

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Sekce zemědělských vstupů



**Sledování vlivu stupňované intenzity hnojení na výnosy plodin,
na agrochemické vlastnosti půd a na bilanci živin**

Výroční zpráva z polní stacionární zkoušky za rok 2018

Zpracoval: Ing. Jaroslav Hynšt, Ph.D.

Markéta Vodáková
Oddělení výživy rostlin

Schválil: Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.

vedoucí Oddělení výživy rostlin

Předkládá: Ing. Miroslav Florián, Ph.D.

ředitel Sekce zemědělských vstupů

1 ÚVOD

Dlouhodobá polní zkouška sleduje závislost mezi stupňovanou intenzitou hnojení, dosahovanou výrobností osevního sledu a změnami základních agrochemických vlastností půd. Na základě dodaných a odčerpaných živin je vypočítána bilance živin a hodnocen vliv použitých hnojiv na kvalitu produkce.

Stacionární zkoušky byly na jednotlivých stanicích zakládány postupně, první sledování započalo v roce 1972 v Uherském Ostrohu a Žatci, poslední zkouška byla založena v roce 1990 ve Věrovanech. První dva osevní sledy byly devítihonné, další osmihonné. Tato výroční zpráva hodnotí pátý rok současného osevního sledu, tj. rok 2018.

2 MATERIÁL A METODY

V této části zprávy jsou uvedeny pouze základní údaje týkající se plodin, variant a dávek hnojiv. Podrobné pokyny pro vedení zkoušek jsou zpracovány v Metodice určené pro období 2014 až 2021. Osevní sled pro toto období uvádí tab.1. U pšenice ozimé byla zvolena odrůda Cubus. Základní schéma hnojení je uvedeno v tab. 2, dávky živin pro rok 2018 uvádí tab. 3 a 4.

Tab.1: Osevní sled 2014 - 2021

rok	výrobní oblast řepařská (ŘVO)	výrobní oblast bramborářská (BVO)
2014	vojtěška	jetel
2015	vojtěška	jetel
2016	pšenice ozimá	pšenice ozimá
2017	brambory rané	brambory rané
2018	pšenice ozimá	pšenice ozimá
2019	ječmen jarní	ječmen jarní
2020	cukrovka	brambory
2021	ječmen jarní	ječmen jarní

Tab.2: Varianty hnojení

varianty	minerální hnojení			organické hnojení	vápnění
	N	P	K		
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	chlévkový hnůj	dle potřeby
3	2	2	0		
4	2	2	1		
5	2	2	2		
6	2	2	3		
7	2	0	2		
8	2	1	2		
9	2	3	2		
10	1	1	1		
11	3	3	3		
12 ¹⁾	2	2	2		
12 ²⁾	3	3	3		0

12¹⁾ v řepařské oblasti na rozdíl od varianty 5 hnojeno každoročně

12²⁾ v bramborářské oblasti na rozdíl od varianty 11 bez vápnění

Tab.3: Dávky živin v kg.ha⁻¹ – výrobní oblast řepařská

živina	dobu aplikace	varianty											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P ₂ O ₅	podzim 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
K ₂ O	podzim 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
N	podzim základní 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	regenerační - jaro 2018	0	0	45	45	45	45	45	45	45	30	60	45
N	produkční 2018	0	0	45	45	45	45	45	45	45	30	60	45

Tab.4: Dávky živin v kg.ha⁻¹ - výrobní oblast bramborářská

živina	dobu aplikace	varianty											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P ₂ O ₅	jaro 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₂ O	jaro 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	základní - podzim 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	regenerační - jaro 2018	0	0	45	45	45	45	45	45	45	30	60	60
N	produkční - 2018	0	0	45	45	45	45	45	45	45	30	60	60

3 CHARAKTERISTIKA POKUSNÝCH MÍST

Polní zkouška je vedena na 11 lokalitách, z toho na čtyřech stanovištích v řepařské výrobní oblasti a sedmi stanovištích v bramborářské výrobní oblasti. Základní půdní a klimatické údaje zkušebních stanic jsou uvedeny v tab.5. Zastoupeny jsou dvě výrobní oblasti s nadmořskou výškou od 196 do 595 metrů a srážkovým úhrnem od 451 mm až 798 mm a průměrnou teplotou od 8,9°C do 11,4°C. Stanoviště reprezentují rozdílnost půdních a klimatických podmínek ČR.

Tab. 5: Půdní a klimatická charakteristika r. 2018 a porovnání s dlouhodobým normálem

zkušební stanice	zkratka	výr. oblast	rok založ.	nadm. výš. (m)	roční úhrn (mm)	dlouh. normál (mm)	průměr. teplota (°C)	dlouh. normál (°C)	půd. typ	půd. druh
Horažďovice	HOR	BVO	1978	472	791	585	8,9	7,8	KA	HP
Hradec n. S.	HRA	BVO	1981	460	427	616	9,2	7,4	HN	H
Chrastava	CHT	BVO	1977	345	635	738	9,5	8,0	HN	H
Jaroměřice	JAR	BVO	1975	425	462	488	9,8	8,2	HN	JH
Lípa	LIP	BVO	1974	505	596	594	8,9	7,5	KA	PH
P. Jakartice	PJA	ŘVO	1979	290	493	584	9,9	8,3	LU	H
Staňkov	STV	BVO	1981	370	473	549	10,0	8,3	HN	H
Uh. Ostroh	UHO	BVO	1972	196	496	521	9,1	9,1	KM	H
Věrovany	VER	ŘVO	1990	207	460	502	10,6	8,7	CE	H
Vysoká	VYS	BVO	1983	595	650	611	9,2	7,1	KA	H
Žatec	ZAT	ŘVO	1972	285	603	439	9,0	9,0	ČM	JH

V porovnání s údaji z předcházení roku 2017 můžeme říci, že rok 2018 byl výrazně teplejší, téměř na všech stanicích byla průměrná teplota o 0,7°C vyšší. Co se týká srážek byl rok 2018 srovnatelný s rokem 2017, ale v porovnání s dlouhodobým normálem byly úhrny srážek nižší (mimo ZS Horažďovice, Vysoká a Lípa).

Tab. 6: Průměrné měsíční srážky v r. 2017/2018 (BVO)

Stanice	Průměrné měsíční srážky [mm]												Σ
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	roční
Horažďovice													
suma měs. srážek [mm]	24	91	75	29	63	33	36	14	113	168	94	52	791
měsíční normál [mm]	45	39	38	35	32	25	37	37	59	74	87	77	585
% normálu	53	233	197	83	197	132	97	38	192	227	108	68	135
Hradec nad Svitavou													
suma měs. srážek [mm]	74	85	33	21	29	18	14	26	31	52	24	21	427
měsíční normál [mm]	57	40	42	42	35	28	37	41	63	80	79	72	616
% normálu	130	213	79	50	83	64	38	63	49	65	30	29	69
Chrastava													
suma měs. srážek [mm]	67	91	56	60	69	4	46	32	60	81	18	51	635
měsíční normál [mm]	68	47	52	56	43	38	54	47	65	84	95	89	738

% normálu	99	194	108	107	160	11	85	68	92	96	19	57	86
Jaroměřice													
Suma měs. srážek [mm]	92	53	38	12	35	11	18	10	74	63	41	14	462
měsíční normál [mm]	40	29	32	27	24	22	25	32	57	71	71	58	488
% normálu	230	183	119	44	146	50	72	31	130	89	58	24	95
Lípa													
suma měs. srážek [mm]	59	151	76	28	27	13	15	25	55	82	16	51	596
měsíční normál [mm]	51	36	42	39	36	28	38	36	59	77	81	71	594
% normálu	116	419	181	72	75	46	39	69	93	106	20	72	100
Staňkov													
suma měs. srážek [mm]	39	54	46	27	44	8	29	26	75	61	37	29	473
měsíční normál [mm]	44	38	33	31	26	25	33	33	56	80	80	70	549
% normálu	89	142	139	87	169	32	88	79	134	76	46	41	86
Vysoká													
suma měs. srážek [mm]	32	88	57	37	59	9	39	12	142	85	47	43	650
měsíční normál [mm]	46	40	44	46	42	33	46	39	54	73	81	67	611
% normálu	70	220	130	80	140	27	85	31	263	116	58	64	106

