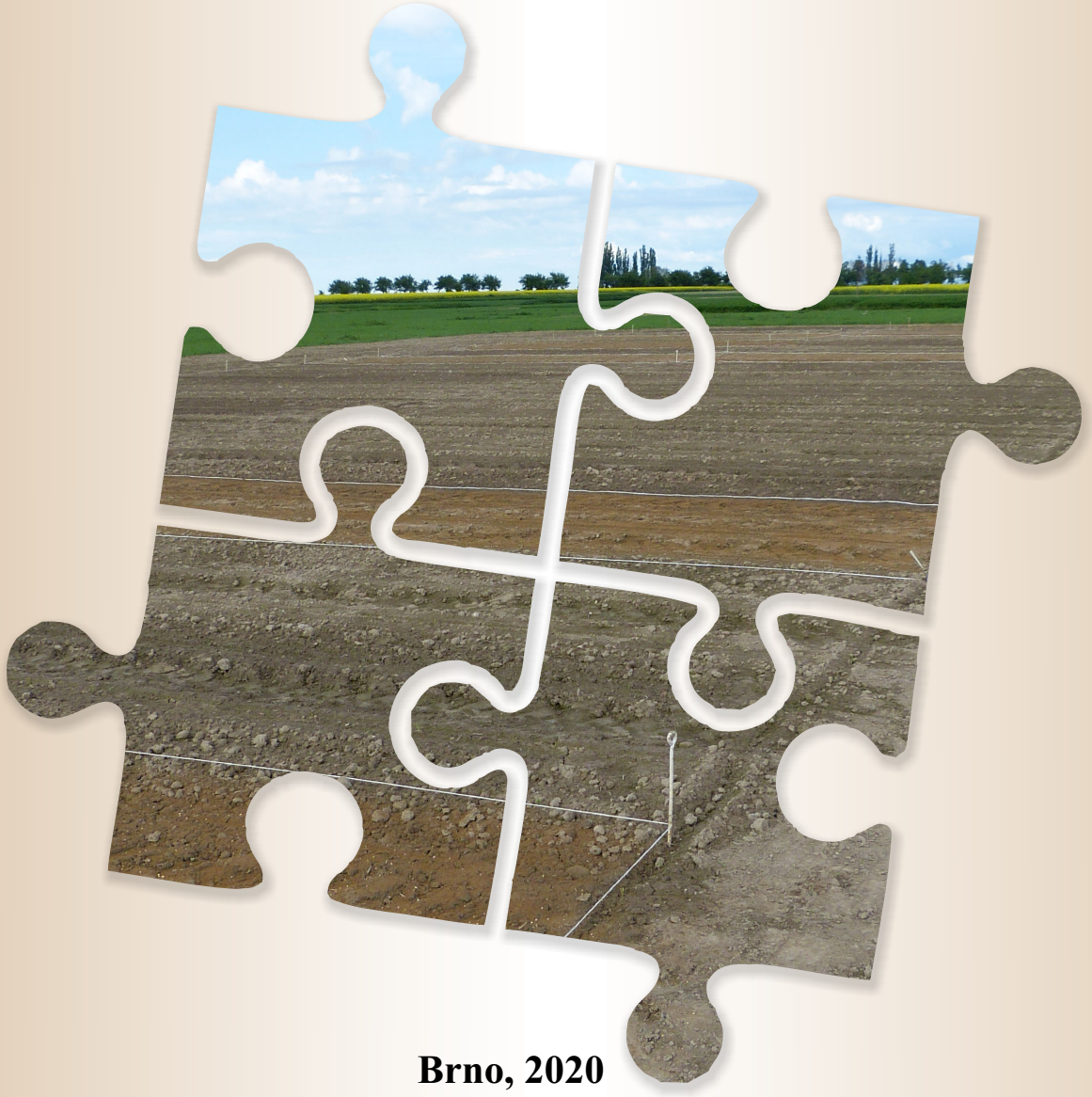
Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Sledování vlivu různých intenzit hnojení na půdní úrodnost a změny agrochemických vlastností půdy v podmínkách závlahy



Brno, 2020

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Sekce zemědělských vstupů

Oddělení výživy rostlin

Sledování vlivu různých intenzit hnojení na půdní úrodnost a změny agrochemických vlastností půdy v podmínkách závlahy

Závěrečná zpráva ze stacionární polní zkoušky za osevní sled 2011–2018

Autoři: **Ing. Silvie Jančíková**
Ing. Mária Puchalová
Markéta Vodáková
Oddělení výživy rostlin

Brno, červenec 2020

ISBN 978-80-7401-189-4

Obsah

1 Úvod ... 3
2 Metodika zkoušky ... 3
2.1 Varianty hnojení ... 3
2.2 Dávky živin ... 3
2.3 Charakteristika pokusného místa ... 5
3 Výsledky ... 5
3.1 Průběh počasí ... 5
3.2 Zhodnocení výnosů za 5. osevní sled (porovnání všech variant) ... 9
3.2.1 Hlavní sklizňový produkt ... 9
3.2.2 Vedlejší sklizňový produkt ... 9
3.3 Zhodnocení výrobnosti podle stupňované intenzity hnojení za 5. osevní sled ... 12
3.3.1 Hlavní produkt ... 12
3.3.2 Vedlejší produkt ... 14
3.4 Vliv závlahy na výnos hlavního produktu jednotlivých plodin v průběhu pátého osevního sledu a na průměrnou roční výrobnost hlavního produktu ... 15
3.4.1 Vliv závlahy na výnos hlavního produktu jednotlivých plodin ... 15
3.4.2 Zhodnocení vlivu závlahy na průměrnou roční výrobnost hlavního a vedlejšího produktu ... 24
3.5 Statistické zpracování výsledků ... 26
3.6 Produkce sušiny a odběr živin ... 28
3.7 Bilance živin ... 31
3.7.1 Vstupy živin ... 31
3.7.2 Bilance živin ... 33
3.8 Zhodnocení agrochemických rozborů půdy ... 48
3.8.1 Hodnocení poměru draslíku a hořčíku ... 51
3.8.2 Hodnocení obsahu mikroelementů a síry v půdě ... 52
4 Lyzimetry ... 54
4.1 Zhodnocení obsahu mikroelementů a přístupné síry ... 54
4.2 Zhodnocení záchytu eluátu ... 54
4.3 Dynamika minerálního dusíku v půdě ... 58
4.4 Organická hmota ... 61
4.5 Zhodnocení zrnitostního složení a kationtové výměnné kapacity ... 62
4.5.1 Zrnitostní složení půdy ... 62
4.5.2 Půdní sorpční komplex ... 63
5 Závěr ... 65
6 Literatura ... 67

1 Úvod

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

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

2 Metodika zkoušky

Pokus byl založen na podzim roku 1977. V roce 1986 byl ukončen první devítiletý osevní cyklus, v roce 1994 druhý osmiletý cyklus, v roce 2002 třetí osmiletý cyklus a v roce 2010 čtvrtý osevní cyklus. Vyplynula z nich vždy nutnost úpravy metodiky pokusu – osevního sledu i dávek živin s ohledem na vývoj zásob živin v půdě a potřeby praxe. Účel pokusu zůstává v plném rozsahu beze změn. Tato závěrečná zpráva hodnotí výsledky pátého osevního sledu v letech 2011–2018.

Osevní sled – přehled plodin a odrůd, zkrácené označení plodiny

2011 – pšenice ozimá odr. Secese (PO)
2012 – ječmen jarní odr. Sladar (JJ)
2013 – kukuřice silážní odr. Cemora (KS)
2014 – ječmen jarní odr. Sebastian (JJ)
2015 – brambory rané odr. Adéla (BR)
2016 – pšenice ozimá odr. Dagmar (PO)
2017 – vojtěška čistý zásev odr. Neptune (VO)
2018 – vojtěška užitný rok odr. Neptune (VO)

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

2.1 Varianty hnojení

1. CHL.HN…….. hnojeno pouze hnojem
2. CHL.HN. + $N_1P_1K_1$….
3. CHL.HN. + $N_2P_2K_2$….
4. CHL.HN. + $N_3P_3K_3$….
5. CHL.HN. + $N_2P_1K_2$….
6. CHL.HN. + $N_2P_3K_2$….
7. CHL.HN. + $N_2P_2K_1$….
8. CHL.HN. + $N_2P_2K_3$….

…… hnojeno hnojem a min. hnojivy s využitím **do zásoby**

9. CHL.HN. + $N_2P_2K_2$…… hnojeno hnojem, minerální hnojiva aplikována **každoročně**

2.2 Dávky živin

Tab. 1 Průměrné roční dávky živin

hladina živin	kg č. ž. / ha	celkem kg č. ž. / ha
$N_1P_1K_1$	41 + 50 + 145	236
$N_2P_2K_2$	69 + 75 + 210	354
$N_3P_3K_3$	97 + 100 + 275	472

Tab. 2 Přehled dávek živin (kg/ha) v jednotlivých letech 5. osevního sledu (2011–2018)

Rok Plodina	Živina	Termín hnojení	Varianty hnojení, dávka živin kg/ha								
			1.CL.HN.	2.CHL.HN.+ N1P1K1	3.CHL.HN.+ N2P2K2	4.CHL.HN.+N3P3K3	5.CHL.HN.+N2P1K2	6.CHL.HN.+N2P3K2	7.CHL.HN.+2P2K1	8.CHL.HN.+N2P2K3	9.CHL.HN.+N2P2K2
2011 Pšenice ozimá	P_2O_5	Podzim 2010	0	100	150	200	100	200	150	150	75
	K_2O	Podzim 2010	0	290	420	550	420	420	290	550	210
	N	Podzim 2010	0	40	50	60	50	50	50	50	50
	N	Jaro 2011	0	20	25	40	25	25	25	25	25
	N	Jaro 2011	0	0	15	20	15	15	15	15	15
2012 Ječmen jarní	P_2O_5	Podzim 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	75
	K_2O	Podzim 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	210
	N	Jaro 2012	0	30	60	90	60	60	60	60	60
2013 Kukuřice na siláž	hnůj	Podzim 2012	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	P_2O_5	Podzim 2012	0	100	150	200	100	200	150	150	75
	K_2O	Podzim 2012	0	290	420	550	420	420	290	550	210
	N	Jaro 2013	0	80	120	160	120	120	120	120	120
2014 Ječmen jarní	P_2O_5	Podzim2013	0	0	0	0	0	0	0	0	75
	K_2O	Podzim 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	210
	N	Jaro 2014	0	30	60	90	60	60	60	60	60
2015 Brambory rané	hnůj	Podzim 2014	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	P_2O_5	Podzim 2014	0	100	150	200	100	200	150	150	75
	K_2O	Podzim 2014	0	290	420	550	420	420	290	550	210
	N	Jaro 2015	0	65	90	115	90	90	90	90	90
2016 Pšenice ozimá	P_2O_5	Podzim2015	0	0	0	0	0	0	0	0	75
	K_2O	Podzim 2015	0	0	0	0	0	0	0	0	210
	N	Podzim 2015	0	40	50	60	50	50	50	50	50
	N	Jaro 2016	0	20	25	40	25	25	25	25	25
	N	Jaro 2016	0	0	15	20	15	15	15	15	15
2017 vojtěška	P_2O_5	Podzim2016	0	100	150	200	100	200	150	150	75
	K_2O	Podzim 2016	0	290	420	550	420	420	290	550	210
	N	Jaro 2017	0	0	20	40	20	20	20	20	20
2018 vojtěška	P_2O_5	Jaro 2018	0	0	0	0	0	0	0	0	75
	K_2O	Jaro 2018	0	0	0	0	0	0	0	0	210
	N	Jaro 2018	0	0	20	40	20	20	20	20	20

Dusík se předseťově aplikuje v síranu amonném a za vegetace v ledku amonném s vápencem. Předseťově se též aplikuje **fosfor** v superfosfátu granulovaném a **draslík** v draselné soli.

Chlévský hnůj byl v osevním sledu aplikován na podzim 2012 ke kukuřici (2013) a na podzim 2014 k raným bramborám (2015) v dávce 40 t/ha.

Vápnění se provádí mletým vápencem. V průběhu 5. osevního sledu (2011–2018) nebylo vápněno. **Vegetační sledování** je prováděno podle Prováděcí metodiky polních výživářských zkoušek a je detailně zpracováno v dílčích výročních zprávách. **Ochrana rostlin** je prováděna podle metodik pro ochranu rostlin povolenými přípravky.

Každoročně po sklizni plodiny se odebírá z každé varianty hnojení vzorek pro stanovení **agrochemických vlastností půdy**: pH/$CaCl_2$ a potřeby vápnění, obsahu fosforu, draslíku, hořčíku a vápníku. Základní stanovení obsahu živin se provádí metodou Mehlich 3 (dříve Mehlich 2). U rostlin je každoročně sledován **výnos hlavního a vedlejšího produktu**.

Jsou z nich odebírány vzorky na stanovení vlhkosti a obsahu základních živin pro porovnání závislosti obsahu na intenzitě hnojení a výpočtu bilance živin.

Pro detailnější sledování pohybu živin v půdě jsou od roku 1985 u stupňovaných dávek živin (1–4) na ploše zavlažované instalovány **lyzimetry** se sběrnými miskami v hloubce 40 cm a 60 cm. Sběrné oblasti lyzimetrů byly vytvořeny prodloužením parcel, takže původní hnojená plocha nebyla dotčena. V souvislosti s lyzimetry se sleduje i množství srážkové a závlahové vody, u nichž se, stejně jako u eluátů, provádí chemický rozbor na obsah živin a dalších prvků.

2.3 Charakteristika pokusného místa

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

3 Výsledky

3.1 Průběh počasí

Pro posouzení povětrnostních podmínek v průběhu 5. osevního sledu (2011–2018) byly zpracovány údaje o průměrných teplotách a úhrnech srážek v jednotlivých měsících. Následující tabulka (tab. 3) udává průběh povětrnostních podmínek a množství vody dodané závlahou.

Průměrná roční teplota ve sledovaných ročnících se pohybovala nad dlouhodobým průměrem, (v rozmezí od 9,8 do 11,5 °C). Nejvyšší průměrné roční teploty bylo dosaženo v roce 2014/2015 (odchylka od dlouhodobého průměru 1,9 °C). Srážkově podprůměrné byly roky 2011/12, 2012/13, 2016/17 a 2017/18. Nejnižší roční úhrn srážek byl zaznamenán v roce 2016/17 (351,1 mm, tj. 76 % dlouhodobého normálu).

Tab. 3 Průběh povětrnostních podmínek a množství závlahy, 5. osevní sled (2011-2018)

2010/2011							
rok měsíc	teploty (°C)			srážky (mm)			závlaha (mm)
	průměr	normál	odchylka	měsíční suma	normál	% normálu	
IX	14,0	15,0	-1,0	74,7	42,0	177,9	
X	7,3	9,6	-2,3	17,7	29,0	61,0	
XI	7,1	3,7	3,4	37,6	38,0	98,9	
XII	-3,5	0,3	-3,8	26,7	27,0	98,9	
I	-0,1	-1,2	1,1	29,2	23,0	127,0	
II	-0,5	0,4	-0,9	3,3	21,0	15,7	
III	5,6	4,8	0,8	48,6	23,0	211,3	
IV	12,7	9,5	3,2	52,0	34,0	152,9	
V	15,2	14,9	0,3	49,1	50,0	98,2	30
VI	19,7	17,9	1,8	76,1	63,0	120,8	
VII	19,4	20,1	-0,7	80,1	64,0	125,2	
VIII	20,4	19,8	0,6	27,2	47,0	57,9	
IX-VIII	9,8	9,6	0,2	522,3	461,0	113,3	30

Tab. 3 (Pokračování): Průběh klimatických podmínek a množství závlahy, 5. osevní sled

2011/2012							
rok měsíc	teploty (°C)			srážky (mm)			závlaha (mm)
	průměr	normál	odchylka	měsíční suma	normál	% normálu	
IX	17,0	15,0	2,0	25,7	42,0	61,2	
X	9,3	9,6	-0,3	33,7	29,0	116,2	
XI	2,9	3,7	-0,8	0,1	38,0	0,3	
XII	2,9	0,3	2,6	17,3	27,0	64,1	
I	1,3	-1,2	2,5	11,7	23,0	50,9	
II	-3,3	0,4	-3,7	5,3	21,0	25,2	
III	7,0	4,8	2,2	1,3	23,0	5,7	
IV	11,1	9,5	1,6	24,9	34,0	73,2	
V	16,8	14,9	1,9	32,3	50,0	64,6	30+30
VI	19,8	17,9	1,9	104,8	63,0	166,3	
VII	20,9	20,1	0,8	82,6	64,0	129,1	
VIII	20,5	19,8	0,7	26,8	47,0	57,0	
IX-VIII	10,5	9,6	0,9	366,5	461,0	79,5	60
2012/2013							
rok měsíc	teploty (°C)			Srážky (mm)			Závlaha (mm)
	průměr	normál	odchylka	měsíční suma	normál	% normálu	
IX	15,8	15,0	0,8	18,4	42,0	43,8	
X	9,3	9,6	-0,3	40,3	29,0	139,0	
XI	6,4	3,7	2,7	5,0	38,0	13,2	
XII	-1,1	0,3	-1,4	19,6	27,0	72,6	
I	-0,9	-1,2	0,3	14,9	23,0	64,8	
II	0,7	0,4	0,3	38,1	21,0	181,4	
III	2,1	4,8	-2,7	35,1	23,0	152,6	
IV	10,8	9,5	1,3	7,3	34,0	21,5	
V	14,6	14,9	-0,3	59,1	50,0	118,2	
VI	18,1	17,9	0,2	81,7	63,0	129,7	30
VII	21,6	20,1	1,5	8,2	64,0	12,8	
VIII	19,9	19,8	0,1	46,1	47,0	98,1	
IX-VIII	9,8	9,6	0,2	373,8	461,0	81,1	30
2013/2014							
rok měsíc	teploty (°C)			srážky (mm)			závlaha (mm)
	průměr	normál	odchylka	měsíční suma	normál	% normálu	
IX	13,6	15,0	-1,4	66,7	42,0	159	
X	10,1	9,6	0,5	16,9	29,0	58,3	
XI	2,3	3,7	-1,4	3,5	38,0	9,2	
XII	1,8	0,3	1,5	20,1	27,0	74,4	
I	1,9	-1,2	3,1	20,2	23,0	87,8	
II	3,2	0,4	2,8	16,5	21,0	78,6	
III	8,4	4,8	3,6	9,0	23,0	39,1	
IV	11,7	9,5	2,2	42,5	34,0	125	
V	14,6	14,9	-0,3	74,8	50,0	150	30
VI	18,9	17,9	1,0	46,8	63,0	74,3	30
VII	21,5	20,1	1,4	98,5	64,0	154	
VIII	18,1	19,8	-1,7	138,9	47,0	296	
IX-VIII	10,5	9,6	0,9	554,4	461,0	120	60

Tab. 3 (Pokračování): Průběh klimatických podmínek a množství závlahy, 5. osevní sled

2014/2015							
rok měsíc	teploty (°C)			srážky (mm)			závlaha (mm)
	průměr	normál	odchylka	měsíční suma	normál	% normálu	
IX	15,6	15,0	0,6	237,5	42,0	565,5	
X	11,3	9,6	1,7	34,4	29,0	119	
XI	7,4	3,7	3,7	26,0	38,0	68,4	
XII	3,1	0,3	2,8	23,2	27,0	85,9	
I	2,2	-1,2	3,4	17,7	23,0	77,0	
II	2,0	0,4	1,6	12,8	21,0	61,0	
III	5,7	4,8	0,9	27,9	23,0	121,3	
IV	10,3	9,5	0,8	7,3	34,0	21,5	
V	14,7	14,9	-0,2	25,8	50,0	51,6	
VI	19,4	17,9	1,5	14,3	63,0	22,7	30+30
VII	23,3	20,1	3,2	24,2	64,0	37,8	30
VIII	23,0	19,8	3,2	68,4	47,0	145,5	
IX-VIII	11,5	9,6	1,9	519,5	461,0	112,7	90
2015/2016							
rok měsíc	teploty (°C)			srážky (mm)			závlaha (mm)
	průměr	normál	odchylka	měsíční suma	normál	% normálu	
IX	15,9	15,0	0,9	34,3	42,0	81,7	
X	9,4	9,6	-0,2	45,0	29,0	16	
XI	6,5	3,7	2,8	30,6	38,0	7,4	
XII	3,2	0,3	2,9	11,3	27,0	15,7	
I	-0,7	-1,2	0,5	12,0	23,0	11,0	
II	5,5	0,4	5,1	59,0	21,0	38,0	
III	5,7	4,8	0,9	20,0	23,0	3,0	
IV	10,2	9,5	0,7	41,6	34,0	7,6	
V	15,5	14,9	0,6	45,5	50,0	4,5	30+30
VI	19,9	17,9	2,0	28,1	63,0	34,9	20
VII	21,7	20,1	1,6	109,5	64,0	45,5	
VIII	19,3	19,8	-0,5	36,4	47,0	10,6	
IX-VIII	11,0	9,6	1,4	473,3	461,0	102,7	80
2016/2017							
rok měsíc	teploty (°C)			srážky (mm)			závlaha (mm)
	průměr	normál	odchylka	měsíční suma	normál	% normálu	
IX	17,7	15,0	2,7	15,6	42,0	37,1	
X	9,1	9,6	-0,5	44,5	29,0	153,4	
XI	4,3	3,7	0,6	28,2	38,0	74,2	
XII	0,2	0,3	-0,1	5,7	27,0	21,1	
I	-4,6	-1,2	-3,4	2,0	23,0	8,7	
II	2,1	0,4	1,7	22,5	21,0	107,1	
III	8,4	4,8	3,6	25,4	23,0	110,4	
IV	9,6	9,5	0,1	39,5	34,0	116,2	
V	16,1	14,9	1,2	26,1	50,0	52,2	
VI	21,4	17,9	3,5	45,2	63,0	71,7	
VII	21,6	20,1	1,5	76,9	64,0	120,2	
VIII	22,0	19,8	2,2	19,5	47,0	41,5	30+30+30+30
IX-VIII	10,7	9,6	1,1	351,1	461,0	76,2	120

Tab. 3 (Pokračování): Průběh klimatických podmínek a množství závlahy, 5. osevní sled

2017/2018							
rok měsíc	teploty (°C)			srážky (mm)			závlaha (mm)
	průměr	normál	odchylka	měsíční suma	normál	% normálu	
IX	14,4	15,0	-0,6	74,2	42,0	176,7	
X	11,0	9,6	1,4	37,6	29,0	129,7	
XI	5,3	3,7	1,6	31,7	38,0	83,4	
XII	2,2	0,3	1,9	25,7	27,0	95,2	
I	2,7	-1,2	3,9	27,9	23,0	121,3	
II	-1,4	0,4	-1,8	14,1	21,0	67,1	
III	2,8	4,8	-2,0	16,7	23,0	72,6	
IV	15,0	9,5	5,5	23,1	34,0	67,9	30
V	18,3	14,9	3,4	55,3	50,0	110,6	
VI	20,9	17,9	3,0	38,1	63,0	60,5	30+30
VII	22,1	20,1	2,0	59,7	64,0	93,3	
VIII	23,6	19,8	3,8	16,4	47,0	34,9	
IX-VIII	11,4	9,6	1,8	420,5	461,0	91,2	90

Z údajů o průměrné roční teplotě a průměrných ročních úhrnech srážek v jednotlivých ročnících byl vypočítán Langův dešťový faktor. Jedná se o jednoduchý klimatologický index, který charakterizuje vlhkostní ráz krajiny. Je definován vztahem: L = S/T. (Nepostihuje však rozdělení srážek a průběh teploty během roku).

