



Ověření účinnosti stupňovaných dávek dusíku při konstantních hladinách fosforu a draslíku

Výroční zpráva ze stacionární polní zkoušky za rok 2021

Zpracoval: Ing. Ivana Komprsová
Markéta Vodáková

Schválil: Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.

Předkládá: Ing. Miroslav Florián, 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	4
2.4.2 Sledování půdy	5
3 CHARAKTERISTIKA ZKUŠEBNÍCH MÍST	5
4 ZHODNOCENÍ VEGETAČNÍHO POZOROVÁNÍ A POVĚTRNOSTNÍCH PODMÍNEK	5
4.1 ZHODNOCENÍ VEGETAČNÍHO POZOROVÁNÍ	5
4.2 ZHODNOCENÍ POVĚTRNOSTNÍCH PODMÍNEK	6
5 VÝSLEDKY	8
5.1 ZHODNOCENÍ VÝNOSŮ ZA ROK 2021	8
5.2 ZHODNOCENÍ TECHNOLOGICKÝCH ROZBORŮ	10
5.2.1 Zhodnocení technologických rozborů řepky ozimé	10
5.3 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ROZBORŮ ROSTLIN	13
5.3.1 Obsah makroelementů	13
5.4 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ROZBORŮ PŮD	14
5.4.1 Vývoj obsahu N_{min} během roku 2021	14
5.4.2 Obsah $N-NO_3$ a $N-NH_4$	16
5.5 ZHODNOCENÍ BILANCE DUSÍKU, FOSFORU A DRASLÍKU	18
6 ZÁVĚRY	19
6.1 VÝNOSY	19
6.2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI	19
6.3 ANORGANICKÉ ROZBORY ROSTLIN	19
6.4 AGROCHEMICKÉ ROZBORY PŮD	20
6.5 Bilance dusíku	20

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 dusíku v půdě, výnosy a kvalitu produkce. Pokus je veden na šesti stanicích, a to Vysoká u Příbramě, Staňkov, Chrastava, Hradec nad Svitavou, Pusté Jakartice a Lednice.

Všechny agrotechnické zásahy jsou prováděny takovým způsobem, aby nedošlo k ovlivnění jednotlivých variant mezi sebou, a aby se projeví pouze vlivy hnojení. Tato zpráva prezentuje dosažené výsledky za 1. rok v novém, čtvrtém, osevním sledu, konkrétně za rok 2021. Pěstována byla v obou výrobních oblastech řepka ozimá, odrůdy Cortes po předplodině ječmen jarní, odrůdy Laudis 550.

Příprava půdy

Po sklizni ječmene jarního byla na podzim provedena podmítka, střední orba, příprava půdy rotačními branami + válením. Následovalo vyměření pokusu a vyhnojení dle metodiky a setí.

Technika hnojení

K řepce ozimé nebyla aplikována statková hnojiva a aplikace minerálních hnojiv byla provedena ručně rozhozem, křížově, pravidelně po celé ploše zkušební parcely. Vápenatá hnojiva se aplikovala obdobně jako minerální hnojiva.

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	Brambory Cukrovka	2027	Cukrovka, Brambory
2024	Ječmen jarní	2028	Ječmen jarní

2.3 Aplikace hnojiv

Fosforečná hnojiva byla dodána v granulovaném superfosfátu. Jako draselné hnojivo byla použita draselná sůl. Dusíkatá hnojiva byla aplikována při předseťové přípravě, a to ve formě síranu amonného.

Variety 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 průmyslová 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 varianty 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 variant 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 2014	-	-	25	50	75	-	25	50	75
		N produkční	kg	jaro 2014	-	-	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	brzo 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 pokusu bylo sledování průběhu počasí během celého roku. Zaznamenávaly se hodnoty teplot, množství srážek, které byly porovnány s dlouhodobými průměry a normály v dané lokalitě.

Vegetační pozorování se provádělo celou dobu vegetace od založení porostů až po sklizeň na jednotlivých 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 základních živin.

2.4.1.1 Sledované parametry řepky

Vegetační pozorování, výnosy HP i VP, obsah makroelementů v rostlinách – N, P, K, Mg, Ca v sušině (%).

Technologické rozbor

- stanovení vlhkosti semene ihned po sklizni
- HTS
- obsah oleje v sušině (metodou NIRs)
- obsah N-látek v semenu

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 III, sorpční vlastnosti, Cox, N celkový – 2x za osevní postup (r. 2016 a 2020 vždy po sklizni ječmene jarního)
- sledování obsahu 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

Pokusy se provádí na plochách výživářských bází zkušebních stanic ÚKZÚZ. V bramborářské výrobní oblasti (dále jen BVO) ve Vysoké (VYS), Staňkově (STV), 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	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	7,1	611	22,50
STV	DO	BVO	HNm	S	370	8,3	549	20,40
CHT	LI	BVO	HNI	S	345	8,0	738	25,00
HRA	SY	BVO	HNm	S	460	7,4	616	14,04
PJA	OP	ŘVO	HNI	S	295	8,3	584	10,00
LED	BR	KVO	ČMm	S	173	9,6	461	27,45

4 Zhodnocení vegetačního pozorování a povětrnostních podmínek

4.1 Zhodnocení vegetačního pozorování

Vegetační pozorování se provádí po celou dobu vegetace od založení porostů až po sklizeň na jednotlivých stanicích a všech opakováních. Veškeré záznamy se průběžně zaznamenávají do polních zápisníků.

Řepka ozimá odrůdy Cortes byla vyseta na všech stanovištích (LED, PJA, VYS, STV, CHT, HRA) v rozmezí od 21. 8. 2020 (ZS Chrastava) do 11. 9. 2020 (ZS Lednice) do připravené, mírně vlhké, kypré půdy. Na ZS Hradec n. Svitavou přišla tři dny po zasetí silná bouřka s kroupami a pokus částečně poškodila. Došlo ke slití zeminy, především na začátku parcel v opakování A. Dále pak u několika parcel v levé části pokusu, kde pak byly rostliny menší a zpožděné. I když byla zima relativně mírná, došlo i tak v jarním období k velké redukci rostlin. Proto se rozhodlo o zrušení porostu a osetí náhradní plodinou - řepkou jarní (Mirakel), setí proběhlo do dobře připravené půdy 10. 5. 2021. Sklizeň řepky proběhla bez problémů v období od 19. 7. 2021 (ZS Lednice) do 16. 8. 2021 na ZS Hradec, kde byla sklizena v zelené zralosti. Výskyt chorob byl minimální (fomové černání stonku, bílá hniloba, čern řepková), škůdci (dřepčící, krytonosci, blýskáčci) byli potlačeni aplikací POR. Na ZS Lednice škodili hraboši, v Pustých Jakartících bylo vysoké zaplevelení a pokus byl 2x ručně odplevelen.

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, 7).