Tab.7: Průměrné měsíční srážky v r. 2017/2018 (ŘVO)

Stanice	Průměrné měsíční srážky [mm]												Σ roční
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Uherský Ostroh													
suma měs. srážek [mm]	89	52	36	29	35	19	17	19	49	74	16	61	496
měsíční normál [mm]	48	35	39	34	25	24	28	35	60	72	65	56	521
% normálu	186	148	93	84	138	78	61	54	82	103	24	109	95
Pusté Jakartice													
suma měs. srážek [mm]	122	64	39	13	26	19	20	4	51	76	29	30	493
měsíční normál [mm]	56	36	38	24	18	22	29	45	74	86	92	64	584
% normálu	218	178	103	54	144	86	67	9	69	88	32	47	84
Věrovany													
suma měs. srážek [mm]	125	78	37	12	15	26	36	20	39	27	26	21	460
měsíční normál [mm]	47	36	36	26	22	18	25	33	61	70	71	57	502
% normálu	266	217	103	46	68	144	144	61	64	39	37	37	92
Žatec													
suma měs. srážek [mm]	26	65	27	21	67	46	66	33	113	59	45	35	603
měsíční normál [mm]	38	26	26	22	18	18	25	29	48	62	60	66	438
% normálu	68	250	104	96	372	256	264	114	235	95	75	53	138

Podzimní období bylo teplé a vlhké. Zima byla spíše chudší na srážky (více jich bylo v lednu), teplota v prosinci a zejména v lednu se pohybovala nad normálem, v únoru se průměrná teplota konečně dostala pod bod mrazu (byla pod normálem). V dubnu nastalo velké oteplení a rychlý

nárůst teplot, v květnu byl na většině stanic dostatek srážek. Letní období bylo velmi teplé a suché, výraznější srážky v červnu.

Tab. 8: Průměrné měsíční teploty v r. 2017/2018 (ŘVO)

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

Tab. 8: Průměrné měsíční teploty v r. 2017/2018 (BVO)

Stanice	Průměrné měsíční teploty [°C]												Ø
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	roční
Horažďovice													
Ø denní teplota [°C]	11,2	9,3	3,1	0,7	2,1	-3,9	0,8	11,7	15,1	17,1	19,1	20,1	8,9
měsíční normál [°C]	12,9	8,1	2,4	0,1	-1,9	-1,0	3,4	7,2	12,5	15,4	17,2	17,0	7,8
Hradec n. Svitavou													
Ø denní teplota [°C]	11,6	9,1	3,6	0,8	1,2	-4,3	0,6	12,8	16,6	17,5	19,7	21,3	9,2
měsíční normál [°C]	12,7	7,7	2,1	-0,9	-2,5	-1,2	2,7	7,0	12,5	15,2	17,0	16,8	7,4
Chrastava													
Ø denní teplota [°C]	11,8	10,1	4,5	1,6	3,3	-3,3	0,9	12,7	15,9	17	19,4	20,3	9,5
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
Jaroměřice													
Ø denní teplota [°C]	12,3	9,6	3,4	0,4	1,3	-2,8	1,3	13,5	17,2	18,6	20,7	22,6	9,8
měsíční normál [°C]	13,4	8,0	2,3	-0,9	-2,4	-0,8	3,1	7,8	13,3	18,2	18,2	18,1	8,2
Lípa													
Ø denní teplota [°C]	11,3	9,3	3,3	0,5	1,5	-4,2	0,7	12,5	15,8	16,8	19,2	20,5	8,9
měsíční normál [°C]	12,8	7,9	2,3	-0,6	-2,1	-1,0	2,8	6,7	12,5	15,3	17,0	16,9	7,5
Staňkov													
Ø denní teplota [°C]	12	10,5	4,4	1,9	3,4	-2,2	1,9	12,1	16,4	18,1	20,4	20,6	10
měsíční normál [°C]	12,9	7,7	2,9	0,4	-1,3	0,4	3,7	7,4	12,8	17,6	17,6	17,1	8,3
Vysoká													
Ø denní teplota [°C]	11,7	9,6	3,1	0,2	1,7	-3,5	0,6	12,7	16,1	17,4	19,9	20,6	9,2
měsíční normál [°C]	12,1	7,2	1,7	-0,8	-2,4	-1,4	2,4	6,4	12	14,9	16,6	16,5	7,1

4 VÝSLEDKY

4.1. Hodnocení vlivu počasí

Podzim a zima 2017/2018 - září až únor

Podzimní měsíce roku 2017 byly teplotně normální a vláhově nadprůměrné. Od prosince nastalo s výjimkou měsíce února teplotně nadprůměrné období, které trvalo po celou dobu vegetace. Leden byl teplý s dostatkem srážek, únor (holomrazy až -18°C) a březen byly chladné měsíce se srážkami pod dlouhodobým normálem.

Jaro 2018 - březen až květen

Březen zejména v prvních dvou dekádách chladný, od začátku dubna došlo k výraznému oteplení, v květnu nástup letních teplot.

Březen, co se týká srážek, se na většině stanic držel pod normálem (cca na 80 %), vybočovaly např. Lípa a Hradec nad Svitavou, kde byly srážky na úrovni jen 40 %. Duben měl nedostatek srážek jen asi 60 % normálu, květen byl naopak srážkově průměrný až nadprůměrný (např. na ZS Vysoká 263 %, Horažďovice 192 % dlouhodobého normálu).

Léto 2018 - červen až srpen

Letní měsíce lze shodně označit za teplé, ve všech sledovaných měsících se teplota pohybovala nad dlouhodobým teplotním průměrem. Z pohledu srážek byly letní měsíce sušší snad s výjimkou června, který se blížil normálu, ale i zde byly výrazné rozdíly mezi jednotlivými stanicemi (Horažďovice 227%, 39% Věrovany).

4.2. Vegetační sledování

Pšenice byla zaseta mezi 29. 9.-20.10. 2017 do dobře připravené půdy. Pouze na stanicích Svitavy a Uherský Ostroh byl výsev komplikován vysokou vlhkostí půdy po předchozích srážkách, což ve Svitavách způsobilo nevyrovnané vzcházení porostu. Na ostatních stanicích umožnilo počasí bohaté na srážky během podzimu bezproblémové vzcházení. Porost před zimou byl přiměřeně hustý. Pšenice nebyla poškozena mrazem a úspěšně přezimovala. Na jaře byla regenerace porostů zpomalena mrazy na přelomu února a března. Suché a teplé počasí v jarním období i během léta urychlilo vývoj vegetace a uspišilo sklizeň, ale současně snížilo výnos.

Slabý nebo žádný výskyt chorob a škůdců byl pozorován na stanicích Chrastava, Lípa, Staňkov, Žatec a Horažďovice. Šíření chorob bylo omezeno suchým počasím během jara. Přesto byl na ostatních stanicích zaznamenán výskyt padlí, listových skvrnitostí a rzí a porosty musely být ošetřovány proti živočišným škůdcům, především mšicím a kohoutkům.

Sklizeň proběhla od 16. 7. 2018 do 7. 8. 2018 za suchého a teplého počasí na většině stanic.