T - průměrná roční teplota vzduchu ve °C
S - celkový roční srážkový úhrn v mm

Na základě hodnot Langova dešťového faktoru se území dělí do oblastí:
Aridní oblasti L < 40, semiaridní L = 40 – 60, humidní L = 60 – 100, perhumidni L > 100
Jako hranice pro suchou oblast byla stanovena hodnota Langova dešťového faktoru L < 70.

Tab. 4 Průměrná roční teplota, roční úhrn srážek a Langův dešťový faktor, 5. osevní sled

rok	Průměrná roční teplota (°C)	Roční úhrn srážek (mm)	Langův dešťový faktor
2010/2011	9,8	522,3	53,3
2011/2012	10,5	366,5	34,9
2012/2013	9,8	373,8	38,1
2013/2014	10,5	554,4	52,8
2014/2015	11,5	519,5	45,2
2015/2016	11,0	473,3	43,0
2016/2017	10,7	351,1	32,8
2017/2018	11,4	420,5	36,9

Hodnoty Langova dešťového faktoru odpovídají charakteristice aridní až semiaridní oblasti. Jako nejsušší roky osevního sledu byly vyhodnoceny roky 2011/2012 a 2016/2017. Vláhově nejpříznivější byly naopak roky 2010/2011 a 2013/2014.

3.2 Zhodnocení výnosů za 5. osevní sled (porovnání všech variant)

Dosažené výnosy jsou uvedeny v t/ha a v obilních jednotkách (OJ/ha) Obilní jednotky umožňují vzájemně porovnávat dosažené výnosy odlišných plodin pěstovaných v jednotlivých letech. Na základě vyjádření výnosů v obilních jednotkách lze hodnotit i celkovou výrobnost osevního postupu. Pro přepočet na OJ bylo použito stanovených koeficientů dle Petr a kol., 1989. Vyjádření jedné obilní jednotky v tunách uvádí tabulka 5.

Tab. 5 Vyjádření jedné obilní jednotky (OJ) v tunách

Plodina	Pšenice ozimá		Ječmen jarní		Kukuřice siláž	Brambory	Vojtěška
Produkt	zrno	sláma	zrno	sláma	zelená hmota	hlízy	seno
1 OJ = t	1 t	10 t	1 t	6,7 t	9,1 t	4 t	2 t

3.2.1 Hlavní sklizňový produkt

Průměrný roční výnos hlavního produktu (OJ/ha) na ploše zavlažované je vyšší než na ploše bez závlahy, více se projevil i vliv minerálního hnojení (nárůst výnosu na ploše zavlažované se pohybuje v rozmezí 14 až 20 %, na ploše nezavlažované pouze 8 až 12 %) oproti variantě hnojené pouze chlévským hnojem.

Nejnižší výnosy (OJ/ha) byly zaznamenány v letech 2012, 2013 a 2017. Výrazný vláhový deficit především v letních měsících a extrémní teploty se na výnosech projevily silně negativně. Nejnižší výnos (OJ/ha) byl zaznamenán v roce 2016/2017, v roce zásevu vojtěšky (tab.7).

3.2.2 Vedlejší sklizňový produkt

Účinek minerálního hnojení se na výnosech vedlejšího produktu projevil výrazněji než na výnosech hlavního produktu. Oproti variantě hnojené pouze chlévským hnojem se průměrný roční výnos vedlejšího produktu (OJ/ha) zvýšil v rozsahu 17 až 36 % na ploše se závlahou a na ploše bez závlahy o 18 až 31 % (tab. 9).

Výnosově nejslabší z hlediska výnosu vedlejšího produktu byl extrémně suchý ročník 2011/2012. Výnos slámy pěstovaného ječmene v roce 2012 (tab. 9) byl silně negativně ovlivněn nedostatkem vláhy a vysokými teplotami (tab. 3).

Tab. 6 Výnos hlavního produktu, 5. osevní sled (t/ha)

	Rok (plodina)	Varianty hnojení								
		1.ChI.HN	2.ChI.HN +N1P1K1	3.ChI.HN +N2P2K2	4.ChIHN +N3P3K3	5.ChI.HN +N2P1K2	6.ChI.HN +N2P3K2	7.ChI.HN N2P2K1	8.ChI.HN +N2P2K3	9.ChI.HN +N2P2K2
Závlaha	2011 (PO)	9,71	10,89	10,86	11,08	10,98	11,04	11,31	11,00	11,07
	2012 (JJ)	4,49	4,84	3,49	3,86	4,22	4,59	4,10	4,07	3,71
	2013 (KS)	34,48	36,11	36,23	37,84	36,86	36,59	35,80	39,52	39,48
	2014 (JJ)	6,21	8,12	7,50	7,04	7,86	7,83	7,28	7,88	8,19
	2015 (BR)	14,35	22,20	25,82	29,01	28,38	27,80	23,34	28,00	28,25
	2016 (PO)	6,87	8,49	9,58	9,06	9,30	8,88	9,22	9,18	9,42
	2017 (VO)	3,20	2,98	2,29	2,50	2,58	3,36	2,99	3,27	2,77
	2018 (VO)	20,55	20,80	19,71	20,47	20,04	19,96	18,71	20,31	21,45
Bez závlahy	2011 (PO)	9,57	10,65	10,50	10,65	10,70	10,56	10,44	10,85	10,44
	2012 (JJ)	2,62	2,54	2,07	1,94	2,09	2,24	2,30	2,25	2,31
	2013 (KS)	30,98	32,34	34,29	35,46	33,41	32,91	35,13	36,00	36,55
	2014 (JJ)	4,72	6,15	5,59	5,31	5,22	5,57	5,34	5,30	5,73
	2015 (BR)	12,40	13,88	17,85	17,45	16,35	18,79	13,62	16,00	12,78
	2016 (PO)	7,55	9,09	9,02	8,31	8,81	8,74	8,96	8,78	9,09
	2017 (VO)	0,60	0,36	0,65	0,86	0,51	0,87	0,74	0,70	0,87
	2018 (VO)	17,88	17,23	17,63	17,16	17,27	18,59	17,32	17,93	18,01

Tab. 7 Výnos hlavního produktu, 5. osevní sled (OJ/ha)

	Rok (plodina)	Varianty hnojení								
		1.ChI.HN	2.ChI.HN +N1P1K1	3.ChI.H +N2P2K2	4.ChIHN +N3P3K3	5.ChI.HN +N2P1K2	6.ChI.HN +N2P3K2	7.ChI.HN N2P2K1	8.ChI.HN +N2P2K3	9.ChI.HN +N2P2K2
Závlaha	2011 (PO)	9,71	10,89	10,86	11,08	10,98	11,04	11,31	11,00	11,07
	2012 (JJ)	4,49	4,84	3,49	3,86	4,22	4,59	4,10	4,07	3,71
	2013 (KS)	3,79	3,97	3,99	4,16	4,05	4,02	3,94	4,35	4,34
	2014 (JJ)	6,21	8,12	7,50	7,04	7,86	7,83	7,28	7,88	8,19
	2015 (BR)	3,59	5,55	6,46	7,25	7,10	6,95	5,84	7,00	7,06
	2016 (PO)	6,87	8,49	9,58	9,06	9,30	8,88	9,22	9,18	9,42
	2017 (VO)	1,60	1,49	1,15	1,25	1,29	1,68	1,50	1,64	1,39
	2018 (VO)	10,28	10,40	9,86	10,24	10,02	9,98	9,36	10,16	10,73
	PRŮMĚR	5,82	6,72	6,61	6,74	6,85	6,87	6,57	6,91	6,99
	srovnání %	100,00	115,52	113,64	115,92	117,81	118,13	112,92	118,79	120,15
Bez závlahy	2011 (PO)	9,57	10,65	10,50	10,65	10,70	10,56	10,44	10,85	10,44
	2012 (JJ)	2,62	2,54	2,07	1,94	2,09	2,24	2,30	2,25	2,31
	2013 (KS)	3,41	3,56	3,77	3,90	3,68	3,62	3,86	3,96	4,02
	2014 (JJ)	4,72	6,15	5,59	5,31	5,22	5,57	5,34	5,30	5,73
	2015 (BR)	3,10	3,47	4,46	4,36	4,09	4,70	3,41	4,00	3,20
	2016 (PO)	7,55	9,09	9,02	8,31	8,81	8,74	8,96	8,78	9,09
	2017 (VO)	0,30	0,18	0,33	0,43	0,26	0,44	0,37	0,35	0,44
	2018 (VO)	8,94	8,62	8,82	8,58	8,64	9,30	8,66	8,97	9,01
	PRŮMĚR	5,03	5,53	5,57	5,43	5,44	5,65	5,42	5,56	5,53
	srovnání %	100,00	110,06	110,84	108,14	108,16	112,34	107,79	110,56	110,02
	vliv závlahy %	15,7	21,5	18,7	24,1	25,9	21,6	21,2	24,3	26,4

Tab. 8 Výnos vedlejšího produktu, 5. osevní sled (t/ha)

	Rok (plodina)	Varianty hnojení								
		1.CHl.HN	2.CHl.HN +N1P1K1	3.CHl.H +N2P2K2	4.CHlHN +N3P3K3	5.CHl.HN +N2P1K2	6.CHl.HN +N2P3K2	7.CHl.HN N2P2K1	8.CHl.HN +N2P2K3	9.CHl.HN +N2P2K2
Závlaha	2011 (PO)	7,28	8,57	9,13	9,55	8,61	8,68	8,99	8,94	8,84
	2012 (JJ)	3,06	3,75	3,18	3,90	3,28	4,11	3,96	4,28	3,88
	2013 (KS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2014 (JJ)	2,68	3,52	4,09	4,44	4,51	4,82	3,69	4,26	4,39
	2015 (BR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2016 (PO)	8,17	8,57	10,19	10,89	10,46	11,31	9,58	10,32	10,25
	2017 (VO)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2018 (VO)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bez závlahy	2011 (PO)	7,16	7,8	8,73	9,06	8,67	8,82	8,11	8,35	8,72
	2012 (JJ)	2,60	3,03	3,24	2,65	3,03	3,48	3,12	2,47	2,61
	2013 (KS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2014 (JJ)	2,24	3,24	3,75	3,57	3,06	3,50	3,07	3,29	3,60
	2015 (BR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2016 (PO)	6,94	8,43	9,11	8,99	9,49	8,91	8,50	8,02	8,54
	2017 (VO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2018 (VO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 9 Výnos vedlejšího produktu, 5. osevní sled (OJ/ha)

	Rok (plodina)	Varianty hnojení								
		1.CHl.HN	2.CHl.HN +N1P1K1	3.CHl.HN +N2P2K2	4.CHlHN +N3P3K3	5.CHl.HN +N2P1K2	6.CHl.HN +N2P3K2	7.CHl.HN N2P2K1	8.CHl.HN +N2P2K3	9.CHl.HN +N2P2K2
Závlaha	2011 (PO)	1,09	1,29	1,37	1,43	1,29	1,30	1,35	1,34	1,33
	2012 (JJ)	0,46	0,56	0,48	0,59	0,49	0,62	0,59	0,64	0,58
	2013 (KS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2014 (JJ)	0,40	0,53	0,61	0,67	0,68	0,72	0,55	0,64	0,66
	2015 (BR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2016 (PO)	0,82	0,86	1,02	1,09	1,05	1,13	0,96	1,03	1,02
	2017 (VO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2018 (VO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PRŮMĚR	0,69	0,81	0,87	0,95	0,88	0,94	0,86	0,91	0,90
	srovnání %	100	116,97	125,63	136,46	126,71	136,10	124,55	131,77	129,60
Bez závlahy	2011 (PO)	1,07	1,17	1,31	1,36	1,30	1,32	1,22	1,25	1,31
	2012 (JJ)	0,39	0,45	0,49	0,40	0,45	0,52	0,47	0,37	0,39
	2013 (KS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2014 (JJ)	0,34	0,49	0,56	0,54	0,46	0,53	0,46	0,49	0,54
	2015 (BR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2016 (PO)	0,69	0,84	0,91	0,90	0,95	0,89	0,85	0,80	0,85
	2017 (VO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2018 (VO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PRŮMĚR	0,62	0,74	0,82	0,80	0,79	0,82	0,75	0,73	0,77
	srovnání %	100	118,39	130,77	127,99	126,67	130,58	120,01	116,51	123,75
	vliv závlahy %	11,3	9,5	6,1	18,8	11,4	14,6	14,7	24,7	16,9

3.3 Zhodnocení výrobnosti podle stupňované intenzity hnojení za 5. osevní sled

Stupňované varianty:

– stupňování všech živin (varianty **1.** CHL.HN., **2**. CHL.HN.+$N_1P_1K_1$, **3.** CHL.HN.+$N_2P_2K_2$, **4.** CHL.HN.+$N_3P_3K_3$)

– stupňování fosforu (varianty **5.** CHL.HN.+$N_2P_1K_2$, **3.** CHL.HN.+ $N_2P_2K_2$, **6.** CHL.HN.+ $N_2P_3K_2$)

– stupňování draslíku (varianty **7.** CHL.HN.+$N_2P_2K_1$, **3.** CHL.HN.+$N_2P_2K_2$, **8.** CHL.HN.+$N_2P_2K_3$)

Dále byl porovnáván účinek zásobního a každoročního hnojení (varianta 3. CHL.HN.+$N_2P_2K_2$ hnojená zásobně a stejná úroveň hnojení u varianty 9. CHL.HN.+$N_2P_2K_2$ hnojená každoročně).

3.3.1 Hlavní produkt

Na obou sledovaných plochách (zavlažované a nezavlažované) se zřetelně projevil účinek minerálního hnojení již při první hladině živin. Další stupňování dávky živin nepřineslo významný efekt a průměrná roční výrobnost se dále zvyšovala jen nepatrně.

Největší průměrné roční výrobnosti HP (OJ/ha) při stupňované intenzitě všech živin bylo dosaženo při nejvyšší úrovni hnojení (4. CHL.HN.+N3P3K3) na ploše zavlažované a při střední úrovni všech živin (3. CHL.HN.+N2P2K2) na ploše bez závlahy. Průměrná roční výrobnost HP byla zvýšena o 15,9 a 10,8 %.

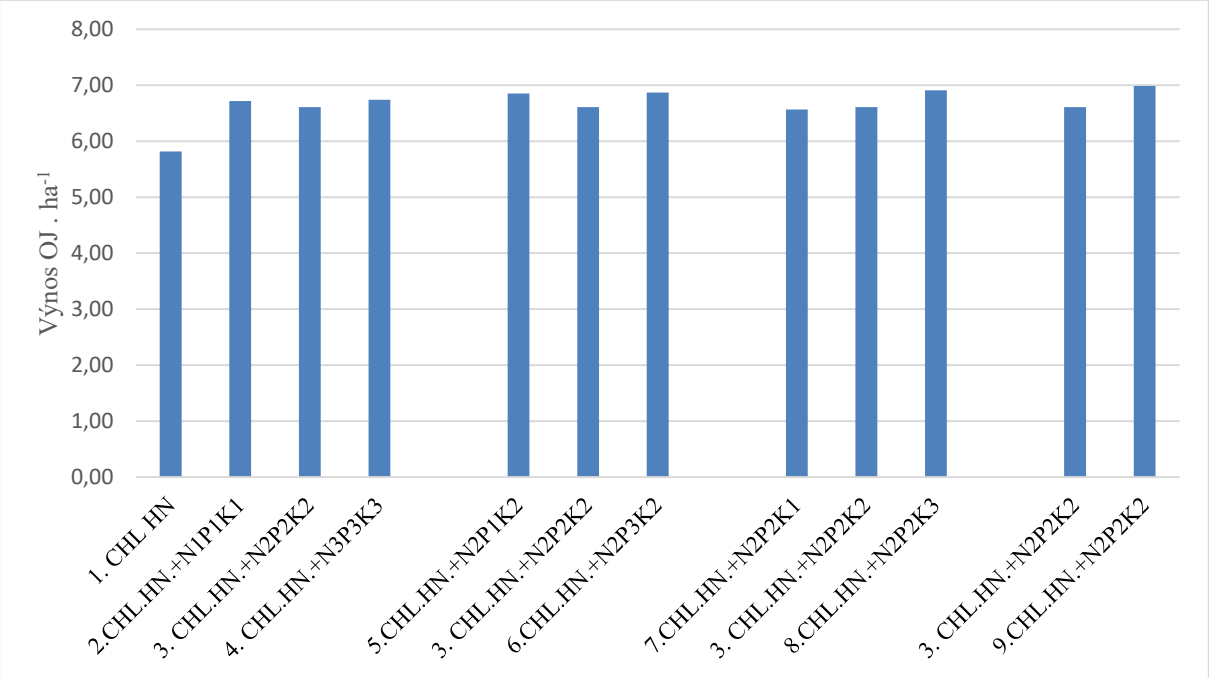
Stupňování fosforu na ploše zavlažované výrobnost hlavního produktu dále nezvyšovalo, na ploše bez závlahy se nejlépe projevila nejvyšší dávka fosforu (6. CHL.HN.+N2P3K2), zvýšení výrobnosti o 3,9 % oproti první úrovni hnojení).

Stupňování draslíku se projevilo nejvíce při třetí intenzitě (8. CHL.HN.+N2P2K3) na ploše se závlahou (zvýšení výrobnosti o 5,2 %), na ploše bez závlahy byla nejúčinnější střední hladina draslíku (3. CHL.HN.+N2P2K2), výrobnost byla zvýšena o 2,8 %.

Porovnání varianty hnojené zásobně a každoročně

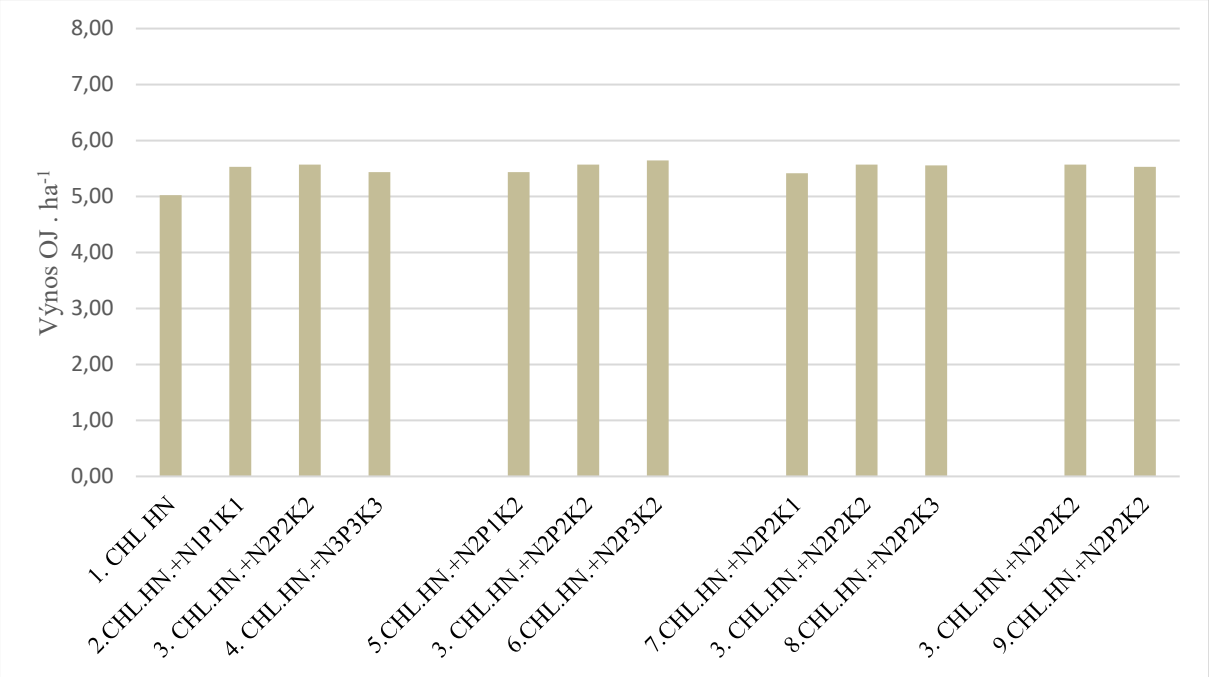
Na zavlažované ploše se pozitivně projevilo hnojení každoroční (zvýšení průměrné roční výrobnosti hlavního produktu o 5,7 %). Na ploše bez závlahy se rozdíl mezi hnojením každoročním a zásobním neprojevil.