Tab. 6: Průměrné měsíční srážky v r. 2020/2021

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]	104	102	25	23	44	33	19	25	62	45	107	92	679
měsíční normál [mm]	57	40	42	42	35	28	37	41	63	80	79	72	616
% normálu	182	254	59	54	125	116	52	61	98	56	135	128	110
Chrastava													
suma měs. srážek [mm]	66	118	19	23	113	42	37	67	93	68	166	120	931
měsíční normál [mm]	68	47	52	56	43	38	54	47	65	84	95	89	738
% normálu	97	251	37	41	262	110	69	143	143	81	174	134	126
Pusté Jakartice													
suma měs. srážek [mm]	126	149	24	25	26	37	26	49	106	46	70	120	804
měsíční normál [mm]	56	36	38	24	18	22	29	45	74	86	92	64	584
% normálu	225	414	63	103	144	170	90	110	143	53	76	188	138
Lednice													
suma měs. srážek [mm]	66	101	16	26	18	23	10	23	66	32	41	98	520
měsíční normál [mm]	42	29	38	27	23	21	23	34	50	63	64	47	461
% normálu	157	348	43	96	79	110	45	69	132	50	64	207	113
Staňkov													
suma měs. srážek [mm]	33	44	8	22	48	37	34	17	121	72	121	57	614
měsíční normál [mm]	44	38	33	31	26	25	33	33	56	80	80	70	549
% normálu	74	116	25	70	186	147	103	52	215	91	151	81	112
Vysoká													
suma měs. srážek [mm]	31	62	12	16	50	37	30	26	99	112	111	67	654

měsíční normál [mm]	46	40	44	46	42	33	46	39	54	73	81	67	611
% normálu	66	155	28	36	120	113	65	66	183	154	137	101	107

Tab. 7: Průměrné měsíční teploty v r. 2020/2021

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]	13,9	9,4	4,2	1,9	-1,2	-1,2	2,2	5,3	10,8	18,9	19,2	16,3	8,3
měsíční normál [°C]	12,7	7,7	2,1	-0,9	-2,5	-1,2	2,7	7,0	12,5	15,2	17	16,8	7,4
Chrastava													
Ø denní teplota [°C]	14,4	10,5	5,6	3,3	-0,1	0,6	3,3	5,8	11,2	19,3	19	16,4	9,1
měsíční normál [°C]	13,0	8,0	3,2	0,3	-1,2	-0,5	3,4	7,4	12,7	15,5	17,1	16,8	8,0
Pusté Jakartice													
Ø denní teplota [°C]	15,8	10,8	5,9	3,3	0,3	0,4	4,5	7,0	13	20,7	21,6	18,4	10,1
měsíční normál [°C]	13,3	8,6	3,1	0	-1,5	-0,3	3,4	7,6	13,3	16,2	18,0	17,8	8,3
Lednice													
Ø denní teplota [°C]	16,5	11,2	5,8	3,8	1,7	1,2	4,9	8,9	13,9	21,5	22,7	19,4	11,0
měsíční normál [°C]	15,0	9,6	3,7	0,3	-1,2	0,4	4,8	9,5	14,9	17,9	20,1	19,8	9,6
Staňkov													
Ø denní teplota [°C]	13,9	8,9	3,7	1,8	-0,3	-0,2	3,1	6,2	10,8	19,7	18,7	16,4	8,6
měsíční normál [°C]	12,9	7,7	2,9	0,4	-1,3	0,4	3,7	7,4	12,8	15,8	17,6	17,1	8,1
Vysoká													
Ø denní teplota [°C]	14,5	8,2	3,3	0,9	-1	0,6	3,2	5,5	9,6	19,2	18,1	16,1	8,2
měsíční normál [°C]	12,1	7,2	1,7	-0,8	-2,4	-1,4	2,4	6,4	12,0	14,9	16,6	16,5	7,1

Podzim a zima 2020/2021 - září až únor

Podzimní měsíce (září, říjen) roku 2020 byly chladnější a deštivé. Listopad byl poměrně teplý, koncem měsíce přišly první přízemní mrazíky. Prosinec byl bez trvalejší sněhové pokrývky, koncem roku se teploty pohybovaly kolem nuly. Zima byla poměrně mírná, i když v lednu i v únoru ležela několik dní sněhová pokrývky (místy až 15 cm). Přelom ledna a února byl mrazivý, pak nastalo oteplení, což znamenalo rychlý a vyrovnaný nástup do jarní vegetace.

Jaro 2021 - březen až květen

Měsíc březen byl teplotně i srážkově v normálu, ale pak se ochladilo a v dubnu i květnu bylo chladno. Během dubna se objevovaly sněhové přehánky a přízemní mrazíky, ale jinak bylo srážek málo. Dostatek srážek byl až v květnu. Celkově studenější ráz jarního počasí způsobil, že porosty byly vývojově pomalejší a opožděnější.

Léto 2021 - červen až září

Letní měsíce lze označit za teplé s dostatkem srážek. Červenec i srpen byly hojné na přehánky a bouřky, místy s prudkým deštěm a kroupami.

5 Výsledky

5.1 Zhodnocení výnosů za rok 2021

Průměrné výnosy řepky ozimé u hlavního i vedlejšího produktu ($t \cdot ha^{-1}$) jsou uvedeny v následujících tabulkách č. 8 a 9.

Tab. č. 8: Výnos semene řepky ozimé v $t \cdot ha^{-1}$

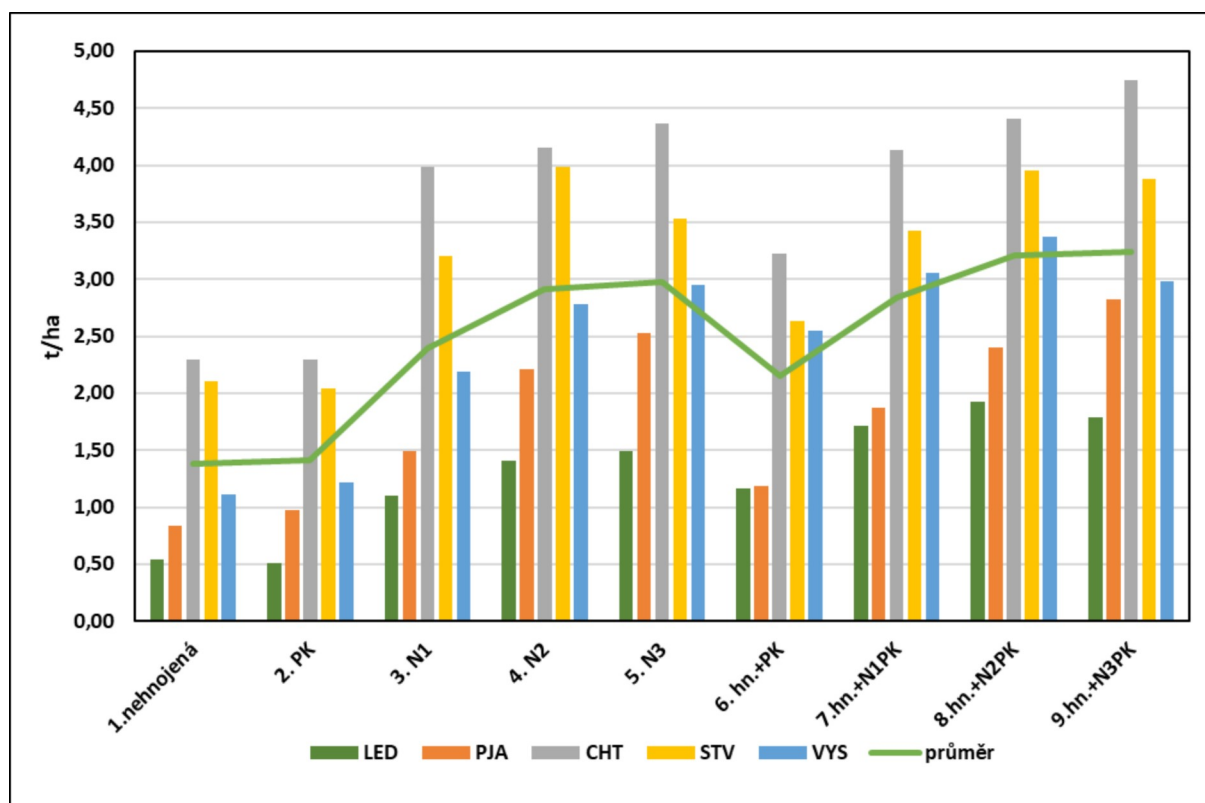
výnos t/ha	varianta hnojení								
	1. nehoj.	2. PK	3. N1	4. N2	5. N3	6. hn.+PK	7. hn.+ N1PK	8. hn.+ N2PK	9. hn.+ N3PK
Lednice	0,54	0,51	1,1	1,41	1,49	1,16	1,71	1,93	1,79
P. Jak.	0,84	0,97	1,49	2,21	2,53	1,19	1,87	2,4	2,82
Chrastava	2,3	2,3	3,99	4,15	4,37	3,22	4,13	4,41	4,75
Staňkov	2,1	2,04	3,2	3,99	3,53	2,63	3,43	3,95	3,88
Vysoká	1,11	1,22	2,19	2,78	2,95	2,55	3,06	3,37	2,98
průměr	1,38	1,41	2,39	2,91	2,97	2,15	2,84	3,21	3,24
%	100	102,2	173,7	211,0	215,8	156,0	206,1	233,1	235,4