4.2 Hodnocení dosažených výnosů

Podrobné výsledky výnosů zrna a slámy včetně relativního srovnání prezentuje tab. 7. Na většině stanic byl výnos zrna vyšší u organicky hnojené varianty ve srovnání s kontrolou, ale rozdíl byl průkazný pouze na třech stanicích. Zvýšení výnosu u hnojem hnojené varianty bylo větší v BVO kde dosahovalo 3 – 24 %, zatímco v ŘVO bylo zvýšení 0 – 11 %.

Více než samotné hnojení hnojem zvyšovalo výnos minerálního hnojení. Zvýšení dosahovalo v průměru za BVO asi 50 % a v ŘVO 10 %. Rozdíly ve výnosu mezi minerálně hnojenými variantami však byly poměrně malé a stupňování dávek P a K výnos zrna příliš neovlivnilo (tab. 8).

V ŘVO nebyl průkazný vliv hnojení na výnos zrna zaznamenán na stanicích Uherský Ostroh a Věrovany. Vliv hnojení byl omezený i na stanici Žatec. Na stanici Pusté Jakartice byl výnos průkazně zvyšován organickým hnojením i všemi kombinacemi organického a minerálního hnojení na zhruba stejnou úroveň a rozdílně hnojené varianty se příliš nelišily.

Mnohem více než výnos zrna byl hnojením zvyšován výnos slámy. Nárůst dosahoval v ŘVO až 31 % u hnojem hnojené varianty a u minerálně hnojených až 51 %. Zvýšení výnosu bylo pozorováno i na stanicích Uherský Ostroh a Věrovany, kde hnojení nemělo vliv na výnos zrna. Nároky rostlin na živiny byly zřejmě dostatečně naplněny nižšími dávkami hnojiv a další vstupy živin (v daném roce především dusíku) vedou k nadměrné stimulaci prodlužovacího růstu, který se projevuje zvýšením výnosu slámy. Na stanici Věrovany byla půda i bez hnojení zřejmě dostatečně schopna zásobovat rostliny živinami, což souvisí s vysokou přirozenou úrodností půdy. Na jiných stanicích však mohl být příčinou omezené reakce výnosu na hnojení také nedostatek vláhy, který omezoval čerpání živin plodinou.

Tab.7: Průměrný výnos ZRNA a SLÁMY pšenice v ŘVO [t.ha⁻¹]

stanice		jednotky	1.Nehnojen	2.CHLHN	3.N2P2K0	4.N2P2K1	5.N2P2K2	6.N2P2K3	7.N2P0K2	8.N2P1K2	9.N2P3K2	10.N1P1K1	11.N3P3K3	12.N3P3K3 každoročně
zrno	PJA	$t.ha^{-1}$	7,3b	8,1a	8,2a	8,5a	8,6a	8,8a	8,6a	8,7a	8,6a	8,7a	8,5a	8,7a
		%	100	111,4	112,8	116,6	118,6	120,5	118,2	119,4	118,8	119,9	116,6	119,4
	UHO	$t.ha^{-1}$	5,5a	6,0a	5,6a	5,8a	5,7a	5,8a	5,8a	6,0a	5,9a	6,0a	5,7a	5,7a
		%	100	110,1	102,8	105,9	104,8	107,0	106,8	109,5	107,9	109,7	103,7	105,0
	VER	$t.ha^{-1}$	10,1a	10,1a	9,8a	10,1a	10,2a	10,0a	10,2a	10,1a	10,2a	10,2a	10,1a	10,3a
		%	100	100,3	97,5	100,2	100,9	99,5	101,1	100,0	101,0	101,3	100,8	102,3
	ZAT	$t.ha^{-1}$	6,6a	6,7a	7,2a	7,3a	7,4a	7,6b	7,6b	7,6b	7,5b	7,7b	7,4a	7,8
		%	100	101,1	109,0	110,2	111,7	114,9	114,9	116,0	114,4	116,7	112,3	117,9
	Průměr	$t.ha^{-1}$	7,34	7,71	7,70	7,90	7,96	8,04	8,04	8,09	8,05	8,14	7,92	8,11
		%	100	105,0	104,8	107,6	108,4	109,5	109,5	110,1	109,7	110,9	107,8	110,5

sláma	PJA	$t.ha^{-1}$	4,0	4,7	3,8	4,5	4,8	5,3	5,1	5,2	4,6	4,4	4,4	4,9
		%	100	115,9	93,5	111,2	118,9	132,5	126,8	129,8	114,1	108,2	107,9	120,3
	UHO	$t.ha^{-1}$	4,3	4,7	6,5	5,7	5,2	5,4	6,1	7,0	5,3	5,6	5,8	5,1
		%	100	110,8	153,4	134,1	121,6	126,4	143,1	164,0	123,5	131,5	135,5	119,8
	VER	$t.ha^{-1}$	5,4	7,1	6,3	6,6	6,9	8,3	7,4	7,5	7,5	8,2	7,7	8,7
		%	100	131,1	115,1	121,9	126,1	153,3	136,2	138,6	137,9	151,1	141,9	160,5
	ZAT	$t.ha^{-1}$	2,3	2,5	2,2	2,3	2,3	1,8	1,4	2,2	2,0	2,0	2,1	2,0
		%	100	109,7	95,2	99,1	102,6	77,1	60,4	96,9	89,9	86,8	92,1	89,9
	Průměr	$t.ha^{-1}$	4,00	4,75	4,68	4,77	4,79	5,20	4,99	5,49	4,85	5,04	4,98	5,18
		%	100	118,8	117,0	119,2	119,8	130,1	124,9	137,2	121,3	126,0	124,6	129,5

Tab.8: Stupňování dávek živin - průměrný výnos pšenice a relativní srovnání v ŘVO [t.ha⁻¹]

produkt	var.	t.ha ⁻¹	%	var.	t.ha ⁻¹	%	var.	t/ha	%	var.	t.ha ⁻¹	%
Stupňované dávky všech živin				Stupňované dávky K			Stupňované dávky P					
zrno	1	7,34	100	3	7,70	100	7	8,04	100	11	7,92	100
	2	7,71	105	4	7,90	103	8	8,09	101	12	8,11	102
	10	8,14	111	5	7,96	103	5	7,96	99			
	5	7,96	108	6	8,04	104	9	8,05	100			
	11	7,92	108									
sláma	1	4,00	100	3	4,68	100	7	4,99	100	11	4,98	100
	2	4,75	119	4	4,77	102	8	5,49	110	12	5,18	104
	10	5,04	126	5	4,79	97	5	4,79	97			
	5	5,04	126	6	5,20	111	9	4,85	97			
	11	4,98	125									

V BVO byl výnos zrna průkazně zvyšován hnojením hnojem na stanicích Staňkov a Vysoká ve srovnání s kontrolou (tab. 9a). Na ostatních stanicích nebyl vliv hnojení hnojem průkazný. Většina minerálně hnojených variant dosahovala průkazně vyšších výnosů, než varianta hnojená hnojem. Další zvyšování dávek na úroveň hnojení N3P3K3 průkazně zvýšilo výnos pouze na stanici Horažďovice. Na stanicích Jaroměřice a Vysoká byl výnos varianty N3P3K3 bez vápnění průkazně nižší, než u ostatních minerálně hnojených variant a na stanici Staňkov se výnos nejvíce hnojených variant nelišil průkazně od kontroly. Výnos slámy byl v BVO zvyšován hnojením zhruba stejně, jako výnos zrna (tab. 9b). Vliv stupňování dávek P a K na výnos zrna i slámy byl malý (tab. 10).