Graf č. 1 Průměrná roční výrobnost hlavního produktu 5. osevního sledu (OJ/ha), závlaha



Vliv hnojení na výrobnost hlavního produktu (OJ/ha) na ploše zavlažované %												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
OJ	5,82	6,72	6,61	6,74	6,85	6,61	6,87	6,57	6,61	6,91	6,61	6,99
%	100,0	115,5	113,6	115,9	100,0	96,5	100,3	100,0	100,6	105,2	100	105,7

Graf č. 2 Průměrná roční výrobnost hlavního produktu 5. osevního sledu (OJ/ha), bez závlahy



Vliv hnojení na výrobnost hlavního produktu (OJ/ha) na ploše bez závlahy %												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
OJ	5,03	5,53	5,57	5,43	5,44	5,57	5,65	5,42	5,57	5,56	5,57	5,53
%	100,0	110,1	110,8	108,1	100,0	102,5	103,9	100,0	102,8	102,6	100,0	99,3
Vliv závlahy %	15,7	21,5	18,7	24,1	25,9	18,7	21,6	21,2	18,7	24,3	18,7	26,4

3.3.2 Vedlejší produkt

Také průměrná roční výrobnost vedlejšího produktu se výrazně zvýšila již při první úrovni minerálního hnojení. Další stupňování živin mělo na zvyšování výrobnosti vedlejšího produktu menší vliv.

Nejvyšší průměrné roční výrobnosti VP (vedlejší produkt) na ploše se závlahou při stupňování všech živin bylo dosaženo při nejvyšší úrovni hnojení (4. CHL.HN.+N3P3K3) a na ploše bez závlahy
při střední intenzitě hnojení (3. CHL.HN.+N2P2K2), výrobnost VP se zvýšila 36 a 30,8 %.

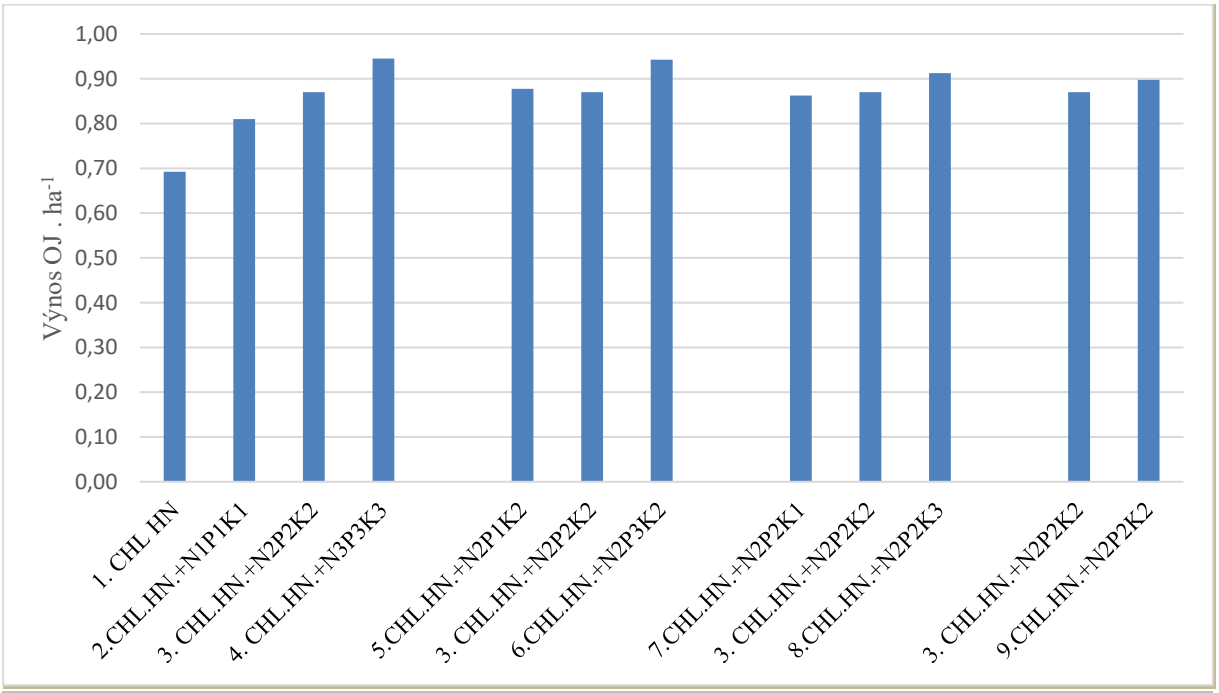
Stupňování fosforu mělo nejvyšší efekt při nejvyšší intenzitě (6. CHL.HN.+N2P3K2) na ploše se závlahou, výrobnost se zvýšila o 7,4 %. Na ploše bez závlahy se nejlépe projevila střední intenzita hnojení fosforem (3. CHL.HN.+N2P2K2), výrobnost se zvýšila o 3,2 %.

Hnojení draslíkem na ploše zavlažované se nejlépe projevilo při nejvyšší úrovni (8. CHL.HN.+N2P2K3), výrobnost VP se zvýšila o 5,8 %, na ploše bez závlahy bylo nejvyšší výrobnosti dosaženo při střední úrovni hnojení draslíkem (3. CHL.HN.+N2P2K2), výrobnost VP se zvýšila o 9 %.

Porovnání varianty hnojené zásobně a varianty hnojené každoročně.

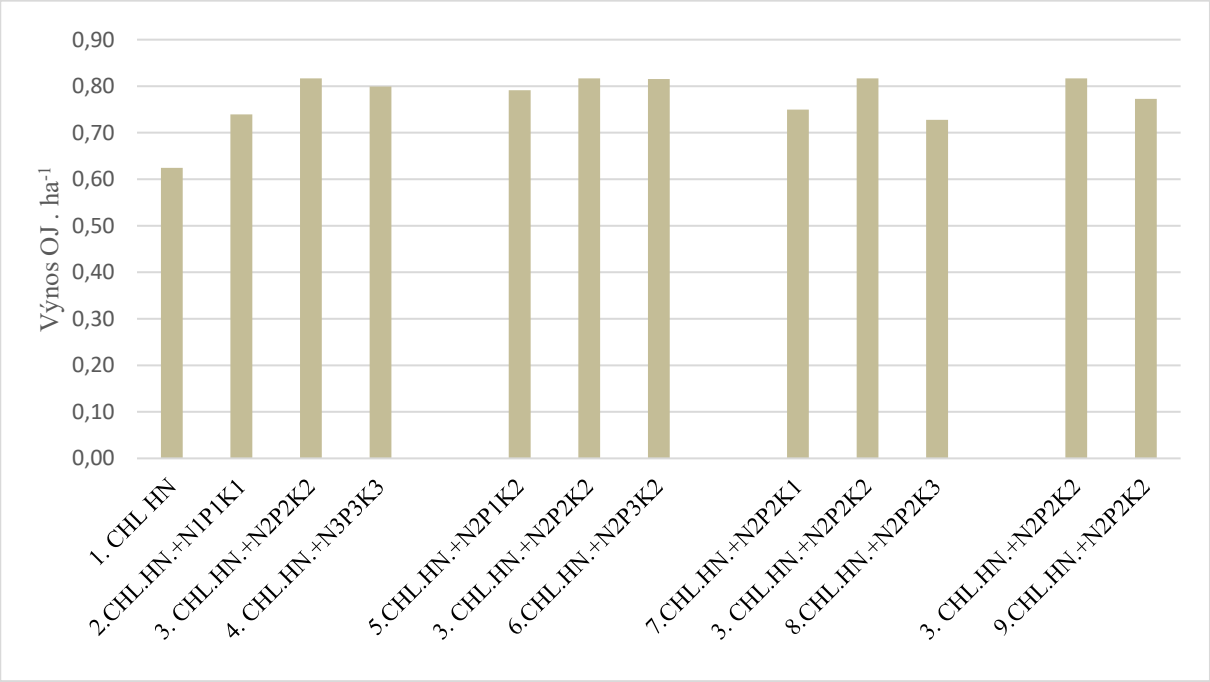
Také na výrobnost vedlejšího produktu mělo pozitivní vliv každoroční hnojení na zavlažované ploše (zvýšení výrobnosti o 3,4 %). Na ploše bez závlahy se naopak lépe projevilo hnojení zásobní. U varianty hnojené každoročně došlo ke snížení výrobnosti asi o 7 %.

Graf č. 3 Průměrná roční výrobnost vedlejšího produktu pátého osevního sledu (OJ/ha), závlaha



Vliv hnojení na výrobnost vedlejšího produktu (OJ/ha) na ploše zavlažované %												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
OJ	0,69	0,81	0,87	0,95	0,88	0,87	0,94	0,86	0,87	0,91	0,87	0,90
%	100,0	117,0	125,6	136,5	100,0	99,1	107,4	100,0	100,9	105,8	100,0	103,4

Graf č. 4 Průměrná roční výrobnost vedlejšího produktu pátého osevního sledu (OJ/ha), bez závlahy



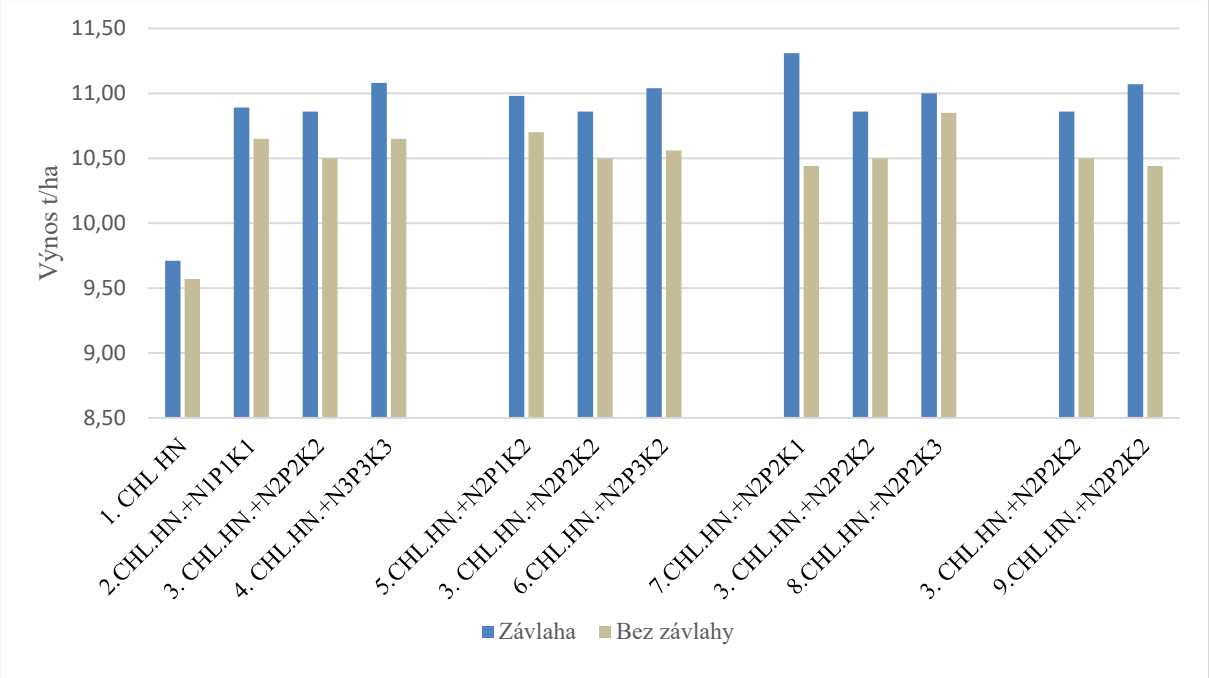
Vliv hnojení na výrobnost vedlejšího produktu (OJ/ha) na ploše bez závlahy %												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
OJ	0,62	0,74	0,82	0,80	0,79	0,82	0,82	0,75	0,82	0,73	0,82	0,77
%	100,0	118,4	130,8	128,0	100,0	103,2	103,1	100,0	109,0	97,1	100,0	93,9
Vliv závlahy %	11,3	9,5	6,1	18,8	11,4	6,1	14,6	14,7	6,1	24,7	6,1	16,9

3.4 Vliv závlahy na výnos hlavního produktu jednotlivých plodin v průběhu pátého osevního sledu a na průměrnou roční výrobnost hlavního produktu

3.4.1 Vliv závlahy na výnos hlavního produktu jednotlivých plodin

Pěstované plodiny byly závlahou ovlivněny v různém rozsahu v závislosti na povaze pěstovaných produktů a průběhu klimatických faktorů v jednotlivých letech. Přehled výnosů HP (hlavního produktu) (t/ha) v jednotlivých sledovaných ročnících na ploše zavlažované a bez závlahy uvádí následující grafy.

Graf č. 5 Výnos zrna pšenice (t/ha) r. 2011



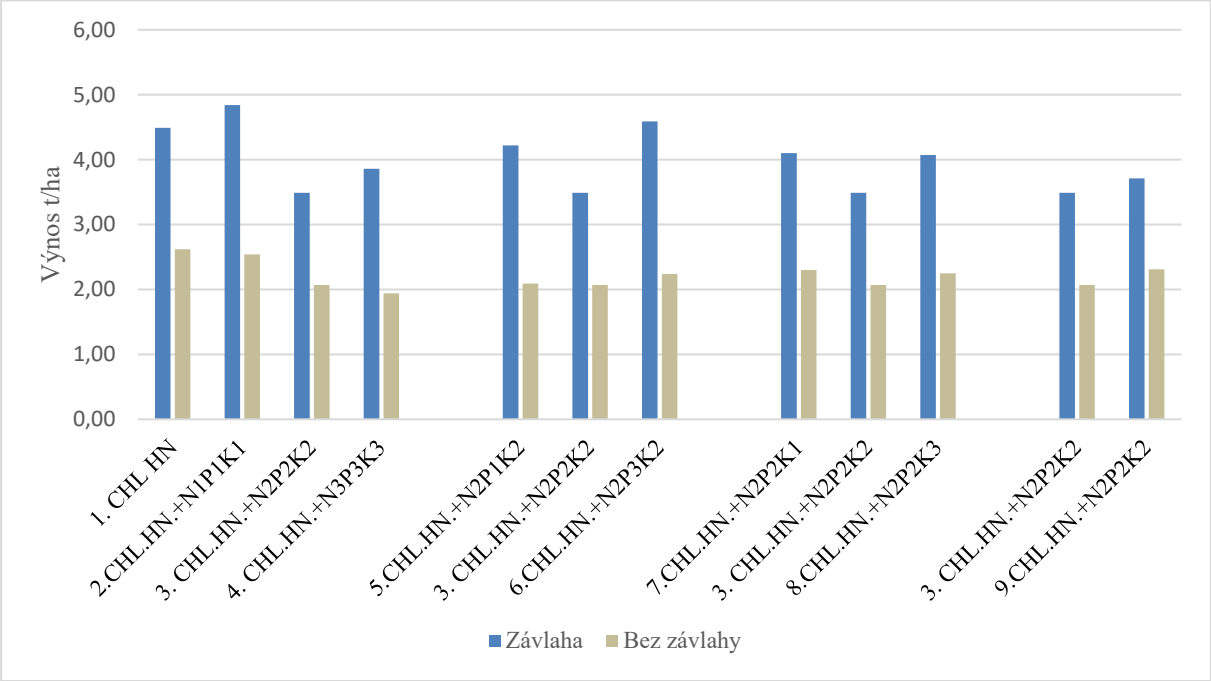
Vliv závlahy na výnos zrna pšenice t/ha												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	9,71	10,89	10,86	11,08	10,98	10,86	11,04	11,31	10,86	11,00	10,86	11,07
BZ (100 %)	9,57	10,65	10,50	10,65	10,70	10,50	10,56	10,44	10,5	10,85	10,50	10,44
%	101,46	102,25	103,43	104,04	102,62	103,43	104,55	108,33	103,43	101,38	103,43	106,03

Tab. 10 HTS pšenice 2011 na ploše se závlahou a bez závlahy

HTS									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Závlaha	46,7	45,1	45,8	44,6	44,9	45,4	44,3	45,8	44,7
BZ	43,0	43,5	44,3	43,7	42,5	44,0	45,9	45,5	46,3

V roce 2011 bylo dodáno 30 mm závlahové vody v měsíci květnu (tab. 3). Vegetační období 2010/2011 bylo srážkově mírně nadprůměrné (spadlo 113,3 % dlouhodobého normálu srážek, tab. 3). Výnos zrna pšenice byl závlahou pozitivně ovlivněn v rozsahu 1 až 8 %, zvýšila se i HTS na ploše zavlažované.

Graf č. 6 Výnos zrna ječmene (t/ha) r. 2012



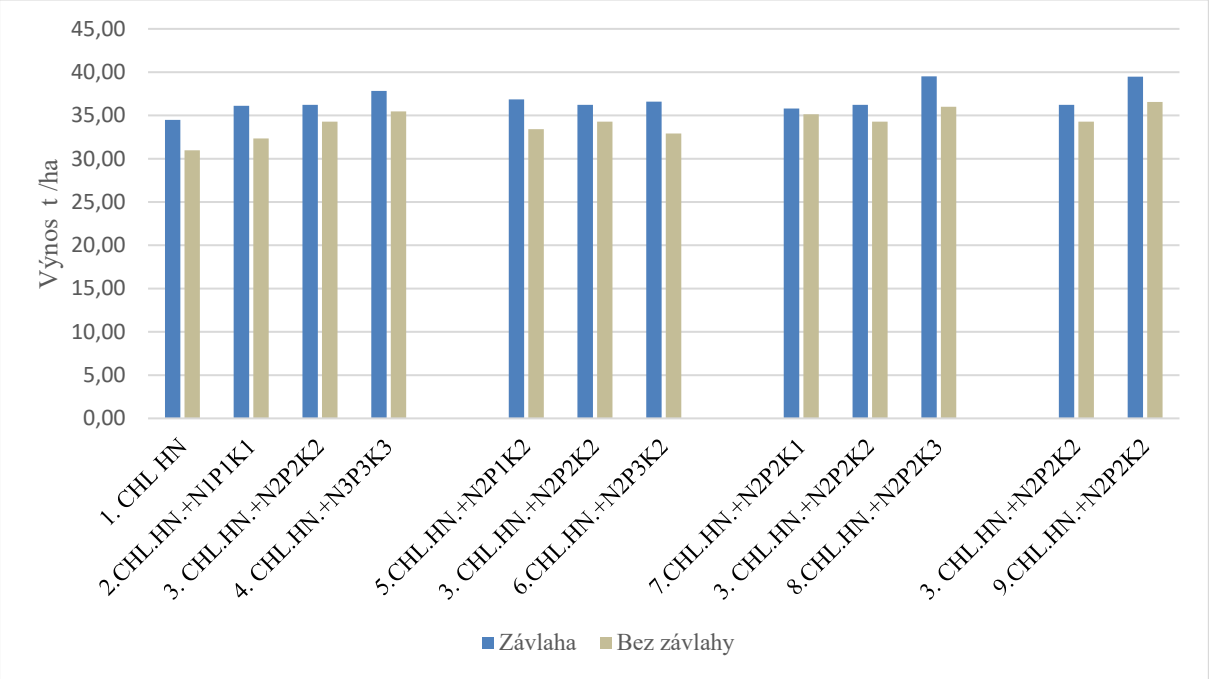
Vliv závlahy na výnos zrna ječmene t/ha												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	4,49	4,84	3,49	3,86	4,22	3,49	4,59	4,10	3,49	4,07	3,49	3,71
BZ (100 %)	2,62	2,54	2,07	1,94	2,09	2,07	2,24	2,30	2,07	2,25	2,07	2,31
%	171,37	190,55	168,60	198,97	201,91	168,60	204,91	178,26	168,60	180,89	168,60	160,61

Tab.11 HTS ječmene r. 2012 na ploše se závlahou a bez závlahy

	HTS								
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Závlaha	42,7	41,5	35,6	37,1	37,4	37,2	38,1	38,0	39,3
BZ	39,3	35,0	32,9	32,7	32,3	32,9	35,7	32,7	31,9

Výnos zrna ječmene se vlivem závlahy zvýšil o 61 až 105 %. Bylo dodáno 2 x 30 mm závlahové vody v měsíci květnu (tab. 3). Závlaha měla pozitivní vliv na zvýšení HTS.