Výnosy řepky ozimé byly hodnoceny společně z obou výrobních oblastí (ŘVO i BVO). Do výsledků nejsou započítány výsledky ze ZS Hradec nad Svitavou, kde po vzejití rostlin přišla bouřka s kroupami, došlo ke slití zeminy, rostliny pak byly slabé a opožděné. Na jaře došlo k velké redukci rostlin, což vyústilo až ve zrušení pokusu a vysetí náhradní plodiny - řepky jarní, ta byla pak sklizena na zeleno. Z tabulky č. 8 i následného grafu č. 1 jsou patrné nízké výnosy na zkušebních stanicích Lednice a Pusté Jakartice. Na ZS Lednice výnos negativně ovlivnil výskyt hrabošů, kteří způsobili výraznou mezerovitost porostu, a to zejména na variantách 1, 2 a 3. Na ZS Pusté Jakartice byla po zasetí bouřka, půda po ní byla utužená a hůře vzházely některé varianty pokusu. Pokus byl také ovlivněn silnějším zaplevelením a tím vyšší mezerovitostí na variantách 1, 2, 6 a v menší míře rovněž na variantách 3 a 4. Dosažené výnosy z ostatních zkušebních stanic víceméně reagovaly na hladiny hnojení na jednotlivých variantách. Z průměrných hodnot je patrné, že nejvyšších výnosů bylo dosaženo u vyšších hladin hnojení, varianta 5, 8, 9.

Obr. č.1: Porost řepky ozimé na ZS Chrastava



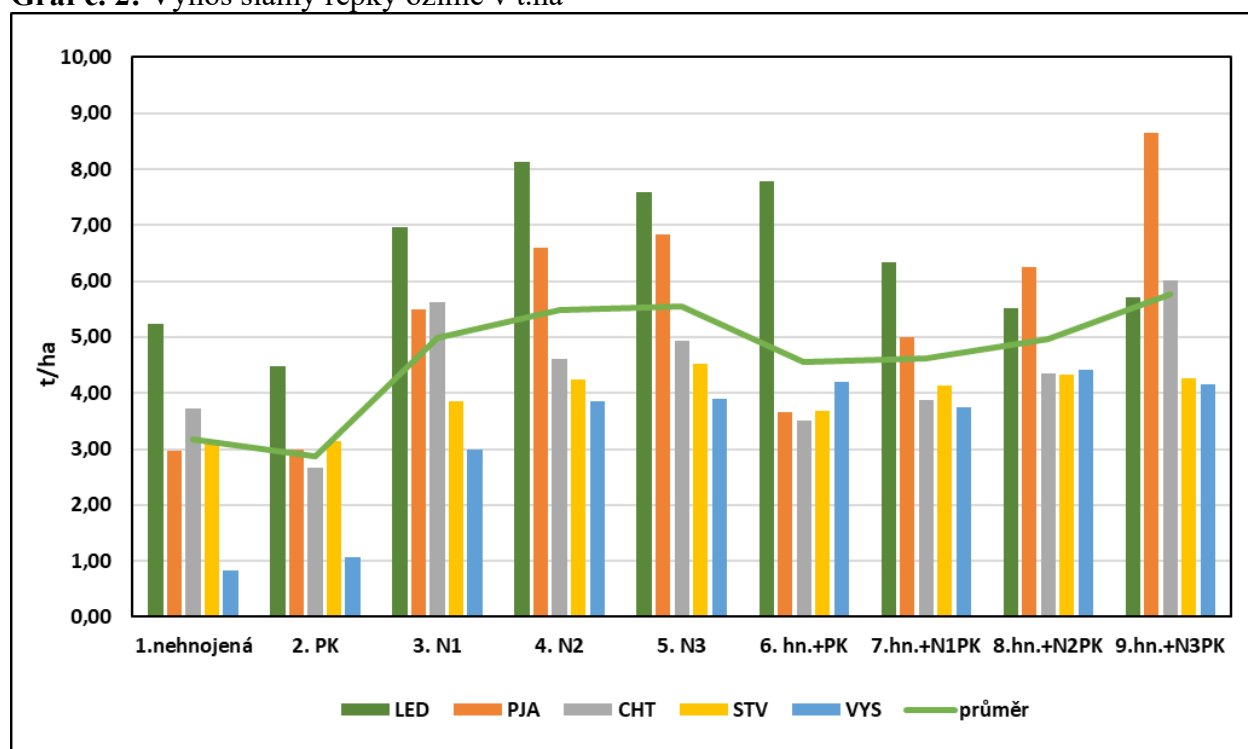
Graf č. 1: Výnos semene řepky ozimé v $t \cdot ha^{-1}$

Tab. č. 9: Výnos slámy řepky ozimé 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	5,23	4,48	6,96	8,13	7,58	7,78	6,34	5,51	5,72
P. Jak.	2,96	2,99	5,5	6,6	6,84	3,65	4,99	6,25	8,64
Chrastava	3,73	2,67	5,62	4,61	4,93	3,5	3,87	4,34	6,02
Staňkov	3,16	3,13	3,85	4,24	4,52	3,69	4,14	4,33	4,27
Vysoká	0,83	1,06	2,99	3,85	3,89	4,2	3,75	4,41	4,16
průměr	3,18	2,87	4,98	5,49	5,55	4,56	4,62	4,97	5,76
%	100	90,1	156,6	172,4	174,5	143,4	145,1	156,1	181,1

Výnosy slámy řepky se v průměru pohybovaly od 2,87 t.ha⁻¹ do 5,76 t.ha⁻¹. Nejnížší výnos byl zaznamenán na variantě 2 a nejvyšší na variantě 9, tj. s nejvyšší hladinou hnojení. Stejně jako u semene byl výnos v ZS LED a PJA ovlivněn mezerovitostí, zajímavé je, že na stanicích, kde byl nižší výnos semene je vyšší výnos slámy a naopak. Nízký výnos na některých variantách na ZS Vysoká byl způsoben špatným vzcházením, kdy nehnojené parcely byly řidší než by odpovídalo jiným ročníkům. Následně docházelo k dodatečnému zaplevelování některých parcel. Tímto byl ovlivněn celkový výsledek sklizně těchto parcel.