Tab.9a: Průměrný výnos ZRNA pšenice v BVO [t.ha⁻¹]

stanice		jednotky	1.Nehnojen	2.CHLHN	3.N2P2K0	4.N2P2K1	5.N2P2K2	6.N2P2K3	7.N2P0K2	8.N2P1K2	9.N2P3K2	10.N1P1K1	11.N3P3K3	12.N3P3K3 nevápněno
Zrno	HOR	<i>t.ha⁻¹</i>	5,8a	5,9a	7,3bc	7,3bc	7,1b	7,0b	7,1bc	7,4bc	7,4bc	6,9b	7,7c	7,7c
		%	100	103,3	126,6	127,0	123,5	121,9	124,2	128,0	127,8	119,5	133,4	133,9
	CHT	<i>t.ha⁻¹</i>	3,3a	4,0a	7,6b	7,5b	8,0b	7,6b	7,6b	7,7b	7,6b	6,8b	7,8b	7,4b
		%	100	121,6	230,7	228,9	244,4	230,4	231,3	233,4	230,1	207,6	238,0	226,1
	JAR	<i>t.ha⁻¹</i>	4,6a	4,9a	6,2cd	6,3d	6,3d	6,1cd	6,2cd	6,1cd	6,2cd	6,2cd	5,9bc	5,5b
		%	100	105,6	119,0	127,4	131,7	132,1	132,8	133,8	134,3	134,5	136,4	136,4
	LIP	<i>t.ha⁻¹</i>	2,9a	3,6b	5,2c	6,4e	5,4cd	6,8f	5,5d	6,7f	5,6d	6,0e	5,6d	6,2e
		%	100	123,5	176,5	218,1	185,0	232,1	186,7	228,7	189,4	203,1	191,1	212,3
	STV	<i>t.ha⁻¹</i>	5,5a	6,3b	7,0c	7,0c	6,9bc	6,9bc	7,2c	7,0c	6,7bc	7,1c	6,1a	5,6a
		%	100	113,2	126,4	126,8	125,1	124,2	130,4	126,9	120,6	129,1	109,6	100,9
	HRA	<i>t.ha⁻¹</i>	5,3a	5,7a	7,9b	8,2b	7,8b	8,0b	7,8b	8,1b	7,6b	7,6b	7,8b	7,7b
		%	100	107,0	148,7	153,6	146,8	150,2	147,4	151,3	142,3	142,3	147,4	144,9
	VYS	<i>t.ha⁻¹</i>	2,0a	2,5b	4,0d	4,0d	3,9d	3,8d	3,9d	3,9d	4,0d	3,6c	4,1d	3,5c
		%	100	124,3	199,0	199,0	195,0	190,1	192,6	195,0	196,5	177,2	201,0	174,3
	Průměr	<i>t.ha⁻¹</i>	4,21	4,70	6,45	6,68	6,51	6,60	6,48	6,69	6,42	6,31	6,42	6,24
		%	100,0	111,7	153,1	158,6	154,5	156,8	154,0	159,0	152,4	149,8	152,5	148,2

Tab.9b: Průměrný výnos SLÁMY pšenice v BVO [t.ha⁻¹]

sláma	stanice	jednotky	1.Nehnojen	2.CHLHN	3.N2P2K0	4.N2P2K1	5.N2P2K2	6.N2P2K3	7.N2P0K2	8.N2P1K2	9.N2P3K2	10.N1P1K1	11.N3P3K3	12.N3P3K3 nevápněno
	HOR	<i>t.ha⁻¹</i>	4,6	4,7	5,7	6,0	5,6	5,5	5,3	5,7	5,9	5,6	5,8	6,1
		%	100,0	102,6	123,3	130,9	120,9	118,9	115,9	124,8	128,0	122,0	126,5	131,5
	CHT	<i>t.ha⁻¹</i>	3,7	4,1	6,3	6,5	7,6	7,2	6,9	6,6	6,6	6,5	7,4	6,3
		%	100,0	110,8	171,5	175,6	204,9	194,6	186,4	177,8	178,0	176,7	200,0	170,5
	JAR	<i>t.ha⁻¹</i>	3,6	3,6	5,0	4,7	4,7	4,8	4,7	4,9	5,0	4,7	4,6	4,8
		%	100,0	100,0	139,7	131,7	131,7	132,5	131,4	136,1	138,3	130,6	128,1	131,9
	LIP	<i>t.ha⁻¹</i>	2,5	2,9	3,2	3,3	3,5	3,5	3,5	3,0	3,5	3,1	3,6	2,9
		%	100,0	114,6	127,2	129,5	136,2	136,2	136,6	119,7	137,8	120,1	142,5	114,6
	STV	<i>t.ha⁻¹</i>	4,4	4,9	6,7	6,6	6,0	5,7	7,0	7,0	5,6	6,3	5,6	5,5
		%	100,0	112,2	153,7	151,1	136,5	131,4	160,3	159,4	129,4	144,0	129,1	127,1
	HRA	<i>t.ha⁻¹</i>	3,5	4,2	4,8	5,1	5,0	5,4	5,2	5,2	5,1	5,0	5,5	5,5
		%	100,0	121,3	138,8	147,4	142,8	155,5	150,0	149,1	146,8	144,0	157,2	157,8
	VYS	<i>t.ha⁻¹</i>	2,0	2,5	2,9	3,6	3,0	3,1	3,6	3,2	3,2	3,5	3,1	2,8
		%	100,0	123,0	146,5	179,5	152,0	154,0	179,0	158,5	161,5	176,0	155,5	138,0
	Průměr	<i>t.ha⁻¹</i>	3,5	3,8	5,0	5,1	5,0	5,0	5,2	5,1	5,0	5,0	5,1	4,8
%		100,0	110,8	143,1	147,7	145,4	144,6	149,2	146,5	143,9	142,9	146,8	139,2	

Tab.10: Stupňování dávek živin - průměrný výnos **pšenice** a relativní srovnání v BVO [OJ.ha⁻¹]

produkt	var.	t.ha ⁻¹	%	var.	t.ha ⁻¹	%	var.	t.ha ⁻¹	%	var.	t.ha ⁻¹	%
Stupňované dávky všech živin				Stupňované dávky K			Stupňované dávky P					
zrno	1	4,21	100	3	6,45	100	7	6,48	100	11	6,42	100
	2	4,70	112	4	6,68	104	8	6,69	103	12	6,24	98
	10	6,31	150	5	6,51	101	5	6,51	100			
	5	6,51	155	6	6,60	102	9	6,42	99			
	11	6,42	152									
sláma	1	3,47	100	3	4,96	100	7	5,17	100	11	5,09	100
	2	3,84	111	4	5,12	103	8	5,08	98	12	4,83	95
	10	4,96	143	5	5,04	102	5	5,04	98			
	5	5,04	145	6	5,01	101	9	4,99	97			
	11	5,09	147									

4.3 Hodnocení technologických rozborů

Ve sklizeném zrně byl zjištěn obsah N látek (tab.11), který je vypočítanou hodnotou z dusíku laboratorně stanoveného v sušině (N*5,7).