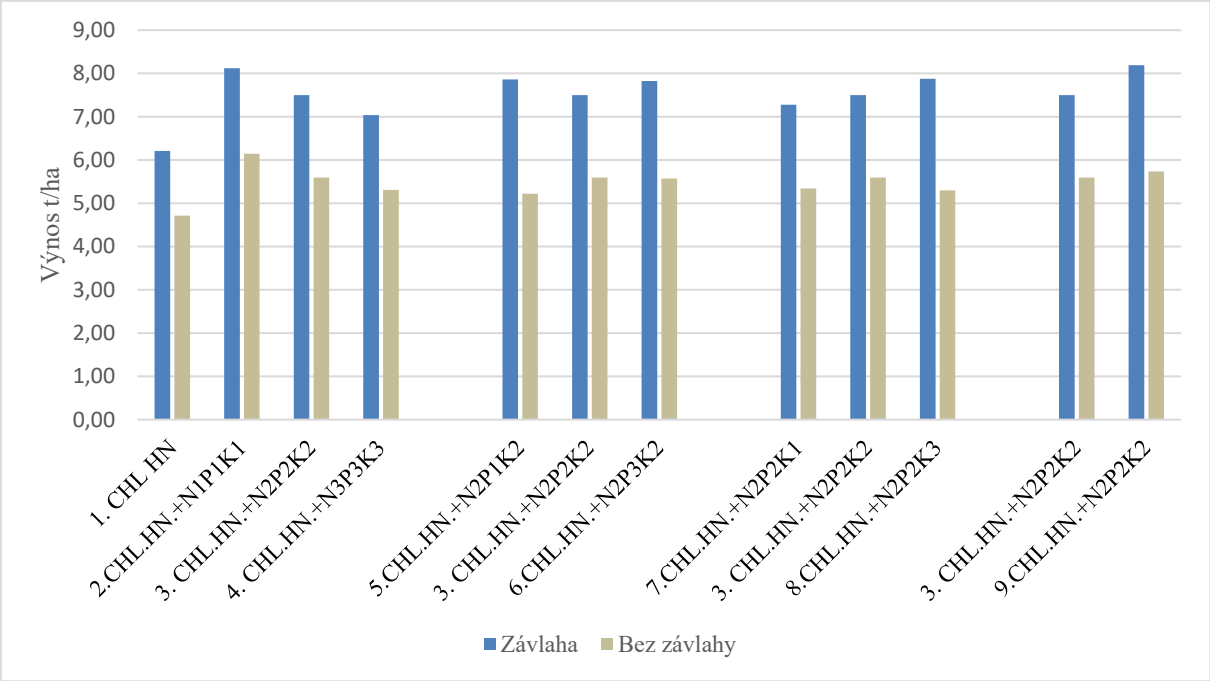
Graf č. 7 Výnos silážní kukuřice (t/ha) r. 2013



Vliv závlahy na výnos silážní kukuřice t/ha												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	34,48	36,11	36,23	37,84	36,86	36,23	36,59	35,80	36,23	39,52	36,23	39,48
BZ (100 %)	30,98	32,34	34,29	35,46	33,41	34,29	32,91	35,13	34,29	36,00	34,29	36,55
%	111,30	111,66	105,66	106,71	110,33	105,66	111,18	101,91	105,66	109,78	105,66	108,02

Výnos kukuřice (zelená hmota) se vlivem závlahy zvýšil o 2 až 12 %. Bylo dodáno 30 mm závlahové vody v červnu (tab.3).

Graf č. 8 Výnos zrna ječmene t/ha (r. 2014)



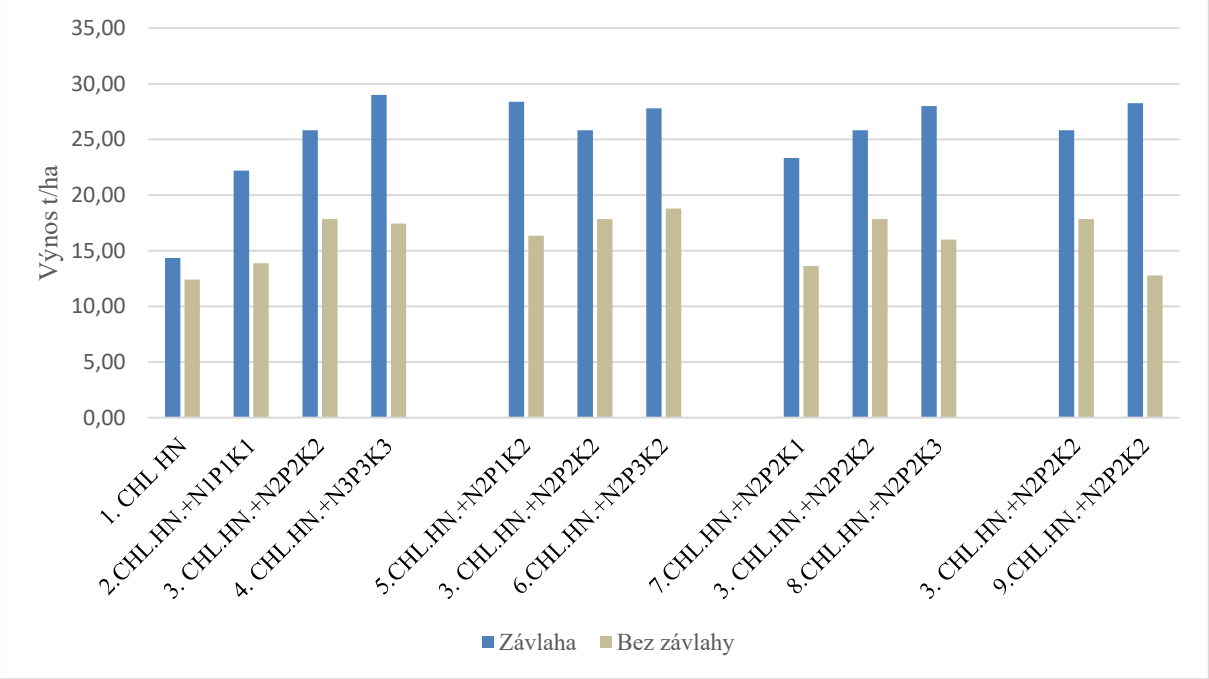
Vliv závlahy na výnos zrna ječmene %												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	6,21	8,12	7,50	7,04	7,86	7,50	7,83	7,28	7,5	7,88	7,50	8,19
BZ (100 %)	4,72	6,15	5,59	5,31	5,22	5,59	5,57	5,34	5,59	5,30	5,59	5,73
%	131,65	132,14	134,11	132,60	150,57	134,11	140,42	136,17	134,11	148,66	134,11	142,87

Tab.12 HTS ječmene r. 2014 na ploše se závlahou a bez závlahy

HTS									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Závlaha	48,6	49,57	45,40	44,10	47,77	47,71	45,52	44,87	47,62
BZ	44,2	42,6	38,5	37,5	38,8	39,5	39,6	38,7	38,1

Výnos zrna ječmene byl v r. 2014 vlivem závlahy zvýšen o 32 až 51 %. Zvýšila se i HTS. Bylo dodáno 60 mm závlahové vody (30 mm v květnu, 30 mm v červnu) (tab. 3).

Graf č. 9 Výnos hlíz brambor (t/ha) r. 2015



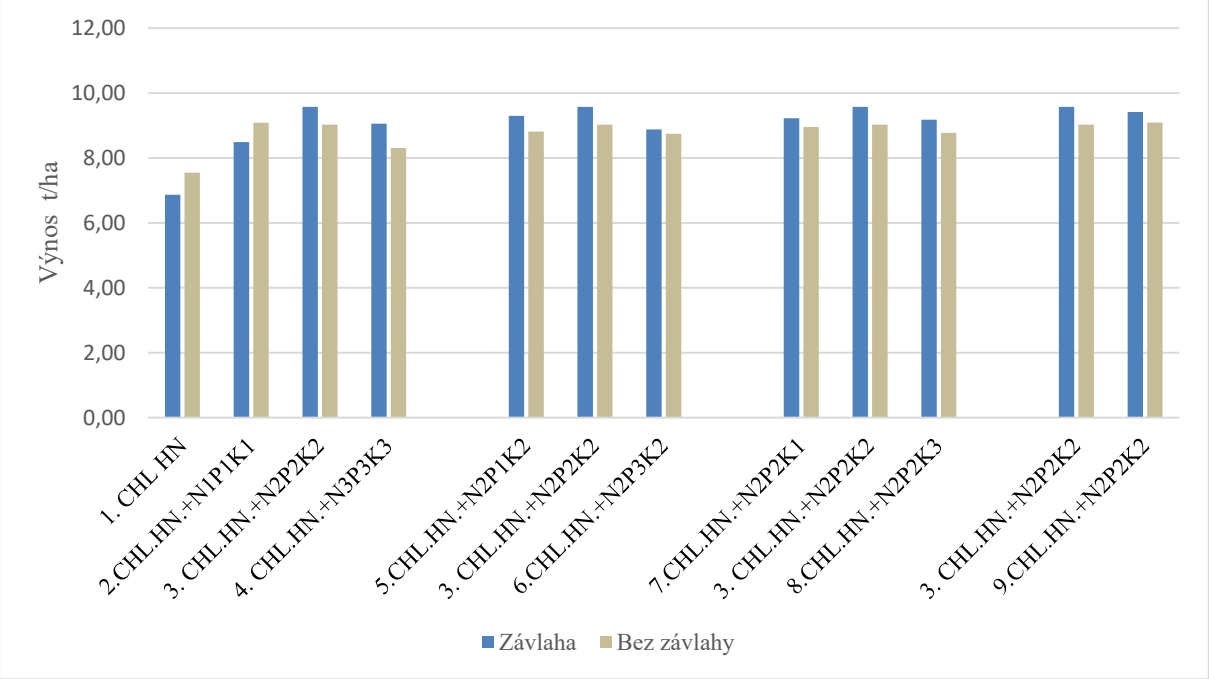
Vliv závlahy na výnos hlíz brambor t/ha												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	14,35	22,20	25,82	29,01	28,38	25,82	27,80	23,34	25,82	28,00	25,82	28,25
BZ (100 %)	12,40	13,88	17,85	17,45	16,35	17,85	18,79	13,62	17,85	16,00	17,85	12,78
%	115,75	160,02	144,68	166,28	173,58	144,68	147,96	171,33	144,68	175,05	144,68	221,05

Výnos hlíz brambor byl závlahou ovlivněn v rozsahu 16 až 121 %. Bylo dodáno 90 mm závlahové vody (30 + 30 mm v červnu a 30 mm v červenci) (tab. 3). Závlaha pozitivně ovlivnila velikost hlíz, zvýšil se i jejich počet (%) v kategorii velikosti 40–70 mm na ploše se závlahou. Zřetelně se také projevilo stupňování všech živin a stupňování draselného hnojení.

Tab. 13 Vliv závlahy na velikost hlíz brambor (zastoupení hlíz určité velikosti v %)

Velikost hlíz		Varianta hnojení								
		1.	2.	3	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Hlízy pod 40 cm	Závlaha	57,6	78,5	39,2	50,1	59,8	56,8	49,9	47,6	58,9
	BZ	75,5	83,9	56,0	75,5	84,3	61,2	78,2	72,4	78,8
Hlízy 40 až 70 mm	Závlaha	41,1	38,1	56,4	39,8	32,00	36,2	43,3	44,5	33,8
	BZ	24,5	16,1	44,0	24,5	15,3	38,2	21,9	27,7	21,2
Hlízy nad 70 mm	Závlaha	1,20	1,39	0	0	0	0	0	0	0
	BZ	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0

Graf č. 10 Výnos zrna pšenice t/ha r. 2016



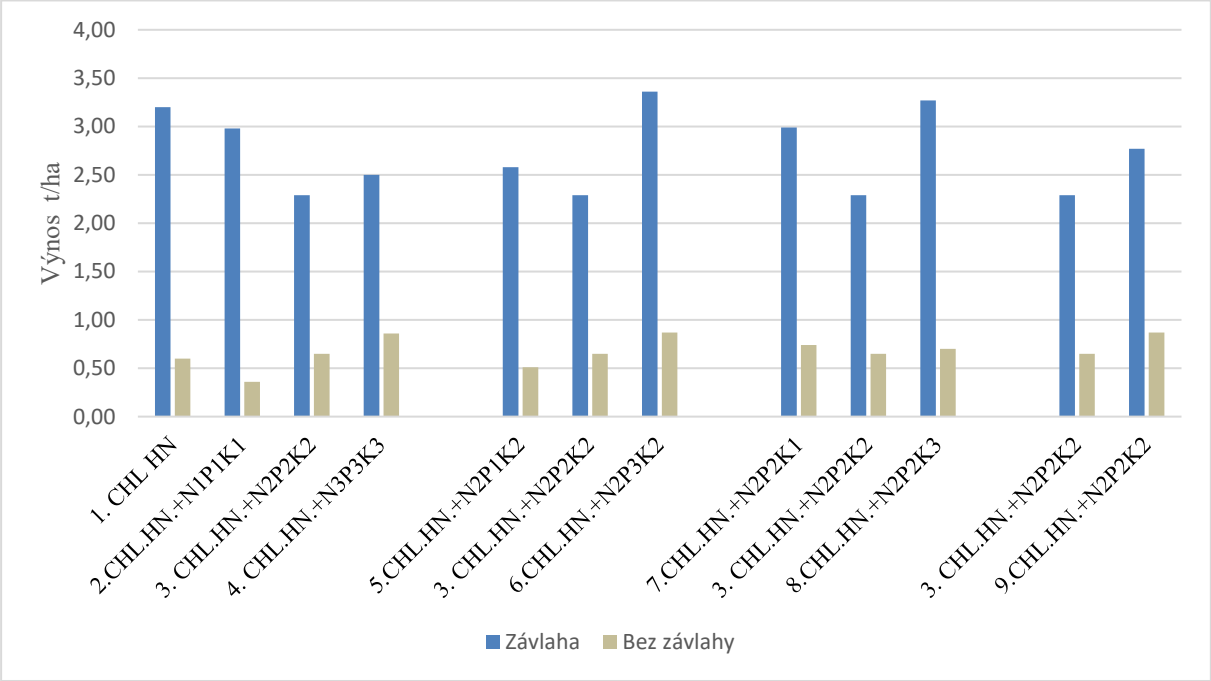
Vliv závlahy na výnos zrna pšenice t/ha												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	6,87	8,49	9,58	9,06	9,30	9,58	8,88	9,22	9,58	9,18	9,58	9,42
BZ (100 %)	7,55	9,09	9,02	8,31	8,81	9,02	8,74	8,96	9,02	8,78	9,02	9,09
%	90,97	93,40	106,10	109,01	105,48	106,10	101,50	103,00	106,10	104,62	106,10	103,56

Tab. 14 HTS pšenice r. 2016 na ploše se závlahou a bez závlahy

	HTS								
	1.CHM	2.$N_1P_1K_1$	3.$N_2P_2K_2$	4.$N_3P_3K_3$	5.$N_2P_1K_2$	6.$N_2P_3K_2$	7.$N_2P_2K_1$	8.$N_2P_2K_3$	9. $N_2P_2K_2$
Závlaha	48,5	48,9	49,6	49,1	48,4	50,1	49,8	49,1	50,5
BZ	45,4	45,6	46,5	45,8	45,5	46,9	47,0	46,9	47,5

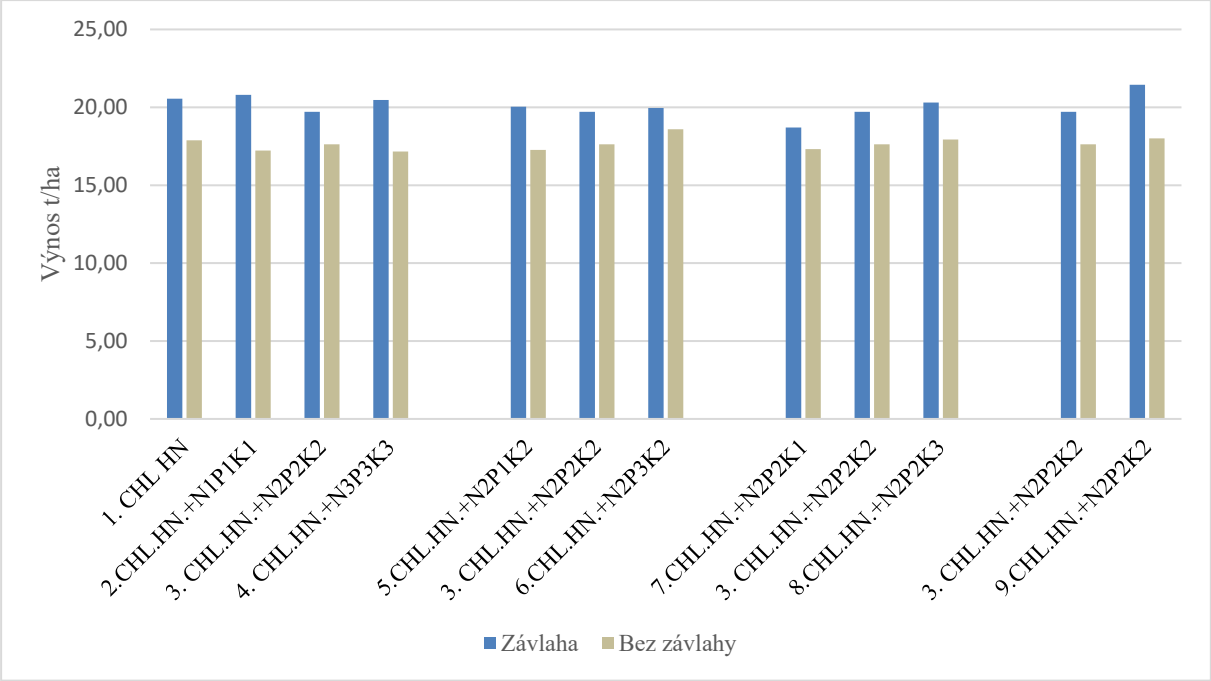
Výnos zrna pšenice vzrostl vlivem závlahy o 1 až 9 %, závlaha pozitivně ovlivnila zvýšení HTS. Bylo dodáno 80 mm závlahové vody v měsíci květnu (30 + 30 mm) a červnu (20 mm) (tab. 3) Vegetační období 2015/2016 bylo srážkově mírně nadprůměrné, spadlo 473 mm srážek, tj.103 % dlouhodobého normálu.

Graf č. 11 Výnos vojtěšky – seno (t/ha) r. 2017 – zásev



Vliv závlahy na výnos vojtěšky (seno) t/ha												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	3,20	2,98	2,29	2,50	2,58	2,29	3,36	2,99	2,29	3,27	2,29	2,77
BZ (100 %)	0,60	0,36	0,65	0,86	0,51	0,65	0,87	0,74	0,65	0,70	0,65	0,87
%	533,33	827,78	352,31	290,70	505,88	352,31	386,21	404,05	352,31	467,14	352,31	318,39

Graf č. 12 Výnos vojtěšky – seno (t/ha) r. 2018 – užitkový rok



Vliv závlahy na výnos vojtěšky (seno) t/ha												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	20,55	20,80	19,71	20,47	20,04	19,71	19,96	18,71	19,71	20,31	19,71	21,45
BZ (100 %)	17,88	17,23	17,63	17,16	17,27	17,63	18,59	17,32	17,63	17,93	17,63	18,01
%	114,93	120,72	111,80	119,29	116,04	111,80	107,37	108,03	111,80	113,27	111,80	119,10

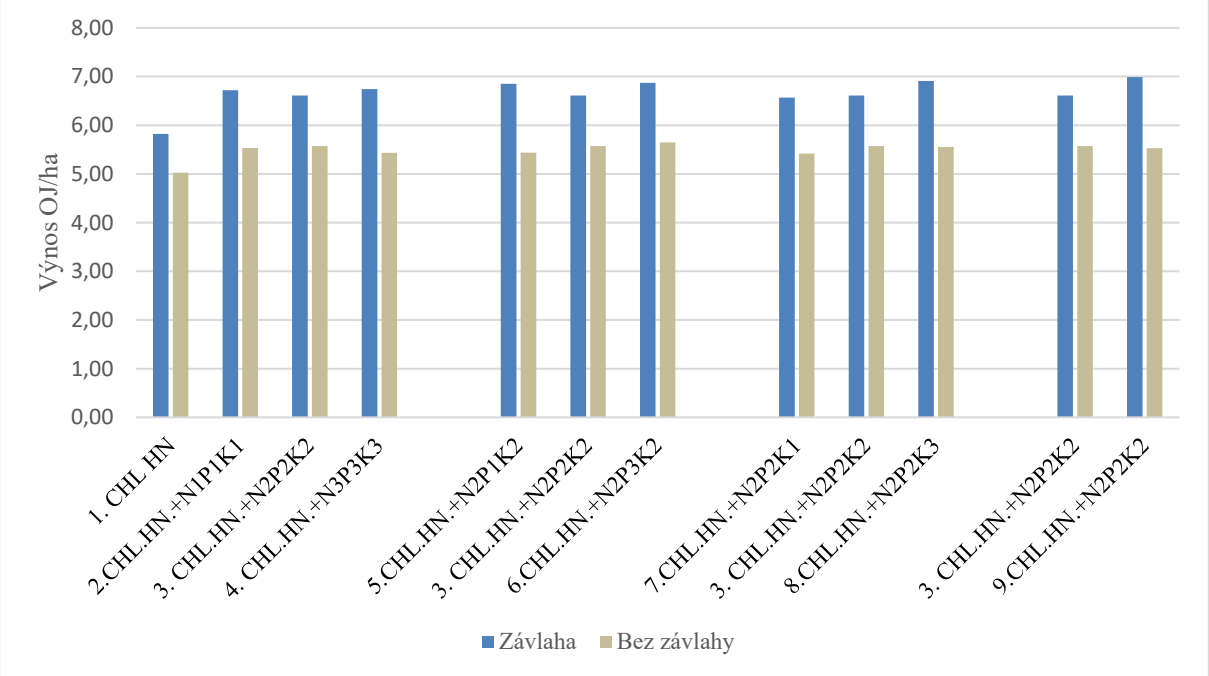
Výnos vojtěšky (seno) byl závlahou značně ovlivněn v roce zásevu (2017). Závlahou bylo dodáno 120 mm vody (4 x 30 mm v měsíci srpnu). V užitkovém roce měla závlaha na výnos vojtěšky mnohem menší vliv (navýšení o 7 až 21 %), bylo dodáno 90 mm závlahové vody v dubnu (30 mm) a v červnu (30 + 30 mm). (tab. 3).