Obr. 2: Porost řepky ozimé ZS Pusté Jakartice

Graf č. 2: Výnos slámy řepky ozimé v t.ha⁻¹

5.2 Zhodnocení technologických rozborů

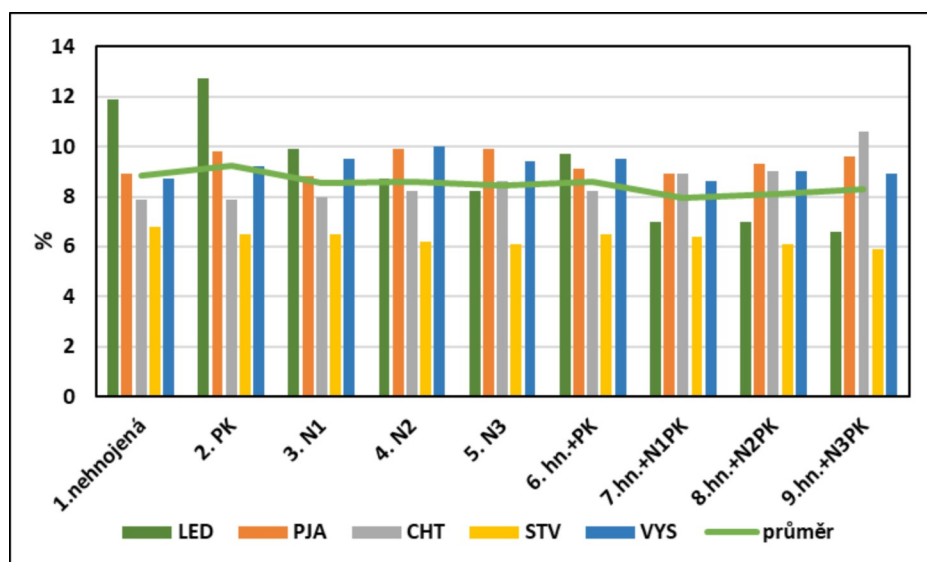
5.2.1 Zhodnocení technologických rozborů řepky ozimé

U řepky ozimé byly z technologických parametrů sledovány vlhkost semene ihned po sklizni, HTS, obsah N-látek a obsah oleje v sušině.

Tab. č. 10: Vlhkost semene řepky po sklizni v %

	Vlhkost semene po sklizni %								
	1. nehnoj.	2. PK	3. N1	4. N2	5. N3	6. hn.+PK	7. hn.+N1PK	8. hn.+N2PK	9. hn.+N3PK
Lednice	11,9	12,7	9,9	8,7	8,2	9,7	7,0	7,0	6,6
Pusté Jak.	8,9	9,8	8,8	9,9	9,9	9,1	8,9	9,3	9,6
Chrastava	7,9	7,9	8,0	8,2	8,6	8,2	8,9	9,0	10,6
Staňkov	6,8	6,5	6,5	6,2	6,1	6,5	6,4	6,1	5,9
Vysoká	8,7	9,2	9,5	10,0	9,4	9,5	8,6	9,0	8,9
Průměr	8,8	9,2	8,5	8,6	8,4	8,6	8,0	8,1	8,3

Graf č. 3: Vlhkost semene řepky ihned po sklizni

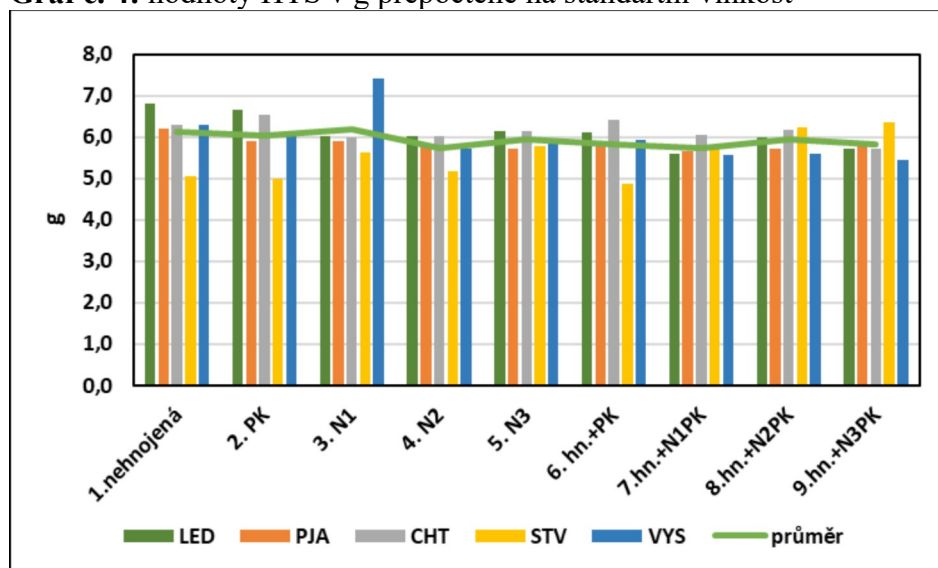


Vliv různých hladin hnojení na vlhkost semene ihned po sklizni nebyl zcela jednoznačný, stejně tomu bylo i u hodnocení HTS přepočtené na standardní vlhkost.

Tab. č. 11: Průměrné hodnoty HTS ozimé řepky přepočtené na standardní vlhkost

	HTS 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	6,8	6,7	6,0	6,0	6,2	6,1	5,6	6,0	5,7
Pusté Jak.	6,2	5,9	5,9	5,8	5,7	5,9	5,7	5,7	5,9
Chrastava	6,3	6,5	6,0	6,0	6,2	6,4	6,1	6,2	5,7
Staňkov	5,1	5,0	5,6	5,2	5,8	4,9	5,8	6,2	6,4
Vysoká	6,3	6,1	7,4	5,7	5,9	5,9	5,6	5,6	5,5
Průměr	6,1	6,0	6,2	5,7	5,9	5,8	5,7	5,9	5,8

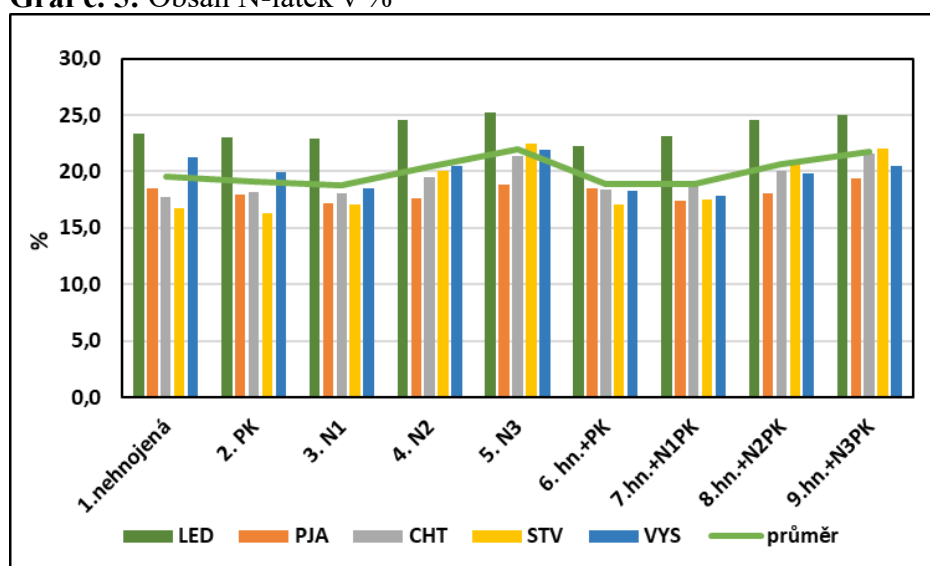
Graf č. 4: hodnoty HTS v g přepočtené na standardní vlhkost



Tab. č. 12: Obsah N-látek v % (NIRs)