Tab.11: Zhodnocení obsahu N látek v zrně [%] ¹⁾

stanice		varianta hnojení											
		1.Nehojeno	2.CHLHN	3.N2P2K0	4.N2P2K1	5.N2P2K2	6.N2P2K3	7.N2P0K2	8.N2P1K2	9.N2P3K2	10.N1P1K1	11.N3P3K3	12.N3P3K3
ŘVO	PJA	9,35	9,98	12,60	12,94	12,94	11,34	12,83	12,71	10,20	12,20	12,20	12,54
	UHO	9,80	10,20	13,91	14,08	14,02	13,91	13,91	13,79	13,74	13,45	13,97	13,91
	VER	10,43	12,08	12,54	12,54	12,26	12,65	12,37	12,48	11,97	12,20	12,88	12,20
	ZAT	10,38	10,25	11,38	13,56	13,63	13,94	14,06	13,56	13,88	13,13	14,63	13,00
	ŘVO	9,99	10,63	12,61	13,28	13,21	12,96	13,29	13,14	12,45	12,74	13,42	12,91
	%	100,0	106,4	126,2	132,9	132,2	129,7	133,1	133,1	124,6	127,6	134,3	129,3
BVO	HOR	10,60	11,97	13,57	13,00	13,68	14,36	14,42	13,11	13,85	13,97	13,62	13,91
	CHT	8,15	8,38	9,12	9,86	9,41	9,29	9,12	9,35	9,23	8,78	9,86	10,15
	JAR	8,61	8,09	13,05	13,22	13,22	13,91	13,62	13,28	13,22	11,69	14,19	15,05
	LIP	7,98	8,04	10,09	10,43	10,43	10,09	10,49	10,49	10,94	9,35	10,43	10,60
	STV	8,44	8,55	12,08	12,37	12,08	11,40	11,91	12,20	12,20	11,23	13,40	13,97
	HRA	9,63	9,75	11,91	11,86	11,91	11,91	12,08	12,14	12,03	11,00	13,11	12,65
	VYS	13,00	12,83	13,68	13,57	13,85	13,45	13,97	13,34	13,79	12,14	14,42	13,91
	BVO	9,49	9,66	11,93	12,04	12,08	12,06	12,23	11,99	12,18	11,16	12,72	12,89
	%	100	101,8	125,8	127,0	127,4	127,1	128,9	128,9	128,4	117,7	134,1	135,9

Průměrný obsah N látek byl zvyšován minerálním hnojením zhruba o 25 – 30 % ve srovnání s kontrolou, aplikace hnoje k předplodině zvyšovala obsah N látek o několik procent. Rozdíly mezi jednotlivými minerálně hnojenými variantami byly malé. Jakostní hodnotě 10,5 % N látek vyhověly v ŘVO všechny varianty kromě kontroly a variant hnojených hnojem. V BVO byl nižší obsah pozorován na stanicích Lípa a Chrastava.

V tab. 12 jsou uvedeny hodnoty hmotnosti tisíce semen. Hmotnost tisíce semen se hnojením snižovala, pokles byl větší v ŘVO. Rozdíly mezi hnojenými variantami byly malé.

Tab.12: Zhodnocení HTS [g]

stanice		varianta hnojení											
		1.Nehnojeno	2.CHLHN	3.N2P2K0	4.N2P2K1	5.N2P2K2	6.N2P2K3	7.N2P0K2	8.N2P1K2	9.N2P3K2	10.N1P1K1	11.N3P3K3	12.N3P3K3
ŘVO	PJA	37,67	36,68	31,16	33,45	36,03	34,91	34,60	34,36	35,34	34,24	33,34	34,49
	UHO	36,77	37,63	30,61	32,22	32,24	32,92	32,66	32,05	32,53	33,11	33,03	33,23
	VER	41,01	39,41	35,09	39,54	37,84	37,89	39,39	37,41	39,16	40,76	38,21	39,57
	ZAT	51,51	46,04	46,67	43,92	45,61	47,88	44,64	44,12	43,53	45,29	43,04	46,45
	Průměr	41,7	39,9	35,9	37,3	37,9	38,4	37,8	37,0	37,6	38,4	36,9	38,4
	%	100,0	95,7	86,0	89,3	90,9	92,0	90,6	90,6	90,2	91,9	88,4	92,1
BVO	HOR	46,35	47,67	45,34	45,00	45,92	45,94	46,09	45,76	46,18	46,47	46,18	44,81
	CHT	45,86	46,19	45,00	44,68	44,26	44,77	43,81	45,86	45,99	46,21	45,16	44,85
	JAR	43,64	44,37	40,10	39,95	38,28	41,62	39,92	40,51	40,83	42,06	40,36	38,97
	LIP	38,62	36,42	38,02	38,23	38,39	41,31	38,04	36,60	37,17	40,24	40,00	39,13
	STV	42,30	45,47	38,03	34,80	35,38	37,45	37,06	37,51	33,33	38,09	33,69	29,16
	HRA	44,54	44,59	43,49	42,60	43,64	43,74	44,59	41,91	44,19	44,44	44,53	45,19
	VYS	42,00	46,62	43,18	45,44	43,11	44,03	40,38	43,49	45,49	41,40	44,21	39,86
	Průměr	43,33	44,48	41,88	41,53	41,28	42,69	41,41	41,66	41,88	42,70	42,02	40,28
	%	100,0	102,6	96,7	95,8	95,3	98,5	95,6	95,6	96,7	98,5	97,0	93,0

4.4 Hodnocení půdních rozborů

Za účelem sledování změn agrochemických vlastností půdy se z orniční vrstvy každoročně po sklizni pokusné plodiny odebírají a analyzují půdní vzorky. V tabulce 13 jsou výsledky měření pH ve vzorcích půdy a v tabulce 14 jsou uvedeny výsledky půdních rozborů po sklizni 2018 ze všech stanovišť v ŘVO a BVO.

Hodnota pH se příliš nelišila mezi variantami v ŘVO. V BVO byly hodnoty pH výrazně nižší u nehnojené kontroly a u varianty N3P3K3 bez vápnění.

Tab.13: Hodnota pH půdy po sklizni 2018

Var.	půdní reakce pH/CaCl ₂												
	BVO								ŘVO				
	HOR	CHT	JAR	LIP	STV	HRA	VYS	BVO	PJA	UHO	VER	ZAT	ŘVO
1.Nehnojeno	5,7	5,3	5,6	5,3	5,8	5,7	5,5	5,6	5,6	6,8	6,4	6,7	6,4
2.CHLHN	6,6	6,4	6,5	5,8	6,5	6,5	6,1	6,3	6,2	6,8	7,0	6,7	6,7
3.N2P2K0	6,1	6,3	6,1	5,9	5,9	6,4	6,1	6,1	5,9	6,6	6,5	6,5	6,4
4.N2P2K1	6,3	6,1	6,4	5,8	5,7	6,3	5,7	6,0	5,8	6,5	6,4	6,6	6,3
5.N2P2K2	6,2	6,2	6,5	5,9	5,8	6,4	6,1	6,2	6,0	6,5	6,5	6,5	6,4
6.N2P2K3	6,4	6,1	6,4	5,9	6,0	6,3	5,9	6,1	5,7	6,7	6,7	6,6	6,4
7.N2P0K2	6,1	6,1	6,3	6,1	5,7	6,6	5,8	6,1	6,0	6,2	6,5	6,4	6,3
8.N2P1K2	6,3	6,1	6,4	6,0	5,7	6,4	5,9	6,1	5,7	6,5	6,7	6,5	6,4
9.N2P3K2	6,1	6,0	6,3	6,2	5,5	6,4	6,3	6,1	5,8	6,1	6,4	6,4	6,2
10.N1P1K1	6,5	6,2	6,4	5,9	6,0	6,5	5,7	6,2	5,9	6,6	6,9	6,5	6,5
11.N3P3K3	6,0	6,1	6,2	5,6	5,6	6,5	5,5	5,9	5,7	6,3	6,0	6,3	6,1
12.N3P3K3	5,0	5,5	5,2	5,0	5,4	5,3	4,6	5,1	5,7	6,5	6,5	6,7	6,4