Nejvíce byl závlahou ovlivněn výnos brambor a výnos vojtěšky v roce zásevu. Také výnos ječmene se vlivem závlahy značně zvýšil. Naopak nejméně na závlahu reagovala pšenice a kukuřice.

3.4.2 Zhodnocení vlivu závlahy na průměrnou roční výrobnost hlavního a vedlejšího produktu

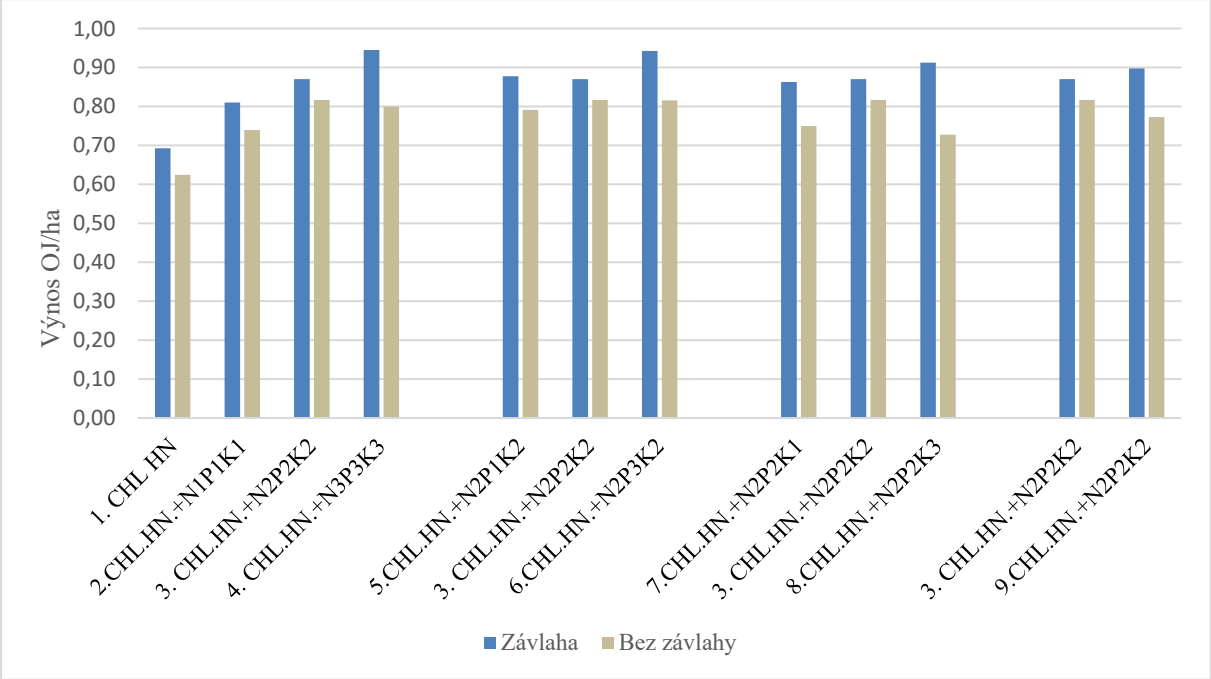
Závlahou byl více ovlivněn hlavní produkt. Výrobnost hlavního produktu vzrostla v rozsahu 16 až 26 %, závlaha měla nejvyšší účinek na výrobnost každoročně hnojené varianty (9. CHL.HN.+$N_2P_2K_2$) výrobnost vedlejšího produktu vzrostla o 6 až 15 %, pouze varianta (8. CHL.HN.+$N_2P_2K_3$) vykazovala vzrůst výrobnosti o 25 % oproti nezavlažované variantě.

Graf č. 13 Vliv závlahy na průměrnou roční výrobnost hlavního produktu 5. osevního sledu (OJ/ha)



Vliv závlahy na průměrnou roční výrobnost HP (OJ/ha)												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	5,82	6,72	6,61	6,74	6,85	6,61	6,87	6,57	6,61	6,91	6,61	6,99
BZ	5,03	5,53	5,57	5,43	5,44	5,57	5,65	5,42	5,57	5,56	5,57	5,53
%	115,73	121,48	118,65	124,05	126,06	118,65	121,69	121,23	118,65	124,34	118,65	126,38

Graf č. 14 Vliv závlahy na průměrnou roční výrobnost vedlejšího produktu 5. osevního sledu (OJ/ha)



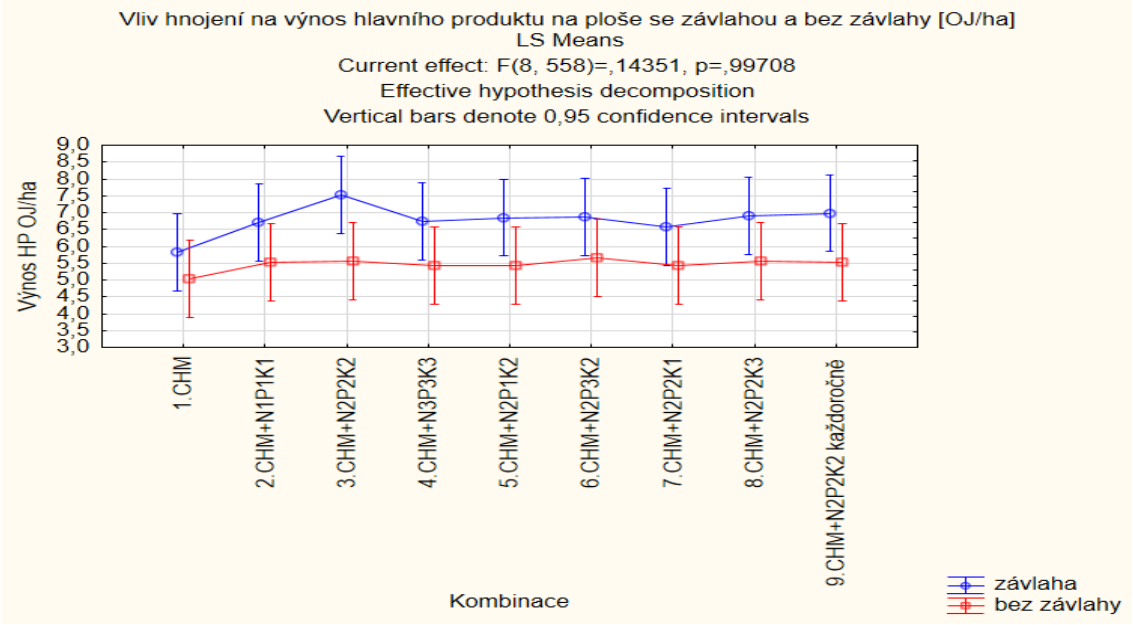
Vliv závlahy na průměrnou roční výrobnost VP (OJ/ha)												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	0,69	0,81	0,87	0,95	0,88	0,87	0,94	0,86	0,87	0,91	0,87	0,90
BZ (100 %)	0,62	0,74	0,82	0,80	0,79	0,82	0,82	0,75	0,82	0,73	0,82	0,77
%	110,88	109,55	106,52	118,22	110,92	106,52	115,57	115,08	106,52	125,41	106,52	116,12

Z porovnávaných variant 3. CHL.HN.+$N_2P_2K_2$ a 9. CHL.HN.+$N_2P_2K_2$ (hnojená každoročně) byla závlahou více ovlivněna výrobnost HP i VP každoročně hnojené varianty. Průměrná roční výrobnost HP každoročně hnojené varianty vzrostla o 26,4 % a VP o 16,1 %, varianta hnojená zásobně zvýšila vlivem závlahy průměrnou roční výrobnost o 18,7 (HP) a 16,1 % (VP).

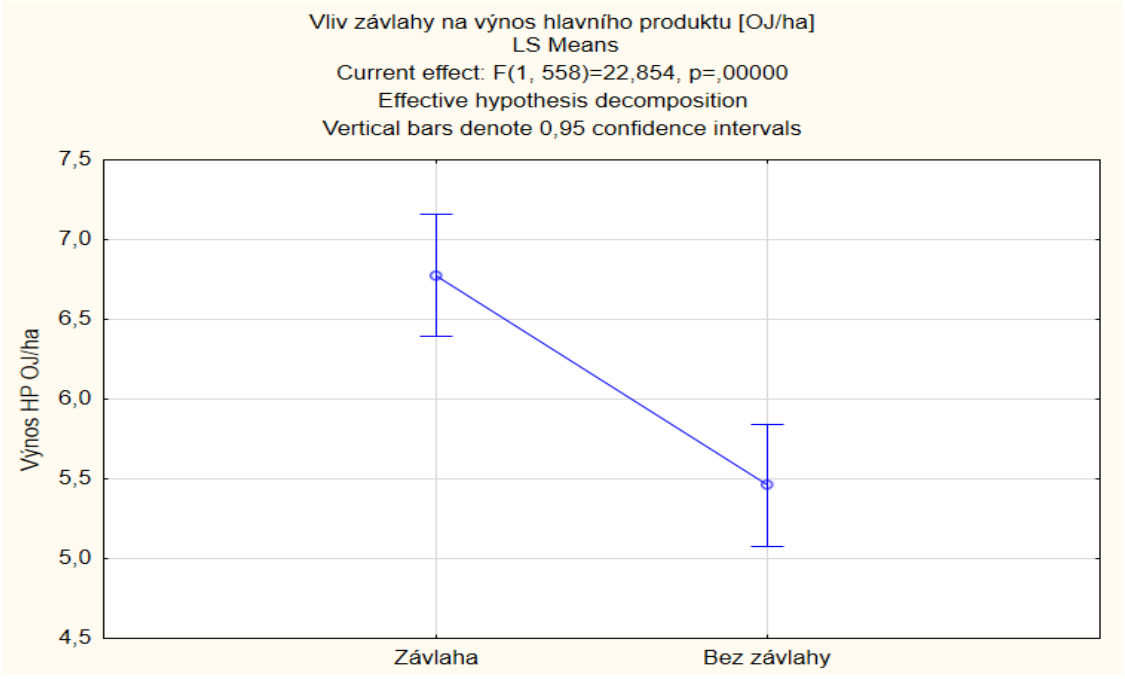
3.5 Statistické zpracování výsledků

Pro statistické zpracování výsledků byl použit program Statistica, verze 13.5. K vyhodnocení vlivu minerálního hnojení a závlahy na výnos hlavního produktu byla použita analýza rozptylu vícefaktorová ANOVA pro hladinu významnosti α 0,05. Hodnoceny byly rozdíly mezi všemi variantami.

Graf č. 15 Vliv hnojení na výnos hlavního produktu (OJ/ha) 5. osevního sledu



Graf č.16 Vliv závlahy na výnos hlavního produktu (OJ/ha) 5. osevního sledu

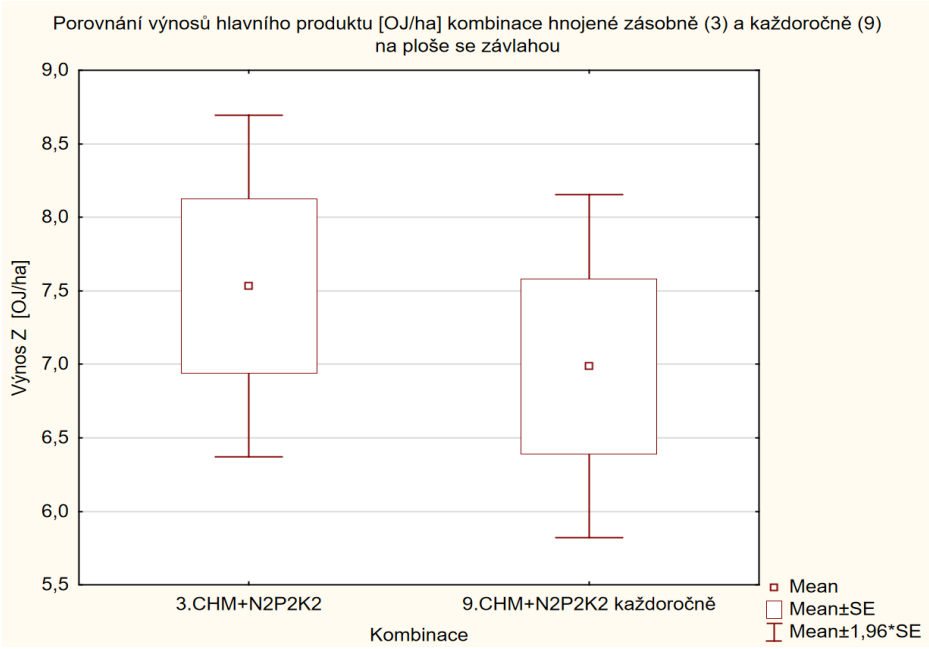


Nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ve výnosech podle úrovně minerálního hnojení mezi žádnou hodnocenou variantou. Vliv závlahy na výnos hlavního produktu byl vyhodnocen jako statisticky významný.

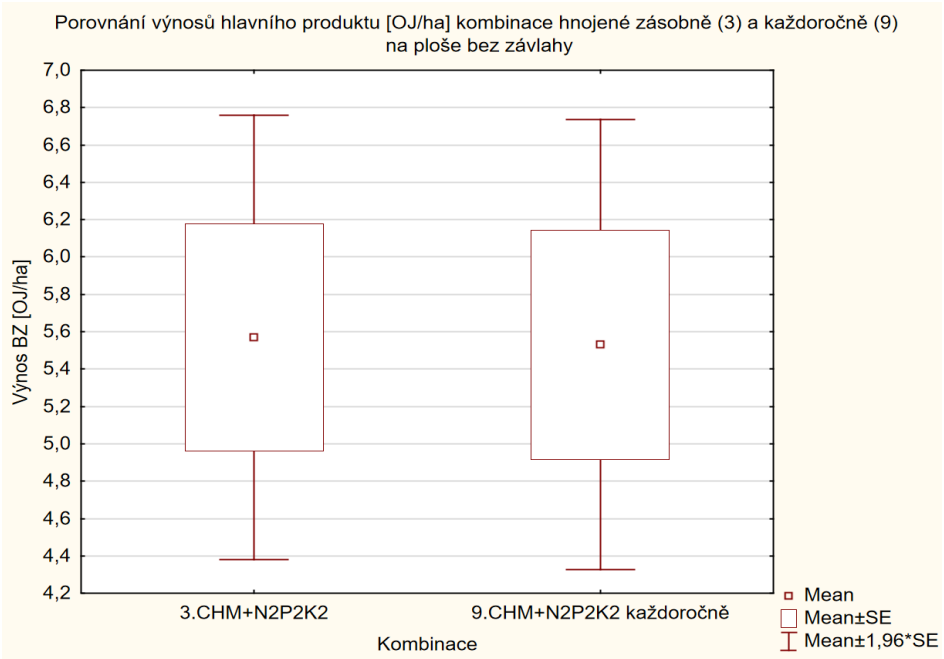
Ke statistickému hodnocení rozdílu mezi výnosem (OJ/ha) varianty hnojené zásobně (3. CHL.HN.+N2P2K2) a každoročně (9. CHL.HN.+N2P2K2) byl použit t – test. Statisticky významný rozdíl ve výnosech mezi uvedenými variantami nebyl prokázán na ploše zavlažované ani na ploše bez závlahy.

Srovnání výnosů obou variant uvádí krabicový graf.

Graf č. 17 Porovnání průměrného ročního výnosu hlavního produktu (OJ/ha) varianty hnojené zásobně (3) a každoročně (9) na ploše zavlažované



Graf č. 18 Porovnání průměrného ročního výnosu hlavního produktu (OJ/ha) varianty hnojené zásobně (3) a každoročně (9) na ploše bez závlahy



3.6 Produkce sušiny a odběr živin

Tab. 15 Produkce sušiny (t/ha) a odběr živin (kg/ha) HP + VP jednotlivými plodinami, 5. osevní sled

2010/2011 Pšenice ozimá										
Varianta hnojení		1.ChI.HN.	2.ChI.HN. +N1P1K1	3.ChI.HN. +N2P2K2	4.ChIHN. +N3P3K3	5.ChI.HN. +N2P1K2	6.ChI.HN. +N2P3K2	7.ChI.HN. N2P2K1	8.ChI.HN. +N2P2K3	9.ChI.HN. +N2P2K2
Závlaha	Sušina	14,6	16,7	17,2	17,7	16,9	17,0	17,5	17,2	17,1
	N	167,6	223,1	232,7	263,5	239,2	243,4	248,4	243,9	259,4
	P	27,1	33,9	35,7	38,2	33,2	35,1	36,0	32,4	33,3
	K	62,6	70,0	73,2	82,2	72,2	74,0	75,2	72,5	86,2
	Mg	16,5	18,8	18,4	20,7	19,1	18,3	19,8	17,7	18,3
	Ca	17,1	23,7	26,5	31,1	24,7	27,9	28,6	26,9	34,2
Bez závlahy	Sušina	14,4	15,9	16,5	17,0	16,7	16,7	16,0	16,5	16,5
	N	176,5	214,6	235,8	256,5	242,1	239,5	226,6	241,3	234,3
	P	28,8	30,2	35,2	40,3	34,1	35,6	34,2	35,3	33,4
	K	63,3	70,1	80,1	79,4	77,6	77,8	74,1	71,4	73,1
	Mg	16,2	15,7	17,0	18,3	17,2	16,4	16,6	17,4	16,9
	Ca	19,9	23,1	28,5	32,6	29,2	28,1	21,9	26,9	32,1
2011/2012 Ječmen jarní										
Varianta hnojení		1.ChI.HN.	2.ChI.HN. +N1P1K1	3.ChI.HN. +N2P2K2	4.ChIHN. +N3P3K3	5.ChI.HN. +N2P1K2	6.ChI.HN. +N2P3K2	7.ChI.HN. +N2P2K1	8.ChI.HN. +N2P2K3	9.ChI.HN. +N2P2K2
Závlaha	Sušina	6,5	7,4	5,7	6,7	6,5	7,5	6,9	7,2	6,5
	N	89,7	102,4	96,8	113,5	100,5	118,8	114,8	115,6	103,8
	P	18,1	22,8	20,1	23,3	20,2	25,0	22,0	20,5	19,6
	K	33,1	39,0	37,0	49,1	34,5	44,6	39,8	42,5	37,3
	Mg	7,7	7,3	6,1	7,0	6,4	7,6	7,0	7,1	6,8
	Ca	11,3	12,5	12,2	14,1	11,8	14,4	14,7	16,1	14,9
Bez závlahy	Sušina	4,5	4,8	4,6	4,0	4,4	4,9	4,7	4,1	4,2
	N	81,8	89,1	85,8	86,4	84,8	99,4	105,4	88,5	85,5
	P	15,3	18,3	17,8	18,0	16,8	20,1	20,4	18,0	16,7
	K	36,8	40,2	41,1	57,9	47,5	59,9	53,1	57,1	39,6
	Mg	6,1	5,6	5,2	6,2	5,3	6,5	7,3	5,9	5,0
	Ca	15,2	15,3	14,5	16,4	15,4	21,8	17,4	16,0	12,1
2012/2013 Kukuřice na siláž										
Varianta hnojení		1.ChI.HN.	2ChI.HN. +N1P1K1	3.ChI.HN. +N2P2K2	4.ChI.HN. +N3P3K3	5.ChI.HN. +N2P1K2	6.ChI.HN. +N2P3K2	7.ChI.HN. +N2P2K1	8.ChI.HN. +N2P2K3	9.ChI.HN. +N2P2K2
Závlaha	Sušina	12,1	12,6	12,7	13,2	12,9	12,8	12,5	13,8	13,8
	N	134,0	160,5	177,5	201,3	181,9	158,8	166,7	189,5	194,8
	P	24,1	30,3	36,8	42,4	34,8	32,0	30,1	33,2	34,6
	K	121,9	152,9	144,6	149,7	174,2	192,1	141,6	164,6	178,3
	Mg	15,7	16,4	15,2	14,6	15,5	15,4	15,0	15,2	15,2
	Ca	30,2	32,9	26,6	29,1	36,1	37,1	28,8	34,6	31,8
Bez závlahy	Sušina	10,8	11,3	12,0	12,4	11,7	11,5	12,3	12,6	12,8
	N	120,4	166,4	187,2	196,1	170,7	179,7	195,5	190,3	203,4
	P	27,1	29,4	40,8	39,7	35,1	40,3	39,4	40,3	40,9
	K	104,1	147,2	126,0	156,4	105,2	117,5	120,5	138,6	162,5
	Mg	14,1	13,6	14,4	14,9	12,9	12,7	14,8	13,9	15,4
	Ca	24,9	29,4	24,0	32,3	16,4	19,6	24,6	27,7	32,0

Tab. 15 (pokračování) Produkce sušiny (t/ha) a odběr živin (kg/ha) HP + VP jednotlivými plodinami, 5. osevní sled

