	68,5	68,0	85,3	74,0	70,1	72,9
Lednice									
Cox	1,32	1,37	1,41	1,39	1,43	1,44	1,47	1,45	1,43
H+ (d)	177,1	192,8	192,9	197,8	195,7	207,3	193,3	203,7	206,1
S	85,7	91,6	93,0	94,0	91,8	97,9	89,1	94,9	94,0
T (d)	206,8	210,4	207,5	210,4	213,3	211,9	216,9	214,8	219,1
V	29,6	17,6	14,6	12,6	17,6	4,5	23,6	11,1	13,1

Hodnota Cox, která udává množství oxidovatelného uhlíku v půdě se na většině stanic nejčastěji pohybovala v rozmezí mezi 1-2 %, stejně jako většina půd ČR. Na ZS Chrastava a Hradec byly hodnoty v roce 2016 a 2020 nižší. Opačný trend byl na ZS Lednice.

Hodnota celkové sorpční kapacity (T) byla nejčastěji střední nebo nízká, někde i velmi nízká. Na ZS Lednice je střední, na několika stanicích došlo shodně za sledované období k poklesu hodnot (LED, PJA, CHT).

Hodnoty nasycenosti sorpčního komplexu V (%) byly na jednotlivých stanicích různé, od extrémně nenasyčené (LED), nenasyčené (CHT), slabě nasycené (VYS, PJA) k nasycené (HRA).

6 Závěry

V roce 2024 probíhal na pěti pokusných stanicích ÚKZÚZ 4. rok čtvrtého osevního sledu dlouhodobého polního pokusu „Ověření účinnosti stupňovaných dávek dusíku při konstantních hladinách fosforu a draslíku“. V obou výrobních oblastech byl pěstován ječmen jarní odrůda Laudis 550 po předplodinách v řepařské výrobní oblasti – cukrovka, odrůda Mesange a v bramborářské výrobní oblasti – brambory, odrůda Vysočina. Hodnoceny byly u rostlin ječmene jarního výnosy hlavního a vedlejšího produktu a obsah makroelementů v rostlinách. Z technologických vlastností byly hodnoceny HTZ, obsah N-látek.

U půdních vzorků byl hodnocen z každé varianty hnojení N_{min} z hloubek 0-30 cm a 30-60 cm ve třech odběrových termínech a také pH/CaCl₂, Mehlich 3 (P, K, Ca, Mg, S, Zn, B, Al, Fe, Cu, Mn), sorpční vlastnosti, Cox, N celkový.

Z výše uvedených výsledků je možno shrnout a zevšeobecnit následující poznatky:

6.1 Výnosy

Výnosy zrna ječmene jarního byly v rozmezí od 2,8 t.ha⁻¹ do 5,9 t.ha⁻¹ a kopírovaly hladiny hnojení na jednotlivých variantách, nejvyšších výnosy byly u variant 4, 5, 7, 8 a 9.

Výnosy zrna slámy byly od 1,9 do 4,5 t.ha⁻¹ a shodně byl nejvyšší výnos na variantách 4, 5, 7, 8 a 9.

6.2 Technologické vlastnosti

Naměřené hodnoty HTZ byly vyšší u variant hnojených dusíkem. Obsah N-látek v zrně ječmene vzrůstal se zvyšující se intenzitou hnojení. Normě na sladovnický ječmen nejčastěji vyhověly varianty 4, 5 a 8, 9.

6.3 Anorganické rozborů rostlin

Obsah dusíku v zrně ječmene rostl s intenzitou minerálního hnojení samotného i u variant v kombinaci s organickým hnojením. Obsah fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku nebyl

intenzitou hnojení dusíkem výrazně ovlivněn, rozdíly mezi variantami byly zcela nevýznamné.

6.4 Hodnocení obsahu minerálního a nitrátového dusíku během roku

Obsah N_{min} ve spodním horizontu (30-60 cm) v termínu na jaře byl téměř na všech variantách nižší obsah, než ve svrchním horizontu (mimo varianty 5, 6, 7). Po sklizni a před zámrazem byly shodně vyšší hodnoty N_{min} zjištěny ve svrchním horizontu (0-30 cm).

Svrchní horizont 0-30 cm, odběr brzo na jaře

Při jarním odběru byly zjištěny nejnižší hodnoty N_{min} a obsah nitrátového dusíku se držel na velmi bezpečné a bezpečné hladině.

Svrchní horizont 0-30 cm, odběr po sklizni

Po sklizni zůstaly hodnoty N_{min} na stejné úrovni nebo se mírně snížily. I při nejvyšších dávkách hnojení byl obsah N-NO₃ ve velmi bezpečné a bezpečné hladině.

Svrchní horizont 0-30 cm, odběr před zámrazem půdy

V podzimním termínu odběru se obsah N_{min} opět zvýšil a kopíroval zvyšující se intenzitu hnojení, obsah nitrátového dusíku se stále držel na bezpečné hladině.

Obdobný trend průběhu obsahu N_{min} a nitrátového dusíku byl zaznamenán i ve spodním horizontu (30-60 cm), obsah nitrátového dusíku se ve všech termínech odběru držel ve velmi bezpečné a bezpečné hladině.

6.5 Bilance dusíku

Kladná bilance N, P, K byla na variantách 6, 7, 8 a 9, vlivem hnojení chlévským hnojem. V bilancích se rovněž projeví i stupňované dávky dusíku a hnojení fosforem a draslíkem. Záporná bilance byla zaznamenána na variantách 1 až 5.

6.6 Obsah půdní organické hmoty a sorpční vlastnosti půdy

Hodnota Cox se pohybovala v rozmezí mezi 1-2 %. Na ZS Chrastava a Hradec byly hodnoty v roce 2016 a 2020 nižší. Opačný trend byl na ZS Lednice.

Hodnota celkové sorpční kapacity T byla nejčastěji střední nebo nízká někde i velmi nízká. Na ZS Lednice je střední, na ZS LED, PJA, CHT došlo shodně za sledované období k poklesu hodnot. Hodnoty nasycenosti sorpčního komplexu se pohybovaly od extrémně nenasycené (LED), nenasycené (CHT), slabě nasycené (VYS, PJA) po nasycené (HRA).