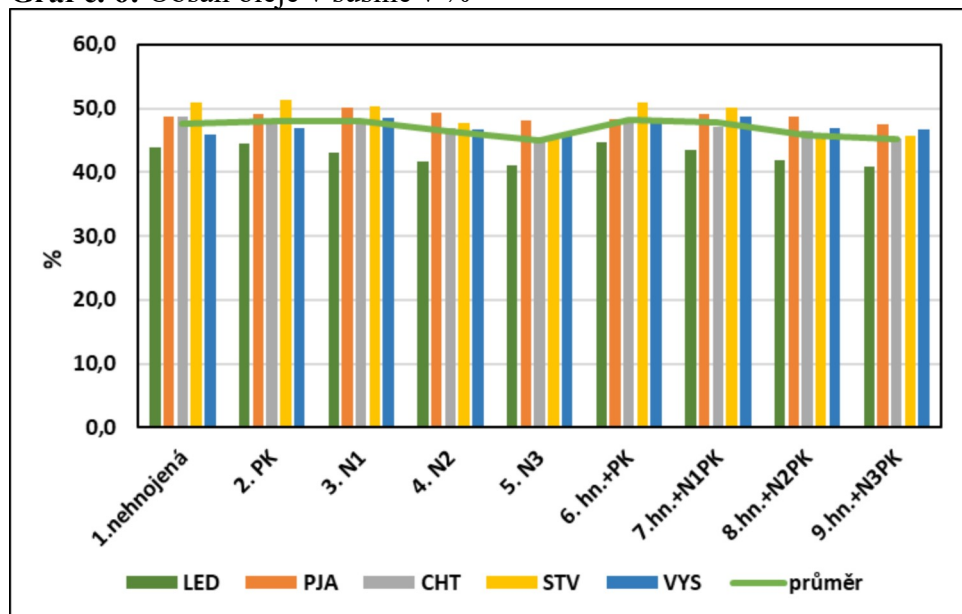
	Obsah N-látek v % (NIRs)								
	1.nehnoj.	2. PK	3. N1	4. N2	5. N3	6. hn.+PK	7.hn.+ N1PK	8.hn.+ N2PK	9.hn.+ N3PK
Lednice	23,4	23,0	22,9	24,6	25,2	22,2	23,1	24,5	25,0
Pusté Jak.	18,5	18,0	17,2	17,6	18,8	18,5	17,4	18,1	19,4
Chrastava	17,7	18,2	18,1	19,5	21,4	18,4	18,8	20,0	21,6
Staňkov	16,8	16,4	17,1	20,1	22,5	17,1	17,5	20,6	22,0
Vysoká	21,3	19,9	18,5	20,5	22,0	18,3	17,8	19,9	20,5
Průměr	19,5	19,1	18,7	20,5	22,0	18,9	18,9	20,6	21,7

Obsah dusíkatých látek v semenu řepky reagoval na zvyšující se dávky dusíkatého hnojení, se zvyšujícími dávkami rostl i obsah N-látek.

Graf č. 5: Obsah N-látek v %

Tab. č. 13: Obsah oleje v sušině v % (NIRs)

	Obsah oleje v sušině 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	43,9	44,4	43,2	41,7	41,2	44,7	43,6	41,8	40,9
Pusté Jak.	48,7	49,1	50,1	49,3	48,0	48,4	49,2	48,7	47,4
Chrastava	48,6	48,3	48,0	46,9	45,4	48,1	47,2	46,4	45,2
Staňkov	50,9	51,2	50,4	47,7	45,1	50,9	50,1	45,6	45,7
Vysoká	46,0	46,9	48,5	46,7	45,6	48,6	48,7	46,9	46,6
Průměr	47,6	48,0	48,0	46,4	45,1	48,1	47,7	45,9	45,2

Rovněž na obsah oleje v semenu řepky měly vliv stupňující se dávky hnojení. S vyšší hladinou hnojení docházelo k poklesu obsahu oleje v sušině v %.

Graf č. 6: Obsah oleje v sušině v %

5.3 Zhodnocení výsledků rozborů rostlin

U všech plodin se prováděly 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

Obsah **dusíku** u řepky ozimé (tab. č. 14) korespondoval se stupňovanou dávkou dusíku a pozitivně se projevil i vliv organického hnojení. Obsah N na nehnojené kontrole je vyšší jako po samotném PK hnojení a také u varianty 6 (PK s hnojem), rovněž některé varianty hnojené dusíkem měly nižší obsah (3 a 7).

Tab. č. 14: Průměrné obsahy makroelementů v řepce v sušině %

varianta	Průměrné obsahy makroelementů v řepce ozimé %									
	N		P		K		Ca		Mg	
	HP	VP	HP	VP	HP	VP	HP	VP	HP	VP
1. nehnojená	3,12	0,79	0,86	0,23	0,78	1,34	0,44	1,72	0,26	0,20
2. PK	3,09	0,69	0,88	0,21	0,80	1,36	0,44	1,78	0,26	0,19
3. N1	3,02	0,61	0,85	0,21	0,77	1,06	0,45	1,84	0,26	0,19
4. N2	3,29	0,77	0,81	0,21	0,80	1,28	0,44	1,81	0,26	0,20
5. N3	3,51	0,89	0,79	0,20	0,81	1,27	0,43	1,67	0,26	0,18
6. hn.+PK	3,08	0,64	0,88	0,22	0,82	1,31	0,44	1,89	0,26	0,19
7. hn.+N1PK	3,07	0,55	0,86	0,23	0,82	1,17	0,43	1,71	0,26	0,17
8. hn.+N2PK	3,29	0,65	0,86	0,22	0,86	1,11	0,44	1,76	0,26	0,17
9. hn.+N3PK	3,57	0,82	0,85	0,21	0,84	1,17	0,43	1,87	0,26	0,18

U obsahu **fosforu** se projevila absence fosforečného hnojení na variantách 4 a 5, na zbývajících variantách nejsou rozdíly patrné. Hnojení draslíkem se promítlo do obsahu **draslíku** v semeni u variant 8 a 9 nejvyšším obsahem. U ostatních variant byl obsah K nižší

bez výraznějších rozdílů. Obsah **vápníku** i **hořčíku** byl víceméně konstantní v semenu řepky, ve slámě není vidět jasný trend.

5.4 Zhodnocení výsledků rozborů půd

5.4.1 Vývoj obsahu N_{min} během roku 2021

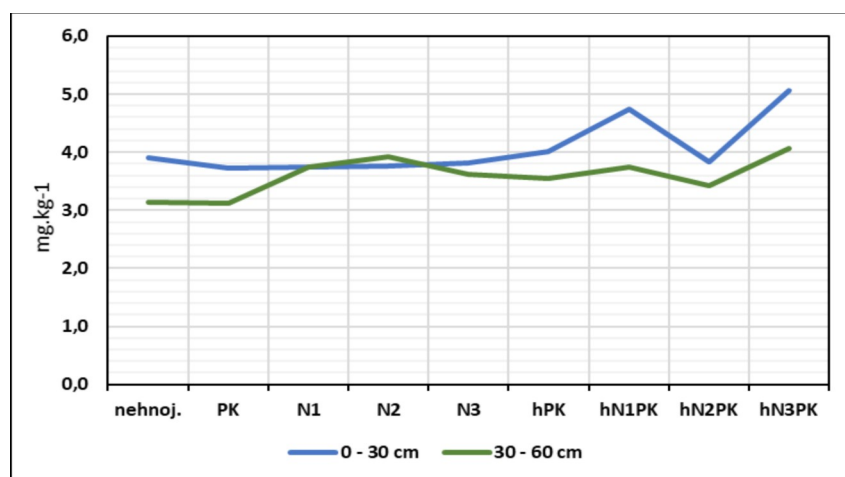
Odběry N_{min} jsou prováděny od založení pokusu v roce 1996, 3 x ročně, tj. brzy na jaře, po sklizni plodiny a na podzim před zámrazem, ze všech 9 variant hnojení a hloubek 0-30 a 30-60 cm. Do výsledků rozborů půd jsou započítány i hodnoty ze ZS Hradec nad Svitavou, kde byla sice náhradní plodina, ale hnojení proběhlo řádně dle metodického pokynu.