2013/2014 Ječmen jarní										
Varianta hnojení		1.ChlHN.	2.ChlHN. +N1P1K1	3.ChlHN. +N2P2K2	4.ChlHN. +N3P3K3	5.ChlHN. +N2P1K2	6.ChlHN. +N2P3K2	7.ChlHN. +N2P2K1	8.ChlHN. +N2P2K3	9.ChlHN. +N2P2K2
Závlaha	Sušin	7,6	10,0	10,0	9,9	10,6	10,9	9,4	10,4	10,8
	N	82,6	110,4	130,1	148,4	127,6	134,9	142,0	146,6	143,8
	P	20,6	25,0	25,0	27,3	27,0	29,2	24,7	28,6	28,0
	K	40,7	60,4	64,1	71,3	69,6	72,5	62,7	82,8	67,4
	Mg	8,3	9,5	8,9	8,6	9,4	9,1	8,8	10,0	9,6
	Ca	10,7	11,9	11,6	12,9	16,0	15,1	13,0	14,9	14,8
Bez závlahy	Sušin	6,0	8,1	8,0	7,6	7,1	7,8	7,2	7,4	8,0
	N	66,9	105,6	128,4	140,7	119,0	128,9	113,6	123,9	135,2
	P	16,4	21,8	25,0	25,9	20,5	24,1	21,6	22,9	24,0
	K	36,6	50,2	62,3	61,8	46,8	55,7	48,5	54,6	54,8
	Mg	6,2	7,5	7,4	7,3	6,8	7,3	6,8	7,2	7,8
	Ca	9,5	12,1	13,7	16,7	12,7	11,9	11,2	12,4	14,7
2014/2015 Brambory rané										
Varianta hnojení		1.ChlHN.	2.ChlHN. +N1P1K1	3.ChlHN. +N2P2K2	4.ChlHN. +N3P3K3	5.ChlHN. +N2P1K2	6.ChlHN. +N2P3K2	7.ChlHN. +N2P2K1	8.ChlHN. +N2P2K3	9.ChlHN. +N2P2K2
Závlaha	Sušin	3,6	5,6	6,5	7,3	7,1	7,0	5,8	7,0	7,1
	N	47,0	93,3	87,2	106,6	92,9	95,9	87,5	120,4	150,4
	P	10,8	21,1	18,7	17,4	19,9	18,8	15,2	25,2	28,3
	K	80,0	180,4	184,0	231,3	222,1	211,2	169,8	228,9	231,7
	Mg	3,6	7,2	6,5	8,0	7,8	7,0	5,3	7,0	9,2
	Ca	2,9	8,3	4,5	8,0	7,8	7,0	2,9	4,9	10,6
Bez závlahy	Sušin	3,1	3,5	4,5	4,4	4,1	4,7	3,4	4,0	3,2
	N	52,4	59,3	72,3	89,4	78,1	102,4	72,9	65,6	69,7
	P	10,9	13,9	14,3	14,8	13,9	19,7	14,3	14,4	11,5
	K	74,4	131,1	128,5	149,6	122,2	155,0	110,0	121,2	95,2
	Mg	3,4	4,9	4,9	5,7	5,3	5,6	4,1	4,0	3,8
	Ca	1,6	5,6	2,2	4,8	4,1	3,8	2,7	2,4	1,9
2015/2016 Pšenice ozimá										
Varianta hnojení		1.ChlHN.	2.ChlHN. +N1P1K1	3.ChlHN. +N2P2K2	4.ChlHN. +N3P3K3	5.ChlHN. +N2P1K2	6.ChlHN. +N2P3K2	7.ChlHN. +N2P2K1	8.ChlHN. +N2P2K3	9.ChlHN. +N2P2K2
Závlaha	Sušin	12,9	14,7	17,0	17,2	17,0	17,4	16,2	16,8	16,9
	N	119,7	160,8	209,3	214,4	200,8	208,8	210,4	209,8	206,7
	P	28,1	34,4	44,2	41,3	41,0	47,8	42,4	41,2	45,5
	K	47,2	51,3	58,8	77,4	77,7	114,8	74,0	67,1	74,3
	Mg	14,1	16,1	19,5	19,5	18,6	20,6	18,6	20,0	18,5
	Ca	17,7	20,0	26,0	25,4	27,4	31,1	29,5	32,4	27,9
Bez závlahy	Sušin	12,5	15,1	15,6	14,9	15,7	15,2	15,0	14,4	15,2
	N	148,1	175,1	197,5	199,9	195,4	193,2	192,2	189,5	193,4
	P	27,5	38,5	44,3	46,0	42,4	43,8	47,2	42,9	47,0
	K	36,4	49,0	61,6	75,8	64,9	66,9	60,7	55,4	58,9
	Mg	13,2	15,2	15,6	15,5	15,6	15,9	15,9	14,6	16,8
	Ca	20,6	30,0	38,4	29,1	30,7	28,3	30,9	26,5	28,9

Tab. 15 (pokračování) Produkce sušiny (t/ha) a odběr živin (kg/ha) HP + VP jednotlivými plodinami, 5. osevní sled

2016/2017 Vojtěška (zásev)										
Varianta hnojení		1.CHl.HN.	2CHl.HN. +N1P1K1	3.CHl.HN. +N2P2K2	4.CHl.HN. +N3P3K3	5.CHl.HN. +N2P1K2	6.CHl.HN. +N2P3K2	7.CHl.HN. +N2P2K1	8.CHl.HN. +N2P2K3	9.CHl.HN. +N2P2K2
Závlaha	Sušina	2,6	2,4	1,9	2,1	2,1	2,8	2,5	2,7	2,3
	N	84,5	73,3	66,3	66,4	69,0	81,6	73,6	90,1	70,0
	P	7,6	7,3	6,4	6,8	6,1	8,5	7,6	8,6	6,6
	K	56,9	63,0	50,5	50,8	56,3	71,9	63,5	74,8	58,4
	Mg	7,6	6,6	6,0	6,0	5,3	6,6	6,4	7,0	5,7
	Ca	42,0	44,0	49,0	42,4	48,5	61,4	52,5	45,9	47,7
Bez závlahy	Sušina	0,5	0,3	0,5	0,7	0,4	0,7	0,6	0,6	0,7
	N	16,2	9,9	18,8	24,8	15,1	24,8	22,4	21,2	25,5
	P	1,5	1,0	2,0	2,7	1,5	2,6	2,3	2,2	2,7
	K	9,8	7,1	14,8	20,1	11,1	18,3	17,0	16,3	19,9
	Mg	1,9	1,1	2,2	3,0	1,8	3,0	2,3	2,4	2,7
	Ca	10,4	6,3	12,1	13,7	12,3	17,3	14,8	14,8	17,1
2017/2018 Vojtěška (užitkový rok)										
Varianta hnojení		1.CHl.HN.	2CHl.HN. +N1P1K1	3.CHl.HN. +N2P2K2	4.CHl.HN. +N3P3K3	5.CHl.HN. +N2P1K2	6.CHl.HN. +N2P3K2	7.CHl.HN. +N2P2K1	8.CHl.HN. +N2P2K3	9.CHl.HN. +N2P2K2
Závlaha	Sušina	16,9	17,1	16,2	16,8	16,4	16,4	15,3	16,7	17,6
	N	537,2	527,2	506,2	497,6	497,9	473,3	455,2	512,9	530,0
	P	53,6	53,4	51,1	58,5	53,5	53,8	52,2	53,5	56,6
	K	390,6	534,0	542,8	628,8	588,7	569,1	522,6	603,5	609,6
	Mg	52,8	51,7	47,1	46,3	44,6	47,2	45,9	50,3	50,4
	Ca	275,0	250,9	258,6	247,7	223,5	243,1	258,6	275,0	281,7
Bez závlahy	Sušina	14,7	14,1	14,5	14,1	14,2	15,2	14,2	14,7	14,8
	N	427,7	390,7	405,2	393,3	402,1	426,7	389,7	413,8	409,3
	P	39,0	41,9	41,9	44,7	42,1	43,2	42,6	46,2	44,3
	K	339,7	420,0	433,4	418,9	422,8	425,5	409,3	448,1	437,3
	Mg	45,1	36,8	37,7	34,3	35,8	40,0	38,7	39,4	37,7
	Ca	246,5	218,1	241,5	213,0	227,4	247,0	231,3	230,5	227,8

Tab. 16 Celková produkce sušiny (t/ha) a odběr živin (kg/ha) HP + VP za 5. osevní sled

2011-2018										
Varianta hnojení		1.CHl.HN.	2CHl.HN. +N1P1K1	3.CHl.HN. +N2P2K2	4.CHl.HN. +N3P3K3	5.CHl.HN. +N2P1K2	6.CHl.HN. +N2P3K2	7.CHl.HN. +N2P2K1	8.CHl.HN. +N2P2K3	9.CHl.HN. +N2P2K2
Závlaha	Sušina	76,8	86,5	87,1	90,8	89,5	91,6	86,2	91,7	92,1
	N	1262,2	1450,9	1506,1	1611,7	1509,8	1515,3	1498,5	1628,8	1658,9
	P	189,9	228,1	237,9	255,1	235,7	250,2	230,1	243,2	252,3
	K	833,0	1151,1	1154,9	1340,6	1295,1	1350,2	1149,2	1336,7	1343,0
	Mg	126,2	133,6	127,6	130,5	126,7	131,8	126,7	134,3	133,6
	Ca	406,8	403,9	415,1	410,7	395,7	437,1	428,6	450,5	463,5
Bez závlahy	Sušina	66,4	73,0	76,2	75,0	74,3	76,7	73,4	74,3	75,4
	N	1090,0	1210,6	1330,9	1387,0	1307,2	1394,6	1318,3	1334,0	1356,2
	P	166,5	194,9	221,4	232,0	206,4	229,5	222,0	222,3	220,5
	K	701,1	914,7	947,9	1019,9	898,1	976,6	893,1	962,6	941,3
	Mg	106,2	100,3	104,3	105,1	100,6	107,3	106,4	104,6	106,4
	Ca	348,6	339,9	374,9	358,6	348,2	377,7	354,8	357,2	366,6

Tab. 17 Průměrná roční produkce sušiny (t/ha) a odběr živin (kg/ha) HP + VP v 5. osevním sledu

2011-2018										
Varianta hnojení		1.ChI.HN.	2.ChI.HN. +N1P1K1	3.ChI.HN. +N2P2K2	4.ChI.HN. +N3P3K3	5.ChI.HN. +N2P1K2	6.ChI.HN. +N2P3K2	7.ChI.HN. +N2P2K1	8.ChI.HN. +N2P2K3	9.ChI.HN. +N2P2K2
Závlaha	Sušina	9,6	10,8	10,9	11,4	11,2	11,4	10,8	11,5	11,5
	N	157,8	181,4	188,3	201,5	188,7	189,4	187,3	203,6	207,4
	P	23,7	28,5	29,7	31,9	29,5	31,3	28,8	30,4	31,5
	K	104,1	143,9	144,4	167,6	161,9	168,8	143,6	167,1	167,9
	Mg	15,8	16,7	16,0	16,3	15,8	16,5	15,8	16,8	16,7
	Ca	50,9	50,5	51,9	51,3	49,5	54,6	53,6	56,3	57,9
Bez závlahy	Sušina	8,3	9,1	9,5	9,4	9,3	9,6	9,2	9,3	9,4
	N	136,3	151,3	166,4	173,4	163,4	174,3	164,8	166,8	169,5
	P	20,8	24,4	27,7	29,0	25,8	28,7	27,7	27,8	27,6
	K	87,6	114,3	118,5	127,5	112,3	122,1	111,6	120,3	117,7
	Mg	13,3	12,5	13,0	13,1	12,6	13,4	13,3	13,1	13,3
	Ca	43,6	42,5	46,9	44,8	43,5	47,2	44,4	44,7	45,8

Z údajů o průměrné roční produkci sušiny a odběru živin je zřejmé, že produkce sušiny je vyšší na zavlažované ploše. Vyšší produkci sušiny odpovídá i vetší množství živin odebraných produkcí. Největší množství odebraných živin na ploše zavlažované vykazuje varianta 9. CHL.HN.+$N_2P_2K_2$ – každoročně hnojená, kde je rovněž nejvyšší přírůstek sušiny oproti variantě hnojené pouze chlévským hnojem.

Na ploše bez závlahy vykazuje největší produkci sušiny varianta s nejvyšší úrovní hnojení fosforem (6. CHL.HN.+$N_2P_3K_2$). Rovněž množství živin odebraných variantou 6 je nejvyšší.

Při porovnání variant hnojených každoročně a zásobně je patrný rozdíl na ploše zavlažované. Příčinou by mohlo být zasolení půdy při aplikaci jednorázové (a tedy vyšší) dávky minerálního hnojení, a v důsledku toho potom nižší výnos u varianty hnojené zásobně. Varianta hnojená každoročně dosáhla větší produkce sušiny než varianta hnojená zásobně. Výnos sušiny a odběr živin každoročně hnojené varianty byl zároveň nejvyšší ze všech sledovaných variant. Na ploše bez závlahy rozdíl mezi variantou hnojenou zásobně a každoročně není patrný.

3.7 Bilance živin

3.7.1 Vstupy živin

3.7.1.1 Hnůj a minerální hnojení

Zásobní hnojení je do bilance v jednotlivých letech započítáno v roce aplikace (tedy 2011, 2013, 2015 a 2017). Hnůj (koňský) byl za celý osevní postup aplikován 2 x (na podzim 2012 a na podzim 2014). Obsah sušiny a minerální ekvivalent dodaných živin v hnoji udává tabulka 18. Je počítáno s využitelností živin z chlévského hnoje na dva roky s následující využitelností živin v % (metodika č. 24/SZV):

1. rok 40 % N, 45 % P, K, Mg, Ca
2. rok 45 % N, 55 % P, K, Mg, Ca

Tab. 18 Obsah živin v hnoji (%) a jejich minerální ekvivalent (kg/ha), využitelnost živin v 1. a 2. roce po aplikaci (2013)

2013	Obsah	Obsah celkem/40 t	Využitelnost živin	Využitelnost živin
Sušina %	43,6 %	17,4 t		
N %	1,27 %	221,6 kg	88,6 kg	99,7 kg
P %	0,60 %	104,4 kg	47,00 kg	57,4 kg
K %	1,14 %	198,3 kg	89,2 kg	109,0 kg
Mg %	0,64 %	112,2 kg	50,5 kg	61,7 kg
Ca %	3,21 %	560,2 kg	252,1 kg	308,1 kg

Tab. 19 Obsah živin v hnoji (%) a jejich minerální ekvivalent (kg/ha), využitelnost živin v 1. a 2. roce po aplikaci (2015)

2015	Obsah	Obsah celkem/40 t	Využitelnost živin	Využitelnost živin
Sušina %	40,19 %	16,1 t		
N %	1,74 %	279,7 kg	111,9 kg	125,9 kg
P %	0,43 %	69,2 kg	31,1 kg	38,1 kg
K %	2,20 %	353,0 kg	158,9 kg	194,2 kg
Mg %	0,56 %	89,5 kg	40,3 kg	49,3 kg
Ca %	2,10 %	336,8 kg	151,6 kg	185,2 kg

3.7.1.2 Srážková a závlahová voda

V průběhu pátého osevního sledu dochází k okyselování dešťové vody, v roce 2018 je naměřené pH srážkové vody 4,9.

Závlahová voda je, podobně jako voda srážková, zdrojem především vápníku a síry, dodává ale i značné množství chloru a sodíku. Vykazuje vyšší pH než voda dešťová. Průměrné pH závlahové vody 5. osevního sledu (2011–2018) dosahovalo hodnoty 7,5.

- 1) Srážková voda

Tab. 20 Přehled celkového ročního obsahu živin (kg/ha) a průvodních látek (kg/ha) ve srážkové vodě v pátém osevním sledu, roční dlouhodobý normál 461 mm

Srážková voda, 5. osevní sled (2011–2018)											
Rok	Srážky mm I-XII	NO_3^-	NH_4^+	Cl^-	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO_4^-
2011	442	12,4	5,7	2,3	6,4	0,9	1,2	4,4	9,4	1,4	9,7
2012	373	14,5	4,8	1,9	5,6	0,7	0,9	3,7	8,5	1,4	7,0
2013	393	15,5	4,2	2,1	5,1	0,4	1,4	3,9	9,1	3,0	7,2
2014	768	16,0	6,9	3,9	5,3	0,8	1,5	7,7	12,8	2,4	14,3
2015	320	11,6	2,5	1,7	5,9	0,6	1,0	3,2	8,0	1,1	5,9
2016	446	4,6	1,5	2,9	5,5	0,6	1,4	0,5	13,1	1,4	7,6
2017	426	4,2	2,3	2,2	4,4	0,6	1,9	0,3	6,8	1,3	5,3
2018	417	5,05	1,53	2,26	4,9	0,75	1,4	0,32	7,2	1,33	6,8
Průměr	448	10,5	3,68	2,41	5,37 *	0,67	1,34	3,00	9,36	1,67	7,98

* Pro výpočet průměrného pH je použit vážený aritmetický průměr

- 2) Závlahová voda

Tab. 21 Přehled celkového ročního obsah živin (kg/ha) a průvodních látek (kg/ha) v závlahové vodě v pátém osevním sledu

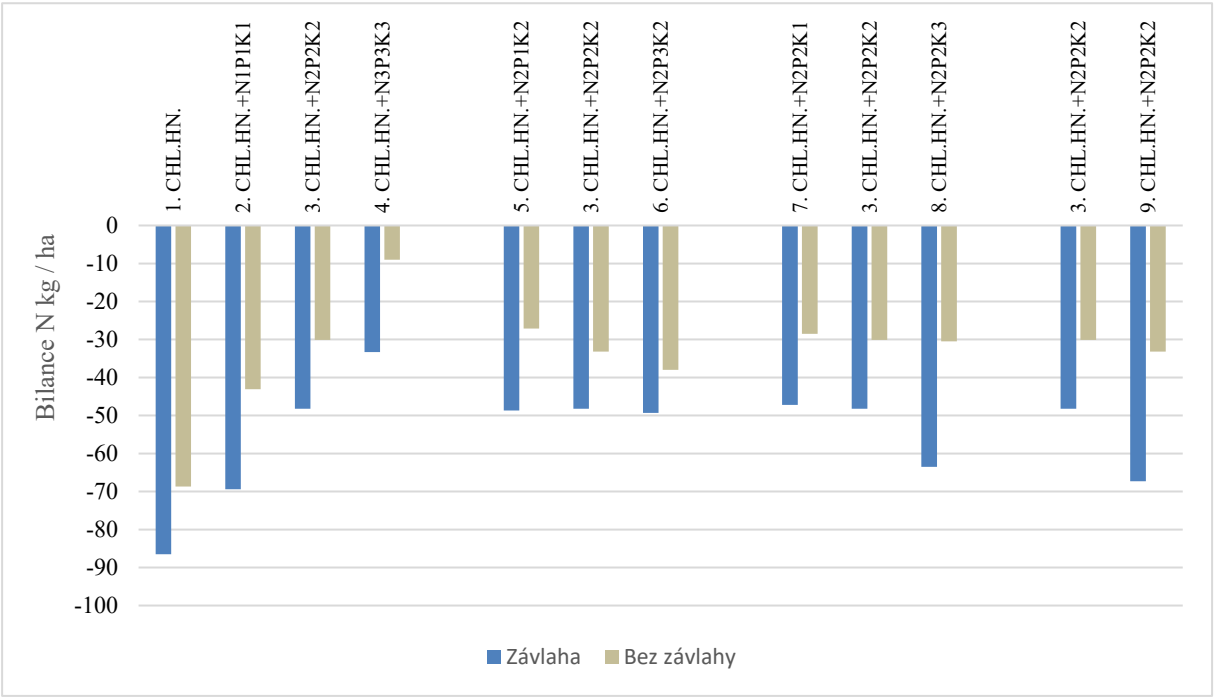
Závlahová voda, 5. osevní sled (2011–2018)											
Rok	závlaha mm	NO_3^-	NH_4^+	Cl^-	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO_4^-
2011	30,0	4,7	0,0	12,8	7,5	0,0	2,3	9,5	20,9	10,1	44,4
2012	60,0	3,6	0,15	28,0	7,2	0,4	4,6	10,2	32,6	19,5	51,1
2013	30,0	5,1	0,1	9,2	7,4	0,1	1,8	5,0	15,2	7,1	23,6
2014	60,0	2,9	0,1	31,1	7,4	0,1	5,5	13,3	35,6	26,1	64,5
2015	90,0	4,7	0,2	41,0	7,5	0,2	7,5	20,1	50,2	34,9	95,7
2016	80,0	1,8	0,0	38,2	7,7	0,0	6,6	16,4	41,7	28,9	88,6
2017	120,0	0,8	0,0	76,4	7,5	1,4	13,4	24,0	69,1	65,9	118,2
2018	90,0	5,9	0,1	38,9	7,6	0,2	30,7	12,1	35,8	30,7	63
Průměr	70,0	3,69	0,08	34,5	7,49 *	0,30	9,05	13,8	37,6	27,9	68,6

* Pro výpočet průměrného pH je použit vážený aritmetický průměr

3.7.2 Bilance živin

Výpočet bilance živin (N, P, K, Mg, Ca) představuje prostou bilanci založenou na porovnání živin dodaných hnojením a živin odebranými sklizněmi hlavního a vedlejšího produktu (tab. 22-30), průměrná roční bilance živin za 5. osevní sled je uvedena v tab. 31. Jsou uvedeny vstupy živin dodaných organickým i minerálním hnojením, srážkami a závlahovou vodou. Následující grafy (19–23) uvádějí průměrnou roční bilanci jednotlivých živin.

Graf č. 19 Průměrná roční bilance dusíku v pátém osevním sledu (kg/ha)



Průměrná roční bilance dusíku kg/ha												
varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	-86,50	-69,40	-48,20	-33,30	-48,70	-48,20	-49,30	-47,20	-48,20	-63,50	-48,20	-67,30
%	100 %	80,23	55,72	38,50	100 %	98,97	101,23	100 %	102,12	134,5	100 %	139,63
BZ (100%)	-68,70	-43,10	-30,10	-9,00	-27,10	-33,20	-38,00	-28,50	-30,10	-30,50	-30,10	-33,20
%	100 %	62,74	43,81	13,10	100 %	122,51	140,22	100 %	105,61	107,02	100 %	110,30

Průměrná roční bilance dusíku 5. osevního sledu (2011–2018) je u všech variant záporná. Nejvyšší deficit dusíku se projevil u varianty hnojené pouze chlévským hnojem. Stupňování úrovně hnojení všemi živinami deficit dusíku snižuje. Stupňování hnojení fosforem nevykazuje znatelné rozdíly v bilance dusíku.