Tab.14: Výsledky agrochemických rozborů půdy po sklizni 2018

Var.	Obsah fosforu ve výluhu Mehlich III [mg.kg ⁻¹]												
	BVO								ŘVO				
	HOR	CHT	JAR	LIP	STV	HRA	VYS	Ø	PJA	UHO	VER	ZAT	Ø
1.Nehnojeno	40	69	75	85	52	85	46	65	53	54	52	19	44
2.CHLHN	67	86	103	75	55	87	55	76	81	66	65	36	62
3.N2P2K0	93	106	143	102	76	112	66	100	100	116	134	85	109
4.N2P2K1	80	127	146	109	73	109	69	102	91	117	123	102	108
5.N2P2K2	85	141	151	113	65	121	84	108	109	122	115	130	119
6.N2P2K3	102	112	145	98	79	113	92	106	114	108	106	82	102
7.N2P0K2	56	80	91	74	58	91	61	73	76	69	118	85	87
8.N2P1K2	84	104	138	100	65	98	83	96	99	91	109	163	115
9.N2P3K2	121	129	190	120	113	134	125	133	130	138	160	128	139
10.N1P1K1	69	76	140	109	76	109	87	95	78	92	118	156	111
11.N3P3K3	118	133	202	134	105	146	141	140	119	146	166	151	146
12.N3P3K3	164	146	202	130	124	153	203	160	107	113	107	114	110

Var.	Obsah draslíku ve výluhu Mehlich III [mg.kg ⁻¹]												
	BVO								ŘVO				
	HOR	CHT	JAR	LIP	STV	HRA	VYS	Ø	PJA	UHO	VER	ZAT	Ø
1.Nehnojeno	92	102	182	129	115	121	90	119	68	229	107	162	141
2.CHLHN	103	139	180	108	99	127	96	122	106	262	114	161	161
3.N2P2K0	118	173	194	185	146	119	82	145	91	268	158	179	174
4.N2P2K1	116	250	233	180	178	158	105	174	134	294	163	251	211
5.N2P2K2	145	245	235	177	153	177	156	184	167	381	147	322	254
6.N2P2K3	187	254	323	297	246	222	262	256	194	458	191	382	306
7.N2P0K2	155	235	263	193	224	177	168	202	161	340	196	357	264
8.N2P1K2	134	218	255	196	197	168	135	186	154	352	165	370	260
9.N2P3K2	149	172	252	249	188	166	176	193	170	310	163	282	231
10.N1P1K1	126	136	232	258	266	151	151	189	128	300	172	399	250
11.N3P3K3	171	246	325	306	314	207	282	264	175	388	239	353	289
12.N3P3K3	191	257	340	240	278	201	250	251	145	331	152	444	268

Var.	Obsah hořčíku ve výluhu Mehlich III [mg.kg ⁻¹]												
	BVO								ŘVO				
	HOR	CHT	JAR	LIP	STV	HRA	VYS	Ø	PJA	UHO	VER	ZAT	Ø
1.Nehnojeno	171	177	203	90	137	77	124	140	103	133	113	279	157
2.CHLHN	190	265	200	114	174	125	129	171	185	143	117	299	186
3.N2P2K0	198	281	188	141	173	136	127	178	159	139	154	311	191
4.N2P2K1	186	260	186	133	156	140	120	169	160	148	159	325	198
5.N2P2K2	183	263	176	132	157	135	115	166	158	146	149	336	197
6.N2P2K3	169	265	178	136	164	152	104	167	142	129	149	342	191
7.N2P0K2	193	253	175	125	162	179	105	170	153	141	169	347	203
8.N2P1K2	189	229	173	131	151	146	97	159	143	138	161	340	196
9.N2P3K2	185	238	162	129	155	132	130	162	149	139	152	352	198
10.N1P1K1	199	250	179	129	184	143	99	169	159	137	146	343	196
11.N3P3K3	163	251	165	107	171	160	93	159	144	128	144	317	183
12.N3P3K3	132	198	164	92	137	104	75	129	158	132	147	332	192

Tab.14: Výsledky agrochemických rozborů půdy po sklizni 2018

Var.	Obsah vápníku ve výluhu Mehlich III [mg.kg ⁻¹]												
	BVO								ŘVO				
	HOR	CHT	JAR	LIP	STV	HRA	VYS	Ø	PJA	UHO	VER	ZAT	Ø
1.Nehnojeno	1480	1190	2280	1270	1340	1300	1450	1473	1390	3210	2660	4020	2820
2.CHLHN	1850	1850	2700	1490	1540	1800	1800	1861	1700	3120	2940	3930	2923
3.N2P2K0	1770	1920	2740	1510	1520	1630	1840	1847	1500	3070	2890	3970	2858
4.N2P2K1	1740	1660	2830	1410	1390	1640	1540	1744	1470	3020	2830	3940	2815
5.N2P2K2	1680	1730	3000	1480	1320	1610	1760	1797	1580	3190	2930	4060	2940
6.N2P2K3	1630	1730	2810	1400	1320	1570	1680	1734	1440	3240	2990	3870	2885
7.N2P0K2	1750	1600	2520	1700	1300	1630	1670	1739	1660	2320	2880	3680	2635
8.N2P1K2	1790	1520	2760	1710	1260	1610	1750	1771	1530	2310	2750	3740	2583
9.N2P3K2	1720	1680	2790	1610	1310	1630	1960	1814	1520	2260	2890	3660	2583
10.N1P1K1	1740	1630	2660	1660	1400	1670	1750	1787	1530	2670	3070	3820	2773
11.N3P3K3	1500	1680	2740	1390	1330	1580	1360	1654	1450	2630	2510	3540	2533
12.N3P3K3	1110	1430	1980	1170	1240	1200	1020	1307	1500	2590	2630	3590	2578

Stupňování intenzity hnojení výrazně zvyšovalo obsah přístupného P a K v půdě v BVO i ŘVO (tab.15 a 16). Nárůst obsahu přístupného P a K v ŘVO (tab.15) je jednoznačně patrný při stupňování všech živin i při stupňování jen těchto dvou živin. Obsahu P a K hodnoceného jako „dobrý“ bylo na většině stanic dosaženo při hnojení na úrovni N1P1K1. Další zvyšování dávek živin zvyšovalo obsah v půdě, ale nemělo v hodnoceném roce vliv na výnos. Obsah Mg byl na stanicích Horažďovice, Chrastava, Jaroměřice a Žatec i bez hnojení na úrovni hodnocené jako „dobrý“. Na ostatních stanicích byl obsah Mg zvyšován hnojením, ale nejvyšší dávka hnojení bez vápnění snižovala obsah Mg na stanicích v BVO.

Tab.15: ŘVO – obsah přístupného P, K a půdní reakce po sklizni 2018 [mg.kg⁻¹]

výměnná půdní reakce		Stupňované dávky všech živin - P		Stupňované dávky P		Stupňované dávky všech živin - K		Stupňované dávky K	
varianta	pH	varianta	mg.kg ⁻¹	varianta	mg.kg ⁻¹	varianta	mg.kg ⁻¹	varianta	mg.kg ⁻¹
1.Nehnojeno	6,4	1.Nehnojeno	44	7.N2P0K2	87	1.Nehnojeno	141	3.N2P2K0	174
2.CHLHN	6,7	2.CHLHN	62	8.N2P1K2	115	2.CHLHN	161	4.N2P2K1	211
10.N1P1K1	6,5	10.N1P1K1	111	5.N2P2K2	119	10.N1P1K1	250	5.N2P2K2	254
5.N2P2K2	6,4	5.N2P2K2	119	9.N2P3K2	139	5.N2P2K2	254	6.N2P2K3	306
11.N3P3K3	6,1	11.N3P3K3	146			11.N3P3K3	289		

Tab.16: BVO – obsah přístupného P, K a půdní reakce po sklizni 2018 [mg.kg⁻¹]

výměnná půdní reakce		Stupňované dávky všech živin - P		Stupňované dávky P		Stupňované dávky všech živin - K		Stupňované dávky K	
varianta	pH	varianta	mg.kg ⁻¹	varianta	mg.kg ⁻¹	varianta	mg.kg ⁻¹	varianta	mg.kg ⁻¹
1.Nehnojeno	5,6	1.Nehnojeno	65	7.N2P0K2	73	1.Nehnojeno	119	3.N2P2K0	145
2.CHLHN	6,3	2.CHLHN	76	8.N2P1K2	96	2.CHLHN	122	4.N2P2K1	174
10.N1P1K1	6,2	10.N1P1K1	95	5.N2P2K2	108	10.N1P1K1	189	5.N2P2K2	184
5.N2P2K2	6,2	5.N2P2K2	108	9.N2P3K2	133	5.N2P2K2	184	6.N2P2K3	256
11.N3P3K3	5,9	11.N3P3K3	140			11.N3P3K3	264		

4.5 Bilance živin

K udržení půdní úrodnosti je třeba, aby vstupy a výstupy živin byly v rovnováze. Výpočet bilance představuje prostou bilanci, která je rozdílem mezi množstvím dodaných živin hnojením a odebraných sklizní pšenicí ozimou. Bilance základních živin v ŘVO uvádí tab.17.