Tab. č. 15: Průměrný obsah N_{min} ze všech zkušebních stanic v roce 2021

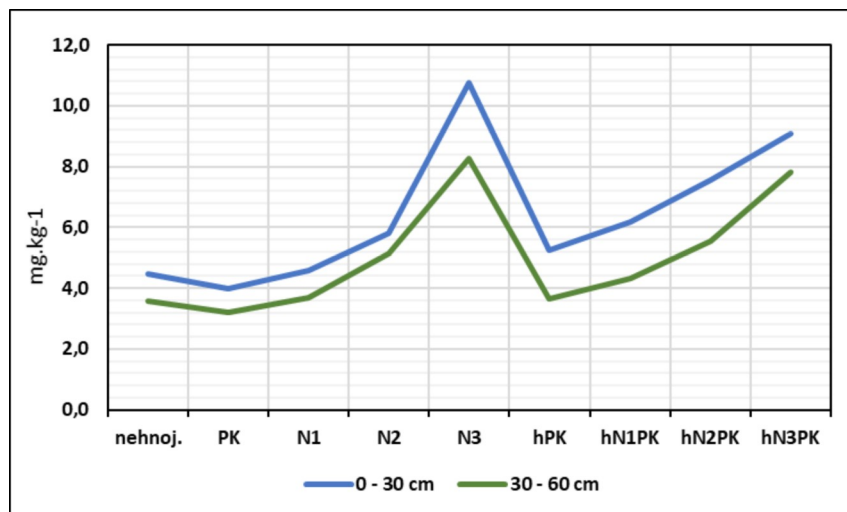
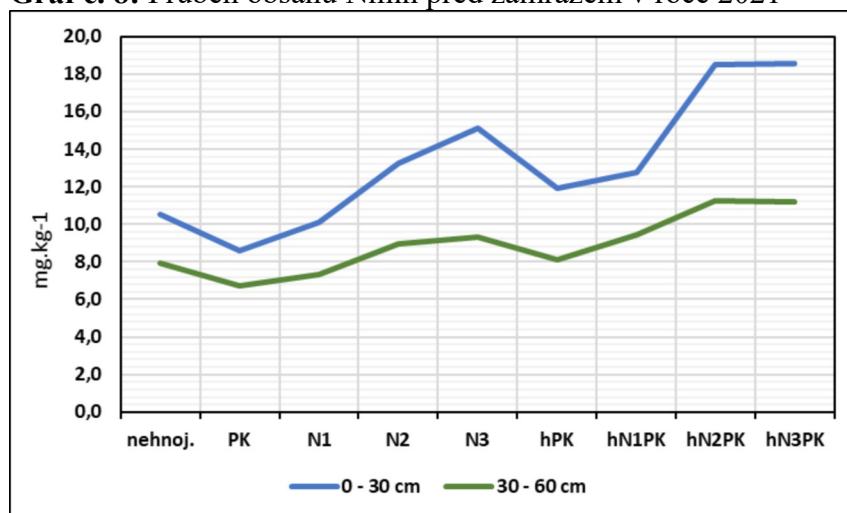
N _{min}	na jaře [mg.kg ⁻¹]								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
0 - 30 cm	3,9	3,7	3,7	3,8	3,8	4,0	4,7	3,8	5,1
30 - 60 cm	3,1	3,1	3,8	3,9	3,6	3,5	3,7	3,4	4,1
N _{min}	po sklizni [mg.kg ⁻¹]								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
0 - 30 cm	4,5	4,0	4,6	5,8	10,8	5,3	6,2	7,6	9,1
30 - 60 cm	3,6	3,2	3,7	5,1	8,2	3,7	4,3	5,6	7,8
N _{min}	před zámrazem [mg.kg ⁻¹]								
	nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
0 - 30 cm	10,5	8,6	10,1	13,3	15,1	11,9	12,8	18,5	18,5
30 - 60 cm	7,9	6,7	7,3	8,9	9,3	8,1	9,4	11,3	11,2

Ve všech sledovaných odběrových termínech byl téměř vždy nižší obsah N_{min} ve spodním horizontu (30-60 cm), kromě variant 3 a 4 v termínu odběru na jaře. Také trend vývoje obsahu N_{min} byl obdobný v obou horizontech, výrazněji v termínu po sklizni a před zámrazem. Obsah N_{min} kopíroval zvyšující se hladiny hnojení, nejvyšší byl na variantě 9.

Graf č. 6: Průběh obsahu N_{min} na jaře v roce 2021



Graf č. 7: Průběh obsahu N_{min} po sklizni v roce 2021


Graf č. 8: Průběh obsahu Nmin před zámrazem v roce 2021

Tab. č. 16: Aktuální zásoba N, průměr ze všech stanic

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

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

V tabulce č. 16 vidíme zásobu dusíku $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ v obou horizontech v jednotlivých odběrových termínech. V termínu po sklizni a zejména pak před zámrazem je 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-NO_3 a N-NH_4

V rámci sledování obsahu minerálního dusíku N_{min} byly stanoveny rovněž obsahy nitrátového a amonného dusíku (N-NO_3 a N-NH_4). Důležitá je zejména hodnota nitrátového dusíku N-NO_3 , 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. 17 : Hodnocení obsahu N-NO_3 v půdě ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

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. 18: Průměrné hodnoty N-NO_3 a N-NH_4 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 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	2,78	2,61	2,61	2,91	3,01	2,87	3,50	2,94	3,74
	N-NH_4	1,13	1,11	1,13	0,85	0,84	1,18	1,28	0,92	1,33
	N min	3,91	3,72	3,74	3,76	3,82	4,02	4,74	3,83	5,06
30 - 60 cm	N-NO_3	2,08	2,24	2,42	2,92	2,60	2,31	2,71	2,12	3,04
	N-NH_4	1,07	0,89	1,34	1,00	1,01	1,23	1,03	1,30	1,03
	N min	3,14	3,12	3,75	3,92	3,61	3,54	3,74	3,42	4,07
N-NO_3 a N-NH_4		po sklizni								
		nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
0 - 30 cm	N-NO_3	2,44	2,58	3,57	4,94	9,85	4,26	5,19	6,85	8,06
	N-NH_4	1,23	1,11	1,13	0,97	0,99	1,07	1,01	0,82	1,14
	N min	4,47	4,00	4,56	5,81	10,77	5,27	6,17	7,56	9,09
30 - 60 cm	N-NO_3	2,71	2,05	2,85	4,34	7,40	3,03	3,54	4,73	6,94
	N-NH_4	0,99	1,29	0,95	0,89	0,91	0,75	0,85	0,90	0,98
	N min	3,57	3,20	3,70	5,13	8,25	3,66	4,32	5,55	7,80
N-NO_3 a N-NH_4		před zámrazem								
		nehnoj.	PK	N1	N2	N3	hPK	hN1PK	hN2PK	hN3PK
0 - 30 cm	N-NO_3	8,58	7,77	9,30	12,49	14,55	10,89	11,69	16,80	17,26
	N-NH_4	1,97	0,87	0,86	0,84	0,64	1,07	1,14	1,73	1,31
	N min	10,51	8,57	10,10	13,26	15,12	11,92	12,77	18,50	18,54
30 - 60 cm	N-NO_3	6,99	5,70	6,43	8,25	8,53	6,95	7,96	10,30	10,30
	N-NH_4	0,98	1,03	0,90	0,72	0,84	1,20	1,51	0,99	0,99
	N min	7,94	6,69	7,30	8,94	9,31	8,11	9,44	11,25	11,22

Svrchní horizont 0-30 cm, odběr brzo na jaře

Při jarním odběru byly zjištěny nejnížší hodnoty N_{min} (mimo varianty 3 a 4) a obsah nitrátového dusíku se držel ve velmi bezpečné hladině.