U stupňovaného hnojení draslíkem se nejzápornější bilance projevila při nejvyšší úrovni draselného hnojení.

Ze srovnání varianty hnojené zásobně a každoročně je patrné, že vyšší deficit dusíku vykazuje varianta hnojená každoročně.

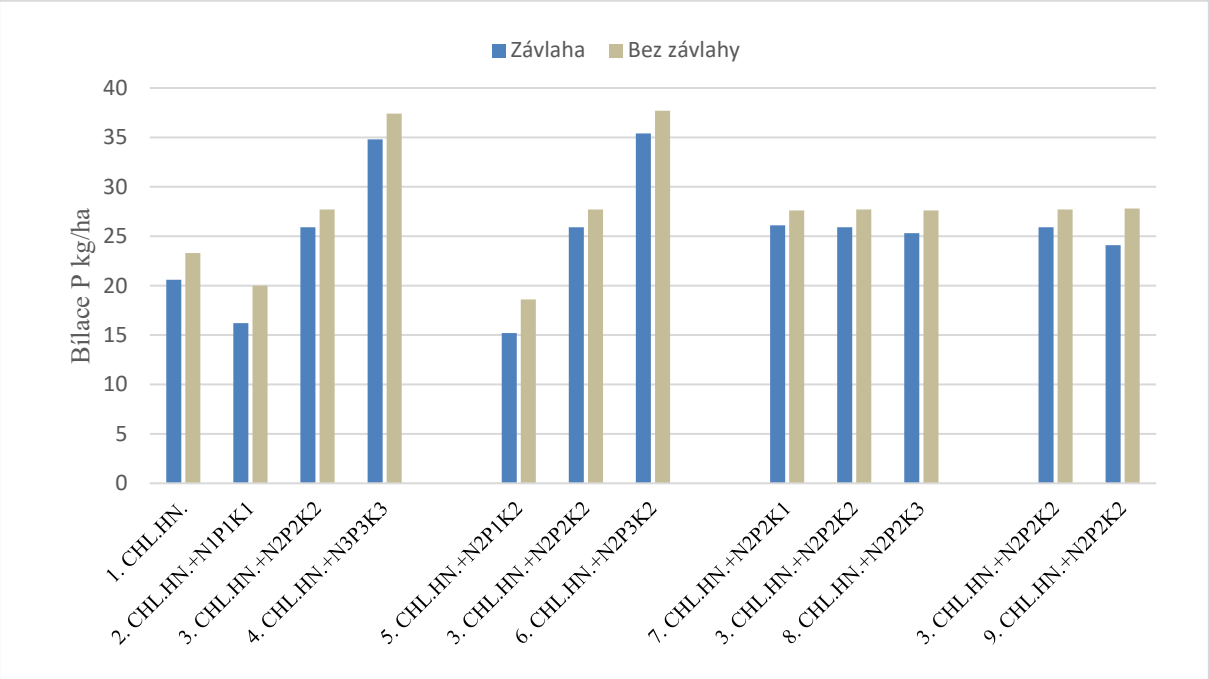
Na ploše bez závlahy má bilance dusíku podobný průběh jako na ploše zavlažované, dosahuje ale méně záporných hodnot, což je pravděpodobně důsledkem menších výnosů.

Při bilanci dusíku je třeba v osevním postupu se zařazením jetelovin počítat s jeho symbiotickou fixací. U jetele a vojtěšky je třeba započítat přívod 240 kg N/ha.

Bilanční přebytek dusíku představuje jeho ztráty do ovzduší a vod (Čermák a kol., 2007.) Při započítání vstupu dusíku jeho symbiotickou fixací (v užitkovém roce) by se jeho průměrná roční bilance zvýšila o 30 kg/ha, zůstala by tak u všech variant záporná, pouze u nejvyšší dávky hnojení dusíkem (varianta 4 CHL.HN. + N3P3K3) by bylo dosaženo téměř vyrovnané bilance (- 3,30 kg/ha).

Maximální mezní tolerance u bilance dusíku s ohledem na životní prostředí dle Svazu německých zkušebních a výzkumných ústavů (LUFA) byla stanovena na ± 50 kg/ha (Klement a Prchalová, 2013). Přehled o bilanci dusíku v jednotlivých letech osevního sledu uvádí tabulky 22–30.

Graf č. 20 Průměrná roční bilance fosforu v pátém osevním sledu (kg/ha)



Průměrná roční bilance fosforu kg/ha												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	20,60	16,20	25,90	34,80	15,20	25,90	35,40	26,10	25,90	25,30	25,90	24,10
%	100 %	78,64	125,73	168,93	100 %	170,39	232,89	100 %	99,23	96,93	100 %	93,05
BZ (100%)	23,30	20,00	27,70	37,40	18,60	27,70	37,70	27,60	27,70	27,60	27,70	27,80
%	100 %	85,84	118,88	160,52	100 %	148,92	202,69	100 %	100,36	100,00	100 %	100,36

Bilance fosforu je u všech variant kladná. Stupňováním všech živin dochází i ke zvyšování kladné bilance fosforu. Varianta s nejnižší úrovní hnojení všemi živinami vykazuje oproti variantě hnojené pouze chlévským hnojem nižší přebytek fosforu, což je zřejmě způsobeno zvýšením výnosu a odběru fosforu při použití první úrovně minerálního hnojení.

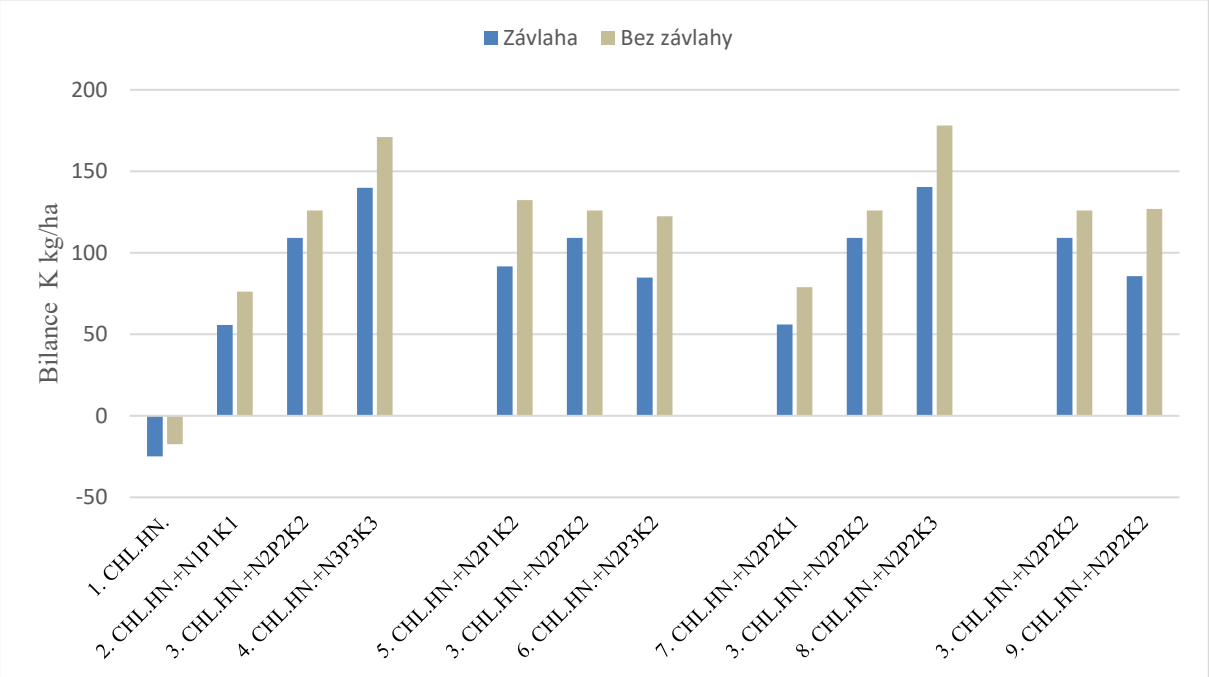
Stupňované hnojení fosforem se projevilo v nárůstu jeho kladné bilance na příslušných variantách.

Stupňování draslíku se na bilanci fosforu neprojevilo.

Na ploše zavlažované je vyšší kladná bilance u varianty hnojené zásobně. Varianta hnojená každoročně vykazuje bilanci nižší pravděpodobně z důvodu většího výnosu a odběru živin při každoročním hnojení.

Vyšší přebytek fosforu je na ploše bez závlahy důsledkem nižších výnosů a menšího odběru živin než na ploše zavlažované.

Graf č. 21 Průměrná roční bilance draslíku v pátém osevním sledu (kg/ha)



Průměrná roční bilance draslíku kg/ha												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	-24,90	55,70	109,20	139,90	91,70	109,20	84,80	56,00	109,20	140,40	109,20	85,70
%	100 %	323,69	538,55	661,85	100 %	119,08	92,48	100 %	195,00	250,71	100 %	78,48
BZ (100%)	-17,40	76,20	126,00	171,00	132,30	126,00	122,40	78,90	126,00	178,10	126,00	126,90
%	100 %	537,93	824,14	1082,7	100 %	95,24	92,52	100 %	159,70	225,73	100 %	100,71

Průměrná roční bilance draslíku je záporná pouze u varianty, kde bylo hnojeno pouze chlévským hnojem při absenci minerálního hnojení. Zvyšováním úrovně minerálního hnojení (stupňování všech živin) dochází i ke zvyšování přebytku draslíku.

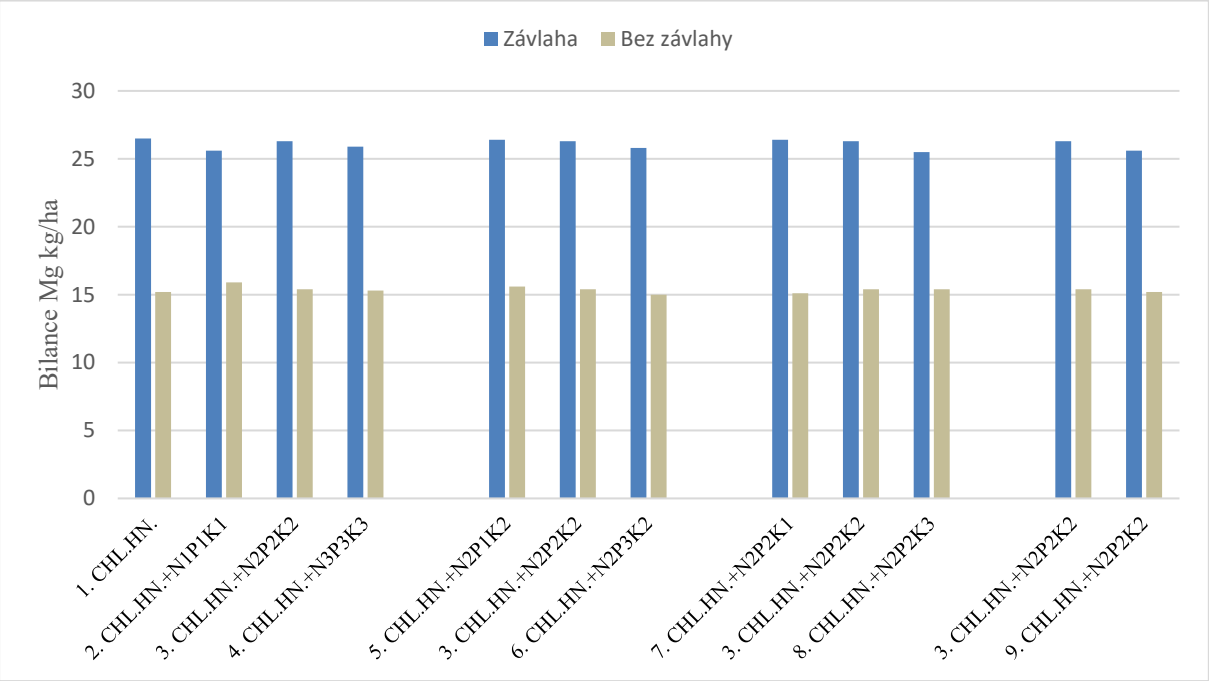
Podobně se také zvyšuje kladná bilance draslíku při stupňování draselného hnojení.

Stupňování hladiny fosforu nemá na bilanci draslíku větší vliv.

Při porovnání bilance fosforu na ploše zavlažované a bez závlahy je na ploše bez závlahy zřetelně vyšší přebytek tohoto prvku, což je způsobeno nižším výnosem a jeho nižším odběrem než na ploše zavlažované.

Při srovnání varianty hnojené zásobně a každoročně bylo více draslíku odčerpáno na ploše hnojené každoročně v podmínkách závlahy. Na ploše bez závlahy není rozdíl mezi variantou hnojenou zásobně a každoročně.

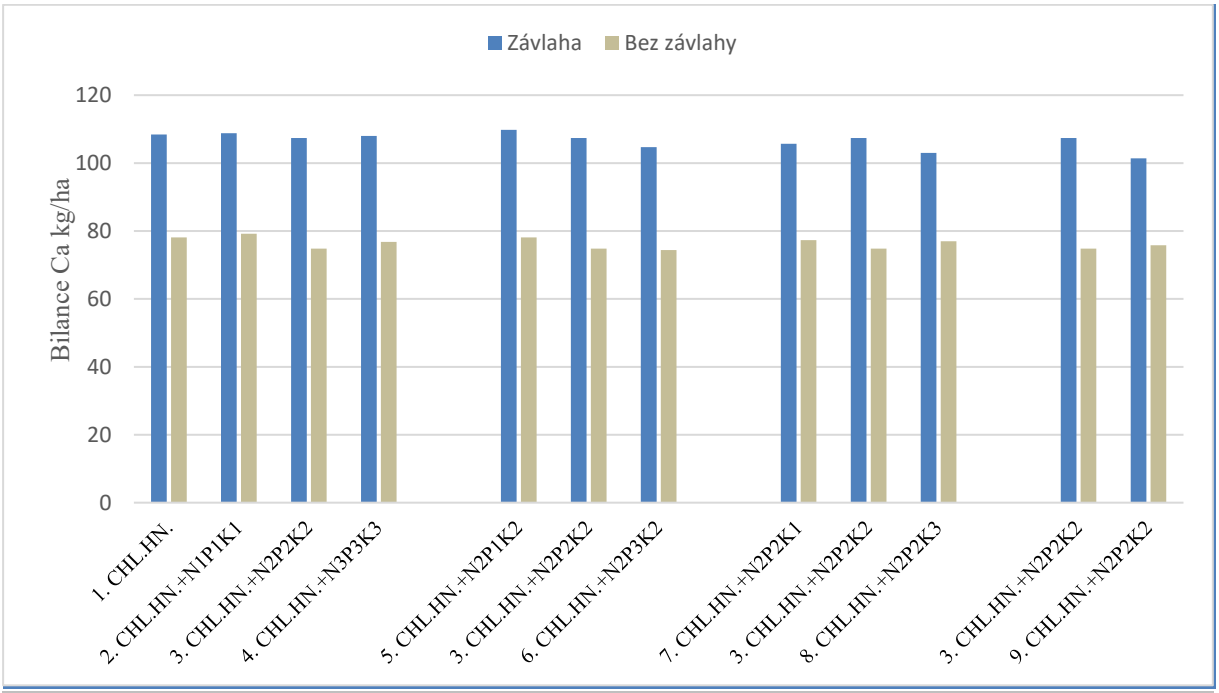
Graf č. 22 Průměrná roční bilance hořčíku v pátém osevním sledu (kg/ha)



Průměrná roční bilance hořčíku kg/ha												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	26,50	25,60	26,30	25,90	26,40	26,30	25,80	26,40	26,30	25,50	26,30	25,60
%	100 %	96,60	99,25	97,74	100 %	99,62	97,73	100 %	99,62	96,59	100 %	97,34
BZ (100%)	15,20	15,90	15,40	15,30	15,60	15,40	15,00	15,10	15,40	15,40	15,40	15,20
%	100 %	104,61	101,32	100,66	100 %	98,72	96,15	100 %	101,99	101,99	100 %	98,70

Hořčík je dodáván pouze v chlévském hnoji, proto je jeho bilance u všech variant podobná. Oproti bilanci dusíku, fosforu a draslíku je ale zřetelný přebytek živin na ploše zavlažované. Jak je patrné z tabulky 21, příčinou je množství tohoto prvku dodávané v závlahové vodě i přes jeho větší odběr plodinami na ploše zavlažované. Průměrná roční dávka Mg v závlahové vodě v pátém osevním sledu byla 13,8 kg/ha.

Graf č. 23 Průměrná roční bilance vápníku v pátém osevním sledu (kg/ha)



Průměrná roční bilance vápníku kg/ha												
Varianta	1	2	3	4	5	3	6	7	3	8	3	9
Z	108,40	108,80	107,40	108,00	109,80	107,40	104,70	105,70	107,40	103,00	107,40	101,40
%	100 %	100,37	99,08	99,63	100 %	97,81	95,36	100 %	101,61	97,45	100 %	94,41
BZ	78,10	79,20	74,80	76,80	78,10	74,80	74,40	77,30	74,80	77,00	74,80	75,80
%	100 %	101,41	95,77	98,34	100 %	95,77	95,26	100 %	96,77	99,61	100 %	101,34

Vápníkem není rovněž hnojeno, proto se rozdíly v jeho bilanci neprojevily. Na ploše zavlažované je větší přebytek vápníku než na ploše bez závlahy. Vápník vstupuje do půdy v závlahové vodě, průměrná roční dávka Ca takto dodaná činila 37,6 kg/ha (tab. 21).

Přehled živin dodaných v hnoji, minerálním hnojení, srážkové a závlahové vodě uvádí tabulky 22–31. V tabulce jsou uvedeny vstupy živin pouze pro plochu zavlažovanou, při výpočtu bilance živin na ploše bez závlahy je množství živin dodaných v závlahové vodě odečteno (Z = závlaha, BZ = bez závlahy).

Tab. 22 Vstupy živin, odběry a bilance (kg/ha) 2010/2011 (pšenice ozimá)

Varianta hnojení	1.CHl.HN.	2CHl.HN. +N1P1K1	3.CHl.HN. +N2P2K2	4.CHl.HN. +N3P3K3	5.CHl.HN. +N2P1K2	6.CHl.HN. +N2P3K2	7.CHl.HN. +N2P2K1	8.CHl.HN. +N2P2K3	9.CHl.HN. +N2P2K2
N čistých živin	0	60	90	120	90	90	90	90	90
N hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N srážky	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1
N závlaha	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
N celkem	21,8	81,8	111,8	141,8	111,8	111,8	111,8	111,8	111,8
Odběr Z	167,6	223,1	232,8	263,5	239,2	243,4	248,4	243,9	259,4
Bilance Z	-145,8	-141,3	-121,0	-121,7	-127,4	-131,6	-136,6	-132,1	-147,6
Odběr BZ	176,5	214,6	235,8	256,3	242,1	239,6	226,6	241,3	234,3
Bilance BZ	-159,4	-137,5	-128,7	-119,2	-135,0	-132,5	-119,5	-134,2	-127,2
P čistých živin	0	44	66	88	44	88	66	66	33
P hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P srážky	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
P závlaha	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P celkem	0,9	44,9	66,9	88,9	44,9	88,9	66,9	66,9	33,9
Odběr Z	27,1	33,9	35,7	38,2	33,2	35,1	36,0	32,4	33,3
Bilance Z	-26,2	11,0	31,2	50,7	11,7	53,8	30,9	34,5	0,6
Odběr BZ	28,8	30,2	35,2	40,3	34,1	35,6	34,2	35,3	33,4
Bilance BZ	-27,9	14,7	31,7	48,6	10,8	53,3	32,7	31,6	0,5
K čistých živin	0	240,7	348,6	456,5	348,6	348,6	240,7	456,5	174,3
K hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K srážky	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
K závlaha	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
K celkem	3,5	244,2	352,1	460,0	352,1	352,1	244,2	460,0	177,8
Odběr Z	62,6	70,1	73,2	82,2	72,2	74,0	75,2	72,5	86,2
Bilance Z	-59,1	174,1	278,9	377,8	279,9	278,1	169,0	387,5	91,6
Odběr BZ	63,3	70,1	80,1	79,4	77,6	77,6	74,1	71,4	73,1
Bilance BZ	-62,1	171,8	269,7	378,3	272,2	272,2	167,8	386,3	102,4
Mg hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg srážky	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Mg závlaha	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Mg celkem	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7
Odběr Z	16,5	18,8	18,4	20,7	19,1	18,3	19,8	17,7	18,3
Bilance Z	-1,8	-4,1	-3,7	-6,0	-4,4	-3,6	-5,1	-3,0	-3,6
Odběr BZ	16,2	15,7	17,0	18,3	17,2	16,4	16,6	17,4	16,9
Bilance BZ	-11,0	-10,5	-11,8	-13,1	-12,0	-11,2	-11,4	-12,2	-11,7
Ca hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca srážky	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4
Ca závlaha	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9
Ca celkem	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3
Odběr Z	17,1	23,7	26,5	31,1	24,7	27,9	28,6	26,9	34,2
Bilance Z	16,2	9,6	6,8	2,2	8,6	5,4	4,7	6,4	-0,9
Odběr BZ	19,9	23,2	28,5	32,6	29,2	28,1	21,9	26,9	32,1
Bilance BZ	-7,5	-10,8	-16,1	-20,2	-16,8	-15,7	-9,5	-14,5	-19,7

Tab. 23 Vstupy živin, odběry a bilance (kg/ha) 2011/2012 (ječmen jarní)