Tab.17: Bilance živin v roce 2018 v ŘVO [kg.ha⁻¹]

živiny	varianta											
	1.Nehojeno	2.CHLHN	3.N2P2K0	4.N2P2K1	5.N2P2K2	6.N2P2K3	7.N2P0K2	8.N2P1K2	9.N2P3K2	10.N1P1K1	11.N3P3K3	12.N3P3K312 každoročně
P. Jakartice												
N	-119	-144	-95	-111	-112	-101	-108	-111	-71	-125	-72	-107
P	-21	-26	-26	-27	-27	-28	-26	-26	-27	-27	-27	-1
K	-53	-75	-76	-92	-98	-104	-94	-92	-85	-70	-89	-19
Mg	-10	-12	-13	-13	-12	-14	-13	-13	-13	-13	-13	-14
Ca	-15	-18	-17	-19	-19	-20	-18	-22	-18	-17	-18	-20
Uh. Ostroh												
N	-98	-112	-76	-74	-71	-71	-72	-88	-69	-98	-41	-65
P	-19	-20	-21	-22	-22	-21	-20	-23	-22	-21	-22	6
K	-53	-63	-99	-87	-93	-92	-109	-108	-91	-86	-94	-18
Mg	-9	-10	-11	-10	-10	-9	-10	-12	-10	-11	-9	-10
Ca	-12	-14	-27	-22	-21	-19	-20	-28	-20	-20	-23	-20
Věrovany												
N	-177	-212	-126	-132	-129	-137	-139	-138	-125	-158	-118	-136
P	-30	-26	-28	-30	-30	-32	-30	-30	-32	-27	-36	-8
K	-75	-85	-78	-84	-88	-101	-93	-95	-96	-104	-104	-49
Mg	-15	-16	-15	-17	-16	-18	-16	-17	-16	-16	-17	-16
Ca	-20	-22	-31	-29	-30	-33	-32	-34	-31	-28	-38	-34
Žatec												
N	-111	-113	-37	-60	-61	-65	-67	-67	-65	-90	-43	-60
P	-20	-20	-22	-23	-23	-24	-22	-23	-25	-24	-24	2
K	-54	-52	-59	-59	-65	-57	-46	-62	-63	-60	-59	1
Mg	-8	-8	-9	-9	-9	-9	-8	-9	-9	-9	-9	-9
Ca	-8	-8	-11	-10	-11	-9	-9	-11	-10	-10	-11	-10
Průměrná bilance ŘVO												
N	-126	-145	-83	-94	-93	-93	-97	-101	-83	-118	-68	-92
P	-23	-23	-24	-25	-25	-26	-24	-25	-27	-25	-27	0
K	-59	-69	-78	-81	-86	-89	-85	-89	-84	-80	-87	-21
Mg	-10	-11	-12	-12	-12	-12	-12	-13	-12	-12	-12	-12
Ca	-14	-15	-22	-20	-20	-20	-20	-24	-19	-19	-22	-21

Průměrná bilance dusíku je u všech variant v ŘVO záporná. Hodnoty bilance dusíku jsou v souladu s aplikovanými dávkami dusíku (tab. 18). Nejvyšší hodnota záporné bilance byla zjištěna u hnojem hnojené varianty. Dusík z předchozí aplikace zvýšil výnos, odběr živin a tím zdánlivě prohloubil negativní bilanci. S rostoucí dávkou NPK se negativní bilance snižovala. U fosforu jsou kladné bilance pouze u varianty 12, která je fosforem hnojena každoročně, ostatní varianty ve sledované roce nebyly hnojeny a jejich bilance je proto záporná. Hodnoty odběru a bilance P byly u všech variant podobné, i půda kontrolní varianty zřejmě zásobovala rostliny dostatečným množstvím P a další zvýšení vstupů už jeho odběr plodinou neovlivnilo. Také draslíkem, hořčíkem a vápníkem nebylo hnojeno a jejich bilance je záporná u všech variant. Negativní bilance draslíku se zvyšovala s rostoucím výnosem, nejnižší byla u nehnojené varianty, zvýšilo ji předchozí hnojení hnojem a dále pak minerální hnojení.

I když je roční bilance záporná, pozorované hodnoty bilance mohou být do značné míry vyrovnány vstupy živin v hnoji a minerálních hnojivech, které jsou aplikovány k ostatním plodinám v rámci osevního postupu.

Tab.18: Průměrná bilance živin podle stupňovaných dávek v ŘVO [kg.ha⁻¹]

varianta	N	P	K	varianta	P	varianta	K
1.Nehnojeno	-126	-23	-59	7.N2P0K2	-24	3.N2P2K0	-78
2.CHL.HN.	-145	-23	-69	8.N2P1K2	-25	4.N2P2K1	-81
10.N1P1K1	-118	-25	-80	5.N2P2K2	-25	5.N2P2K2	-86
5.N2P2K2	-93	-25	-86	9.N2P3K2	-27	6.N2P2K3	-89
11.N3P3K3	-68	-27	-87				

V tab. 19 jsou uvedeny hodnoty bilance živin na stanicích v BVO. Bilance živin v BVO měla podobný trend, jako v ŘVO. Hodnoty byly u většiny variant záporné, ale dosahovaly nižších hodnot, což lze vysvětlit nižším výnosem a s ním spojeným nižším odběrem živin.

Tab.19: Balance živin v roce 2018 v BVO [kg.ha⁻¹]