Svrchní horizont 0-30 cm, odběr po sklizni

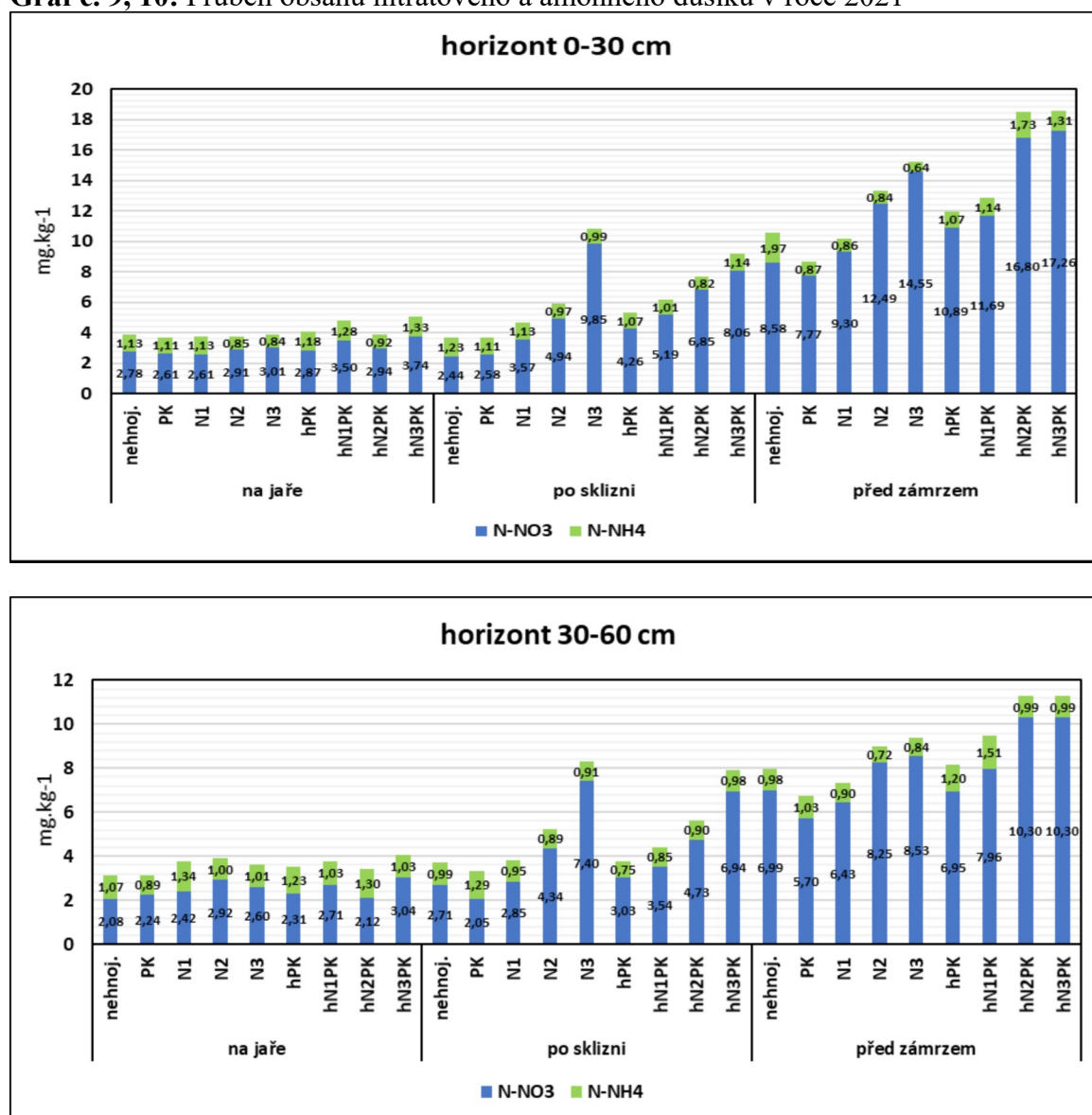
Po sklizni se hodnoty N_{min} zvýšily a kopírovaly zvyšující se intenzitu hnojení. Při nejvyšších dávkách hnojení byl obsah $N-NO_3$ stále v bezpečné hladině.

Svrchní horizont 0-30 cm, odběr před zámrazem půdy

V podzimním termínu odběru se obsah N_{min} opět zvýšil a obsah nitrátového dusíku se držel v bezpečné a přiměřené hladině mimo variant 8 a 9 (s nejvyššími hladinami hnojení), kde byl zjištěn obsah v nadměrné hladině.

Obdobný trend průběhu obsahu N_{min} a nitrátového dusíku byl zaznamenán i ve spodním horizontu (30–60 cm) viz. graf 10. Obsah nitrátového dusíku se ve všech termínech odběru držel ve velmi bezpečné a bezpečné hladině. Jen dvě nejvíce hnojené varianty v termínu před zámrazem byly v hladině přiměřené.

Graf č. 9, 10: Průběh obsahu nitrátového a amonného dusíku v roce 2021



5.5 Zhodnocení bilance dusíku, fosforu a draslíku

Výpočet bilance představuje prostou bilanci založenou na porovnání živin dodaných hnojením a odebraných sklizní. Grafy č. 11–16 znázorňují bilanci N, P a K na jednotlivých

stanicích v roce 2021. Rozhodujícím zdrojem dat pro výpočet jsou analýzy rostlin a množství dodaných živin. 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

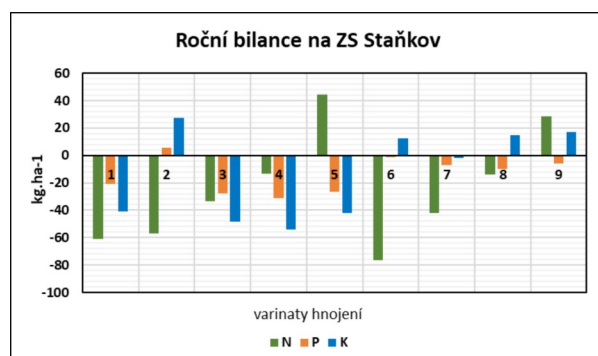
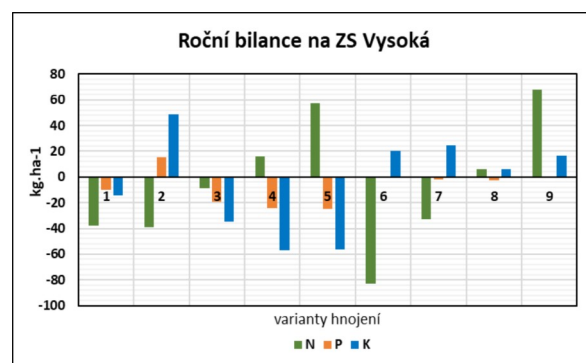
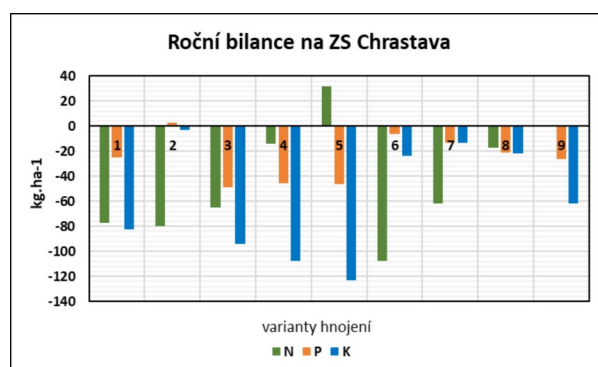
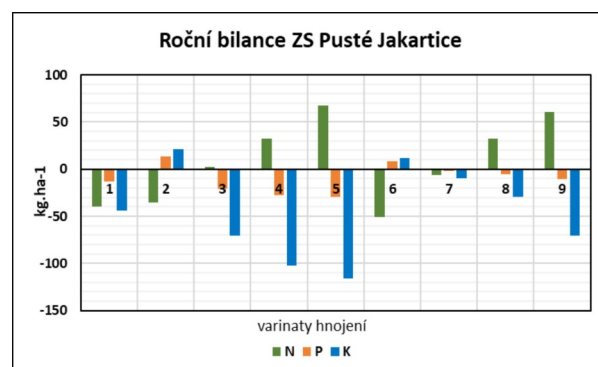
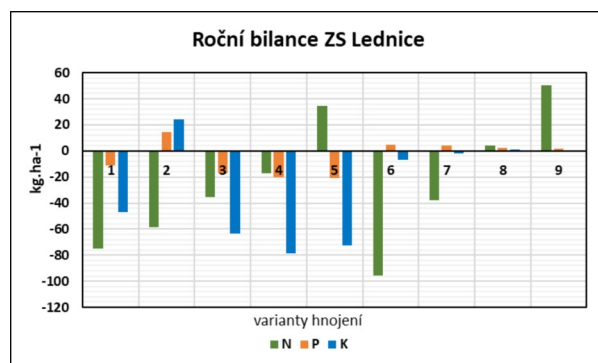
Chlévský hnůj se do bilance započítává postupně ve dvou letech následujících po aplikaci.

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 .

V roce 2021 nebyl hnůj do bilance započítáván, protože poslední aplikace hnoje proběhla v roce 2018.

Grafy č. 11–16: Roční bilance hnojení na jednotlivých zkušebních stanicích



Z grafů roční bilance 2021 vidíme na většině stanic záporné hodnoty sledovaných prvků. V tomto roce se již neprojevuje vliv organického hnojení (poslední aplikace na podzim 2018). Kladné nebo vyrovnané bilance zejména dusíku byly pouze na variantách s nejvyšší hladinou hnojení (5, 8 a 9).

6 Závěry

6.1 Výnosy

Dosažené výnosy semene řepky ozimé korespondovaly s hladinami hnojení na jednotlivých variantách. Nejvyšších výnosů bylo dosaženo u vyšších hladin hnojení, varianty 5, 8, 9. Do výsledků nejsou započítány výsledky ze ZS Hradec nad Svitavou, kde z důvodu poškození bouřkou a redukcí rostlin po zimě došlo ke zrušení pokusu a vysetí náhradní plodiny - řepky jarní, ta byla pak sklizena na zeleno. Nízké výnosy byly v Lednici, výnos negativně ovlivnil výskyt hrabošů → výrazná mezerovitost porostu (zejména varianty 1, 2 a 3). Výnos na ZS Pusté Jakartice byl také ovlivněn bouřkou po vzejití a silnějším zaplevelením a tím vyšší mezerovitostí na variantách 1, 2, 6 a v menší míře rovněž na variantách 3 a 4.

Výnosy slámy řepky se pohybovaly od 2,87 do 5,76 t.ha⁻¹. Nejnižší výnos byl na variantě 2 a nejvyšší na variantě 9, tj. s nejvyšší hladinou hnojení. Stejně jako u semene byl výnos v ZS LED a PJA ovlivněn mezerovitostí. Stanice, kde byl nižší výnos semene měly vyšší výnos slámy a naopak. Nízký výnos slámy na ZS Vysoká byl způsoben špatným vzcházením, nehnojené parcely byly řidší → zaplevelování některých parcel.

6.2 Technologické vlastnosti

Stupňované dávky dusíku a minerálního hnojení ovlivnily sledované technologické vlastnosti u jednotlivých plodin následovně:

Vliv různých hladin hnojení na **vlhkost semene ihned po sklizni** nebyl zcela jednoznačný, stejně jako u **HTS** přepočtené na standardní vlhkost. Obsah **dusíkatých látek** v semenu řepky reagoval na zvyšující se dávky dusíkatého hnojení, se zvyšujícími dávkami rostl i obsah N-látek. Na **obsah oleje** v semenu řepky měly vliv stupňující se dávky hnojení. S vyšší hladinou hnojení docházelo k poklesu obsahu oleje v sušině v %.

6.3 Anorganické rozborů rostlin

Obsah **dusíku** u řepky korespondoval se stupňovanou dávkou N a pozitivně se projevil i vliv organického hnojení. Na nehnojené kontrole je N vyšší jako po samotném PK hnojení (2) a také než u PK s hnojem (6), i některé varianty hnojené dusíkem měly nižší obsah (N1 a hnůj s PKN1).

U **fosforu** se projevila absence fosforečného hnojení na variantách 4 a 5, na zbývajících variantách nejsou rozdíly patrné. Hnojení draslíkem se promítlo do obsahu **draslíku** v semeni u variant 8 a 9 nejvyšším obsahem. U ostatních variant byl obsah K nižší bez výraznějších rozdílů. Obsah **vápníku** i **hořčíku** byl víceméně konstantní v semenu řepky ani ve slámě není vidět jasný trend.

6.4 Agrochemické rozborů půd

Ve všech sledovaných termínech byl obsah N_{min} nižší ve spodním horizontu (30-60 cm), kromě variant 3 a 4 v termínu odběru na jaře. Trend vývoje obsahu N_{min} je obdobný v obou horizontech, výrazněji v termínu po sklizni a před zámrzem. Obsah N_{min} kopíroval zvyšující se hladiny hnojení, nejvyšší byl na variantě 9.

Svrchní horizont 0-30 cm, odběr brzo na jaře

Při jarním odběru byly zjištěny nejnižší hodnoty N_{min} (mimo varianty 3 a 4) a obsah nitrátového dusíku byl ve velmi bezpečné hladině.

Svrchní horizont 0-30 cm, odběr po sklizni

Po sklizni se hodnoty N_{min} zvýšily a kopírovaly zvyšující se intenzitu hnojení. Při nejvyšších dávkách hnojení byl obsah $N-NO_3$ stále v bezpečné hladině.

Svrchní horizont 0-30 cm, odběr před zámrzem půdy

V podzimním termínu odběru se obsah N_{min} opět zvýšil, obsah nitrátového dusíku byl v bezpečné a přiměřené hladině mimo variant 8 a 9 (s nejvyššími hladinami hnojení), kde byl v nadměrné hladině.

Ve spodním horizontu (30-60 cm) se obsah nitrátového dusíku ve všech termínech odběru držel ve velmi bezpečné a bezpečné hladině. Jen dvě nejvíce hnojené varianty v termínu před zámrzem byly v hladině přiměřené.

6.5 Bilance dusíku

U roční bilance sledovaných prvků převládají na většině stanic záporné hodnoty. V tomto roce již není do bilance započítáván vliv organického hnojení (poslední aplikace na podzim 2018). Kladné nebo vyrovnané bilance (zejména dusíku) jsou pouze na variantách s nejvyšší hladinou hnojení (5, 8 a 9).