živiny	varianty											
	1.Nehnojeno	2.CHLHN	3.N2P2K0	4.N2P2K1	5.N2P2K2	6.N2P2K3	7.N2P0K2	8.N2P1K2	9.N2P3K2	10.N1P1K1	11.N3P3K3	12.N3P3K3 nevápněno
Horažďovice												
N	-106	-124	-90	-88	-85	-92	-95	-86	-92	-113	-68	-72
P	-18	-20	-22	-21	-20	-24	-22	-21	-23	-25	-25	-22
K	-42	-44	-60	-62	-60	-58	-59	-61	-69	-60	-68	-79
Mg	-9	-11	-13	-13	-12	-12	-12	-12	-13	-12	-13	-12
Ca	-10	-12	-18	-19	-17	-17	-17	-18	-18	-16	-18	-17
Chrastava												
N	-52	-62	-36	-49	-51	-43	-41	-45	-41	-52	-26	-18
P	-12	-17	-24	-22	-25	-22	-23	-22	-24	-22	-24	-20
K	-44	-53	-88	-90	-99	-90	-79	-84	-82	-75	-99	-84
Mg	-6	-8	-14	-14	-16	-15	-15	-14	-14	-13	-15	-12
Ca	-9	-7	-14	-17	-17	-16	-16	-16	-16	-13	-17	-15
Jaroměřice												
N	-71	-69	-53	-59	-59	-62	-61	-56	-60	-69	-37	-38
P	-18	-18	-21	-23	-24	-22	-21	-22	-26	-23	-26	-25
K	-35	-35	-53	-53	-56	-59	-53	-55	-55	-51	-53	-57
Mg	-8	-8	-10	-10	-10	-9	-10	-9	-9	-10	-9	-9
Ca	-9	-10	-18	-17	-18	-17	-17	-16	-18	-17	-17	-18
Lipa												
N	-43	-53	-6	-25	-12	-29	-11	-29	-15	-34	17	8
P	-10	-13	-16	-21	-17	-19	-18	-20	-18	-20	-18	-19
K	-37	-44	-62	-76	-76	-84	-81	-72	-72	-67	-82	-73
Mg	-5	-6	-8	-9	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-7	-7
Ca	-5	-7	-10	-10	-10	-10	-9	-9	-9	-8	-10	-9
Staňkov												
N	-87	-104	-80	-84	-69	-65	-91	-85	-74	-97	-48	-46
P	-19	-21	-23	-23	-22	-23	-25	-25	-24	-24	-22	-23
K	-53	-66	-85	-81	-88	-92	-98	-102	-89	-93	-97	-83
Mg	-10	-11	-15	-14	-12	-12	-14	-13	-12	-13	-12	-11
Ca	-12	-15	-28	-27	-18	-19	-25	-24	-21	-19	-21	-20
Svitavy												
N	-88	-95	-71	-75	-69	-73	-72	-77	-66	-83	-58	-48
P	-16	-17	-24	-23	-22	-23	-22	-23	-22	-22	-23	-21
K	-54	-62	-83	-73	-90	-93	-86	-85	-86	-84	-97	-102
Mg	-7	-7	-11	-11	-10	-11	-11	-12	-10	-10	-12	-10
Ca	-11	-10	-17	-18	-17	-17	-17	-18	-17	-16	-20	-17
Vysoká												
N	-48	-58	-12	-15	-10	-6	-14	-8	-17	-28	9	29
P	-9	-12	-17	-16	-16	-16	-16	-16	-17	-15	-17	-13
K	-20	-29	-42	-50	-48	-49	-56	-48	-52	-47	-56	-51
Mg	-4	-6	-8	-9	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-7	-6
Ca	-6	-6	-10	-12	-10	-9	-12	-10	-12	-13	-11	-9
Průměrná bilance BVO												
N	-71	-81	-50	-56	-51	-53	-55	-55	-52	-68	-30	-26
P	-15	-17	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-22	-22	-22	-21
K	-41	-47	-68	-69	-74	-75	-73	-72	-72	-68	-79	-75
Mg	-7	-8	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-10	-11	-10
Ca	-9	-10	-16	-17	-15	-15	-16	-16	-16	-15	-16	-15

V tab. 20 jsou uvedeny hodnoty bilance při stupňovaných dávkách živin. Podobně jako v ŘVO byla záporná hodnota bilance zvyšována aplikací hnoje k předplodinám a snižována stupňováním dávky NPK.

Tab.20: Průměrná bilance živin podle stupňovaných dávek v BVO [kg.ha⁻¹]

varianta	N	P	K	varianta	P	varianta	K
1. Nehnojeno	-71	-15	-41	7.N2P0K2	-21	3.N2P2K0	-68
2. CHLHN	-81	-17	-47	8.N2P1K2	-22	4.N2P2K1	-69
10.N1P1K1	-68	-22	-68	5.N2P2K2	-21	5.N2P2K2	-74
5.N2P2K2	-51	-21	-74	9.N2P3K2	-22	6.N2P2K3	-75
11.N3P3K3	-30	-22	-79				

Srovnání bilance mezi BVO a ŘVO ukazuje, že záporná hodnota bilance většiny živin je větší v ŘVO. To je dáno vyššími výnosy a tedy i vyšším odběrem živin v ŘVO (tab. 21).

Tab.21: Porovnání průměrné bilance živin v BVO a ŘVO [kg.ha⁻¹]

varianta	N		P		K		Mg		Ca	
	BVO	ŘVO	BVO	ŘVO	BVO	ŘVO	BVO	ŘVO	BVO	ŘVO
1.Nehnojeno	-70,6	-126,2	-14,7	-22,6	-40,6	-58,7	-7,1	-10,3	-8,9	-13,8
2.CHLHN	-80,7	-145,3	-16,7	-23,0	-47,5	-68,6	-8,3	-11,5	-9,6	-15,4
3.N2P2K0	-49,7	-83,3	-21,1	-24,2	-67,5	-77,7	-11,1	-12,2	-16,3	-21,6
4.N2P2K1	-56,2	-94,2	-21,4	-25,3	-69,1	-80,6	-11,1	-12,4	-16,9	-20,0
5.N2P2K2	-50,7	-93,3	-21,1	-25,3	-73,7	-86,2	-10,7	-11,9	-15,3	-20,0
6.N2P2K3	-52,8	-93,4	-21,3	-26,3	-74,8	-88,7	-10,7	-12,3	-15,1	-20,0
7.N2P0K2	-55,2	-96,5	-21,0	-24,2	-73,3	-85,5	-11,0	-11,6	-16,2	-19,9
8.N2P1K2	-55,3	-101,0	-21,3	-25,3	-72,5	-89,1	-10,8	-12,5	-15,9	-23,5
9.N2P3K2	-52,2	-82,5	-21,8	-26,7	-72,3	-83,7	-10,5	-11,9	-16,0	-19,5
10.N1P1K1	-68,0	-117,8	-21,5	-25,0	-68,3	-80,0	-10,4	-12,3	-14,7	-19,0
11.N3P3K3	-30,0	-68,3	-22,0	-27,5	-78,9	-86,7	-10,9	-11,9	-16,3	-22,5
12.N3P3K3	-26,3	-92,3	-20,5	-0,4	-75,4	-21,1	-9,5	-12,5	-15,1	-20,7

5 ZÁVĚR

Výnos zrna i slámy pšenice byl zvyšován minerálním hnojením, samotné hnojení hnojem k předplodině v organicky hnojené variantě mělo menší vliv. V ŘVO hnojení zvyšovalo spíše výnos slámy, než výnos zrna, který byl hnojením zvýšen jen omezeně. Nárůst výnosů způsobil především dusík, vliv stupňovaných dávek P a K byl z hlediska výrobnosti malý. Nejvyšší výnos byl dosažen v BVO při hnojení na úrovni N2P2K2, v ŘVO při N1P1K1. Nejvyšší dávka, především bez vápnění, na některých stanicích snižovala výnos, nejspíše v důsledku zvýšeného odběru Ca výnosem, které dlouhodobě vyčerpává půdní zásoby Ca.

Hodnota pH se příliš nelišila mezi variantami v ŘVO. V BVO byly hodnoty pH výrazně nižší v nehnojené kontrole a ve variantě N3P3K3 bez vápnění, což může být také způsobeno poklesem obsahu Ca v důsledku jeho zvýšeného odběru.

Stupňování intenzity hnojení výrazně zvyšovalo obsah přístupného P a K v půdě v ŘVO i BVO. Obsahu P a K hodnoceného jako „dobrý“ bylo na většině stanic dosaženo při hnojení na úrovni N1P1K1. Další zvyšování dávek živin dále zvyšovalo obsah v půdě, ale nemělo v hodnoceném roce vliv na výnos.

Bilance živin byla v obou výrobních oblastech u všech variant záporná, kromě varianty N3P3K3 v ŘVO, která je každoročně hnojena dávkou P a K a měla pozitivní bilanci fosforu. Ostatní varianty byly ve sledovaném roce hnojeny pouze dusíkem a odběr ostatních živin výnosem proto vedl k záporné bilanci. Pozorované hodnoty bilance však mohou být do značné míry vyrovnány vstupy živin v hnoji a minerálních hnojivech, které jsou aplikovány k ostatním plodinám v rámci osevního postupu.