Varianta hnojení	1.ChI.HN.	2ChI.HN. +N1P1K1	3.ChI.HN. +N2P2K2	4.ChI.HN. +N3P3K3	5.ChI.HN. +N2P1K2	6.ChI.HN. +N2P3K2	7.ChI.HN. +N2P2K1	8.ChI.HN. +N2P2K3	9.ChI.HN. +N2P2K2
N čistých živin	0	30	60	90	60	60	60	60	60
N hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N srážky	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6
N závlaha	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
N celkem	23,4	53,4	83,4	113,4	83,4	83,4	83,4	83,4	83,4
Odběr Z	89,7	102,4	96,8	113,5	100,5	118,8	114,8	115,6	103,8
Bilance Z	-66,3	-49,0	-13,4	-0,1	-17,1	-35,4	-31,4	-32,2	-20,4
Odběr BZ	81,8	89,1	85,8	86,4	84,8	99,4	105,4	88,5	85,5
Bilance BZ	-62,2	-39,5	-6,2	23,2	-5,2	-19,8	-25,8	-8,9	-5,9
P čistých živin	0	0	0	0	0	0	0	0	33
P hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P srážky	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
P závlaha	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
P celkem	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	34,2
Odběr Z	18,1	22,8	20,1	23,3	20,2	25,0	22,0	20,5	19,6
Bilance Z	-16,9	-21,6	-18,9	-22,1	-19,0	-23,8	-20,8	-19,3	14,6
Odběr BZ	15,3	18,3	17,8	18,0	16,8	20,1	20,4	18,0	16,7
Bilance BZ	-14,5	-17,5	-17,0	-17,2	-16,0	-19,3	-19,6	-17,2	17,1
K čistých živin	0	0	0	0	0	0	0	0	174,3
K hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K srážky	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
K závlaha	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
K celkem	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	180,0
Odběr Z	33,1	39,0	37,0	49,1	34,5	44,6	39,8	42,5	37,3
Bilance Z	-27,4	-33,3	-31,3	-43,4	-28,8	-38,9	-34,1	-36,8	142,7
Odběr BZ	36,8	40,2	41,1	58,0	47,5	59,9	53,1	57,1	39,6
Bilance BZ	-35,7	-39,1	-40,0	-56,9	-46,1	-58,8	-52,0	-56,0	139,3
Mg hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg srážky	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Mg závlaha	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Mg celkem	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
Odběr Z	7,7	7,3	6,1	7,0	6,4	7,6	7,0	7,1	6,8
Bilance Z	6,2	6,6	7,8	6,9	7,5	6,3	6,9	6,8	7,1
Odběr BZ	6,1	5,6	5,2	6,2	5,3	6,5	7,3	5,9	5,0
Bilance BZ	-2,4	-1,9	-1,5	-2,5	-1,6	-2,8	-3,6	-2,2	-1,3
Ca hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca sr.	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Ca závlaha	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6
Ca celkem	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4
Odběr Z	11,2	12,5	12,2	14,1	11,8	14,4	14,7	16,1	14,9
Bilance Z	29,2	27,9	28,2	26,3	28,6	26,0	25,7	24,3	25,5
Odběr BZ	15,2	15,3	14,5	16,4	15,4	21,8	17,4	16,0	12,1
Bilance BZ	-7,4	-7,5	-6,7	-8,6	-7,6	-14,0	-9,6	-8,2	-4,3

Tab. 24 Vstupy živin, odběry a bilance (kg/ha) 2012/2013 (kukuřice na siláž)

Varianta hnojení	1.CHl.HN.	2CHl.HN. +N1P1K1	3.CHl.HN. +N2P2K2	4.CHl.HN. +N3P3K3	5.CHl.HN. +N2P1K2	6.CHl.HN. +N2P3K2	7.CHl.HN. +N2P2K1	8.CHl.HN. +N2P2K3	9.CHl.HN. +N2P2K2
N čistých živin	0	80	120	160	120	120	120	120	120
N hnůj	88,6	88,6	88,6	88,6	88,6	88,6	88,6	88,6	88,6
N srážky	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
N závlaha	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
N celkem	111,8	191,8	231,8	271,8	231,8	231,8	231,8	231,8	231,8
Odběr Z	134,0	160,5	177,5	201,3	181,9	158,8	166,7	189,5	194,8
Bilance Z	-22,2	31,3	54,3	70,5	49,9	73,0	65,1	42,3	37,0
Odběr BZ	120,4	166,4	187,2	196,1	170,7	179,7	195,5	190,3	203,4
Bilance BZ	-13,8	20,2	39,4	70,5	55,9	46,9	31,1	36,3	23,2
P čistých živin	0,0	44,0	66,0	88,0	44,0	88,0	66,0	66,0	33,0
P hnůj	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0
P srážky	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
P závlaha	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P celkem	47,6	91,6	113,6	135,6	91,6	135,6	113,6	113,6	80,6
Odběr Z	24,1	30,3	36,8	42,4	34,8	32,0	30,1	33,2	34,6
Bilance Z	23,5	61,3	76,8	93,2	56,8	103,6	83,5	80,4	46,0
Odběr BZ	27,11	29,43	40,81	39,72	35,08	40,31	39,35	40,32	40,94
Bilance BZ	20,39	62,07	72,69	95,78	56,42	95,19	74,15	73,18	39,56
K čistých živin	0	240,7	348,6	456,5	348,6	348,6	240,7	456,5	174,3
K hnůj	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0
K srážky	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
K závlaha	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
K celkem	92,1	332,8	440,7	548,6	440,7	440,7	332,8	548,6	266,4
Odběr Z	121,9	152,9	144,6	149,7	174,2	192,1	141,6	164,6	178,3
Bilance Z	-29,8	179,9	296,1	398,9	266,5	248,6	191,2	384,0	88,1
Odběr BZ	104,1	147,2	126,0	156,4	105,2	117,5	120,5	138,6	162,5
Bilance BZ	-13,8	183,8	312,9	390,4	333,7	321,4	210,5	408,2	102,1
Mg hnůj	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5
Mg srážky	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Mg závlaha	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Mg celkem	59,2	59,2	59,2	59,2	59,2	59,2	59,2	59,2	59,2
Odběr Z	15,7	16,4	15,2	14,6	15,5	15,4	15,0	15,2	15,2
Bilance Z	43,5	42,8	44,0	44,6	43,7	43,8	44,2	44,0	44,0
Odběr BZ	14,1	13,6	14,4	14,9	12,9	12,7	14,8	13,9	15,4
Bilance BZ	40,1	40,6	39,8	39,3	41,3	41,5	39,4	40,3	38,8
Ca hnůj	252,1	252,1	252,1	252,1	252,1	252,1	252,1	252,1	252,1
Ca srážky	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
Ca závlaha	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
Ca celkem	276,0	276,0	276,0	276,0	276,0	276,0	276,0	276,0	276,0
Odběr Z	30,2	32,9	26,6	29,1	36,1	37,1	28,8	34,6	31,8
Bilance Z	245,8	243,1	249,4	246,9	239,9	238,9	247,2	241,4	244,2
Odběr BZ	24,9	29,4	24,0	32,3	16,5	19,6	24,6	27,7	32,0
Bilance BZ	235,9	231,4	236,8	228,5	244,3	241,2	236,2	233,1	228,8

Tab. 25 Vstupy živin, odběry a bilance (kg/ha) 2013/2014 (ječmen jarní)

Varianta hnojení	1.CHl.HN.	2CHl.HN. +N1P1K1	3.CHl.HN. +N2P2K2	4.CHl.HN. +N3P3K3	5.CHl.HN. +N2P1K2	6.CHl.HN. +N2P3K2	7.CHl.HN. +N2P2K1	8.CHl.HN. +N2P2K3	9.CHl.HN. +N2P2K2
N čistých živin	0,0	30,0	60,0	90,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
N hnůj	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7
N srážky	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4
N závlaha	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
N celkem	125,1	155,1	185,1	215,1	185,1	185,1	185,1	185,1	185,1
Odběr Z	82,6	110,4	130,1	148,4	127,6	134,9	142,00	146,6	143,8
Bilance Z	42,5	44,7	55,0	66,7	57,5	50,2	43,1	38,5	41,3
Odběr BZ	66,9	105,6	128,4	140,7	119,0	128,9	113,6	123,9	135,2
Bilance BZ	55,2	46,5	53,7	71,4	63,1	53,2	68,5	58,2	46,9
P čistých živin	0	0	0	0	0	0	0	0	33,0
P hnůj	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4
P srážky	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
P závlaha	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P celkem	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	91,2
Odběr Z	20,6	25,0	25,0	27,3	27,0	29,2	24,7	28,6	28,0
Bilance Z	37,5	33,1	33,1	30,8	31,1	28,9	33,4	29,5	63,2
Odběr BZ	16,4	21,8	25,0	25,9	20,5	24,1	21,6	22,9	24,0
Bilance BZ	41,6	36,2	33,0	32,1	37,5	33,9	36,4	35,1	67,1
K čistých živin	0	0	0	0	0	0	0	0	174,3
K hnůj	109,0	109,0	109,0	109,0	109,0	109,0	109,0	109,0	109,0
K srážky	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
K závlaha	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
K celkem	115,8	115,8	115,8	115,8	115,8	115,8	115,8	115,8	290,1
Odběr Z	40,7	60,4	64,1	71,3	69,6	72,5	62,7	82,8	67,4
Bilance Z	75,1	55,4	51,7	44,5	46,2	43,3	53,1	33,0	222,7
Odběr BZ	36,6	50,2	62,3	61,8	46,8	55,7	48,5	54,6	54,8
Bilance BZ	73,7	60,1	48,0	48,5	63,5	54,6	61,8	55,7	229,8
Mg hnůj	61,7	61,7	61,7	61,7	61,7	61,7	61,7	61,7	61,7
Mg srážky	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Mg závlaha	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
Mg celkem	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5
Odběr Z	8,3	9,5	8,9	8,6	9,4	9,1	8,8	10,0	9,6
Bilance Z	66,6	65,4	66,0	66,3	65,5	65,8	66,1	64,9	65,3
Odběr BZ	6,2	7,5	7,4	7,3	6,8	7,3	6,8	7,2	7,8
Bilance BZ	55,4	54,1	54,2	54,3	54,8	54,3	54,8	54,4	53,8
Ca hnůj	308,1	308,1	308,1	308,1	308,1	308,1	308,1	308,1	308,1
Ca srážky	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
Ca závlaha	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6
Ca celkem	352,3	352,3	352,3	352,3	352,3	352,3	352,3	352,3	352,3
Odběr Z	10,7	11,9	11,6	12,9	16,0	15,1	13,0	14,9	14,8
Bilance Z	318,8	317,6	317,9	316,6	313,5	314,4	316,5	314,6	314,7
Odběr BZ	9,5	12,1	13,7	16,7	12,7	11,9	11,2	12,4	14,7
Bilance BZ	284,4	281,8	280,2	277,2	281,2	282,0	282,7	281,5	279,2

Tab. 26 Vstupy živin, odběry a bilance (kg/ha) 2014/2015 (brambory rané)

Varianta hnojení	1.CHl.HN.	2CHl.HN. +N1P1K1	3.CHl.HN. +N2P2K2	4.CHl.HN. +N3P3K3	5.CHl.HN. +N2P1K2	6.CHl.HN. +N2P3K2	7.CHl.HN. +N2P2K1	8.CHl.HN. +N2P2K3	9.CHl.HN. +N2P2K2
N čistých živin	0	65	90	115	90	90	90	90	90
N hnůj	111,9	111,9	111,9	111,9	111,9	111,9	111,9	111,9	111,9
N srážky	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
N závlaha	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
N celkem	131,3	196,3	221,3	246,3	221,3	221,3	221,3	221,3	221,3
Odběr Z	47,0	93,3	87,2	106,6	92,9	95,9	87,5	120,4	150,4
Bilance Z	22,5	92,3	102,9	110,4	100,2	79,2	96,6	103,2	89,7
Odběr BZ	52,4	59,3	72,3	89,4	78,1	102,4	72,9	65,6	69,7
Bilance BZ	74,0	132,1	144,1	152,0	138,3	114,0	143,5	150,8	146,7
P čistých živin	0,0	44,0	66,0	88,0	44,0	88,0	66,0	66,0	33,0
P hnůj	31,1	31,1	31,1	31,1	31,1	31,1	31,1	31,1	31,1
P srážky	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
P závlaha	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
P celkem	32,0	76,0	98,0	120,0	76,0	120,0	98,0	98,0	65,0
Odběr Z	10,8	21,1	18,7	17,4	19,9	18,8	15,2	25,2	28,3
Bilance Z	21,2	54,9	79,3	102,6	56,1	101,2	82,8	72,8	36,7
Odběr BZ	10,9	13,9	14,3	14,8	13,9	19,7	14,3	14,4	11,5
Bilance BZ	20,9	61,9	83,5	105,0	61,9	100,1	83,5	83,4	53,3
K čistých živin	0,0	240,7	348,6	456,5	348,6	348,6	240,7	456,5	174,3
K hnůj	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9
K srážky	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
K závlaha	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
K celkem	167,4	408,1	516,0	623,9	516,0	516,0	408,1	623,9	341,7
Odběr Z	80,0	180,4	184,0	231,3	222,1	211,2	169,8	228,9	231,7
Bilance Z	87,4	227,7	332,0	392,6	293,9	304,8	238,3	395,0	110,0
Odběr BZ	74,4	131,1	128,5	149,6	122,2	155,0	110,0	121,2	95,2
Bilance BZ	85,5	269,5	380,0	466,8	386,3	353,5	290,6	495,2	239,0
Mg hnůj	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3
Mg srážky	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Mg závlaha	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
Mg celkem	65,6	65,6	65,6	65,6	65,6	65,6	65,6	65,6	65,6
Odběr Z	3,6	7,2	6,5	8,0	7,8	7,0	5,3	7,0	9,2
Bilance Z	62,0	58,4	59,1	57,6	57,8	58,6	60,3	58,6	56,4
Odběr BZ	3,4	4,9	4,9	5,7	5,3	5,6	4,1	4,0	3,8
Bilance BZ	42,1	40,6	40,6	39,8	40,2	39,9	41,4	41,5	41,7
Ca hnůj	151,6	151,6	151,6	151,6	151,6	151,6	151,6	151,6	151,6
Ca srážky	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6
Ca závlaha	50,2	50,2	50,2	50,2	50,2	50,2	50,2	50,2	50,2
Ca celkem	212,4	212,4	212,4	212,4	212,4	212,4	212,4	212,4	212,4
Odběr Z	2,9	8,3	4,5	8,0	7,8	7,0	3,0	4,9	10,6
Bilance Z	209,5	204,1	207,9	204,4	204,6	205,4	209,4	207,5	201,8
Odběr BZ	1,6	5,6	2,2	4,8	4,1	3,8	2,7	2,4	1,9
Bilance BZ	160,6	156,6	160,0	157,4	158,1	158,4	159,5	159,8	160,3

Tab. 27 Vstupy živin, odběry a bilance (kg/ha) 2015/2016 (pšenice ozimá)

Varianta hnojení	1.CHl.HN.	2CHl.HN. +N1P1K1	3.CHl.HN. +N2P2K2	4.CHl.HN. +N3P3K3	5.CHl.HN. +N2P1K2	6.CHl.HN. +N2P3K2	7.CHl.HN. +N2P2K1	8.CHl.HN. +N2P2K3	9.CHl.HN. +N2P2K2
N čistých živin	0	60	90	120	90	90	90	90	90
N hnůj	125,9	125,9	125,9	125,9	125,9	125,9	125,9	125,9	125,9
N srážky	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
N závlaha	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
N celkem	137,4	197,4	227,4	257,4	227,4	227,4	227,4	227,4	227,4
Odběr Z	119,7	160,8	209,3	212,6	204,4	205,3	211,2	207,1	206,7
Bilance Z	17,7	36,6	18,1	44,8	23,0	22,1	16,2	20,3	20,7
Odběr BZ	148,1	175,1	197,5	199,9	195,4	193,2	192,2	189,5	193,3
Bilance BZ	-12,5	20,5	28,1	55,7	30,2	32,4	63,4	36,1	32,3
P čistých živin	0	0	0	0	0	0	0	0	33
P hnůj	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1
P srážky	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
P závlaha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P celkem	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7	71,7
Odběr Z	28,1	34,4	44,2	40,9	41,7	46,9	42,6	40,8	45,5
Bilance Z	10,6	4,3	-5,5	-2,2	-3,0	-8,2	-3,9	-2,1	26,2
Odběr BZ	27,5	38,5	44,3	45,9	42,4	43,8	47,2	42,9	47,0
Bilance BZ	11,2	0,2	-5,6	-7,2	-3,7	-5,1	-8,5	-4,2	24,7
K čistých živin	0	0	0	0	0	0	0	0	174,3
K hnůj	194,2	194,2	194,2	194,2	194,2	194,2	194,2	194,2	194,2
K srážky	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
K závlaha	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
K celkem	202,4	202,4	202,4	202,4	202,4	202,4	202,4	202,4	376,7
Odběr Z	47,2	51,3	58,8	75,3	77,7	114,8	74,8	67,1	74,3
Bilance Z	155,2	151,1	143,6	127,1	124,7	87,6	127,6	135,3	302,4
Odběr BZ	36,4	49,0	61,6	75,8	64,9	66,9	60,7	55,4	58,9
Bilance BZ	159,4	146,8	134,2	120,0	130,9	128,9	135,1	140,4	311,2
Mg hnůj	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3
Mg srážky	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Mg závlaha	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
Mg celkem	67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	67,3
Odběr Z	14,1	16,1	19,5	19,1	19,3	20,0	18,8	19,5	18,5
Bilance Z	53,2	51,2	47,8	48,2	48,0	47,3	48,5	47,8	48,8
Odběr BZ	13,2	15,2	15,6	15,5	15,6	15,9	15,9	14,6	16,8
Bilance BZ	37,7	35,7	35,3	35,4	35,3	35,0	35,0	36,3	34,1
Ca hnůj	185,2	185,2	185,2	185,2	185,2	185,2	185,2	185,2	185,2
Ca srážky	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1
Ca závlaha	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7
Ca celkem	241,0	241,0	241,0	241,0	241,0	241,0	241,0	241,0	241,0
Odběr Z	17,7	19,9	26,0	24,6	27,4	31,1	30,0	30,8	27,9
Bilance Z	223,3	221,1	215,0	216,4	213,6	210,0	211,0	210,2	213,1
Odběr BZ	20,5	30,0	38,4	29,1	30,7	28,3	30,9	26,5	28,9
Bilance BZ	178,8	169,3	160,9	170,2	168,6	171,0	168,4	172,8	170,4

Tab. 28 Vstupy živin, odběry a bilance (kg/ha) 2016/2017 (vojtěška-zásev)

Varianta hnojení	1.ChI.HN.	2ChI.HN. +N1P1K1	3.ChI.HN. +N2P2K2	4.ChI.HN. +N3P3K3	5.ChI.HN. +N2P1K2	6.ChI.HN. +N2P3K2	7.ChI.HN. +N2P2K1	8.ChI.HN. +N2P2K3	9.ChI.HN. +N2P2K2
N čistých živin	0	0	20	40	20	20	20	20	20
N hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N srážky	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
N závlaha	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
N celkem	7,4	7,4	27,4	47,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
Odběr Z	84,5	73,3	66,3	66,4	69,0	81,6	73,6	90,1	70,0
Bilance Z	-77,1	-65,9	-38,9	-19,0	-41,6	-54,2	-46,2	-62,7	-42,6
Odběr BZ	16,2	9,9	18,8	24,8	15,1	24,8	22,4	21,2	25,5
Bilance BZ	-9,6	-3,3	7,8	21,8	11,5	1,8	4,2	5,4	1,1
P čistých živin	0	44	66	88	44	88	66	66	33
P hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P srážky	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
P závlaha	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
P celkem	1,9	45,9	67,9	89,9	45,9	89,9	67,9	67,9	34,9
Odběr Z	7,6	7,3	6,4	6,8	6,1	8,5	7,6	8,6	6,6
Bilance Z	-5,7	38,6	61,5	83,1	39,8	81,4	60,3	59,3	28,3
Odběr BZ	1,5	1,00	2,0	2,7	1,5	2,6	2,3	2,2	2,7
Bilance BZ	-1,0	43,5	64,5	85,8	43,0	85,9	64,2	64,3	30,8
K čistých živin	0	240,7	348,6	456,5	348,6	348,6	240,7	456,5	174,3
K hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K srážky	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
K závlaha	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
K celkem	15,0	255,7	363,6	471,5	363,6	363,6	255,7	471,5	189,3
Odběr Z	56,9	63,0	50,5	50,8	56,3	71,9	63,5	74,8	58,4
Bilance Z	-41,9	192,7	313,1	420,7	307,3	291,7	192,2	396,7	130,9
Odběr BZ	9,8	7,1	14,8	20,1	11,1	18,3	17,00	16,3	19,9
Bilance BZ	-8,2	235,2	335,4	438,0	339,1	331,9	225,3	441,8	156,0
Mg hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg srážky	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Mg závlaha	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Mg celkem	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4
Odběr Z	7,6	6,6	6,0	6,0	5,3	6,6	6,4	7,0	5,7
Bilance Z	16,8	17,8	18,4	18,4	19,1	17,8	18,0	17,4	18,7
Odběr BZ	1,9	1,1	2,2	3,00	1,8	3,0	2,3	2,4	2,7
Bilance BZ	-1,5	-0,7	-1,8	-2,6	-1,4	-2,6	-1,9	-2,0	-2,3
Ca hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca srážky	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
Ca závlaha	69,1	69,1	69,1	69,1	69,1	69,1	69,1	69,1	69,1
Ca celkem	77,2	77,2	77,2	77,2	77,2	77,2	77,2	77,2	77,2
Odběr Z	42,0	44,0	49,0	42,4	48,5	61,4	52,5	45,9	47,7
Bilance Z	35,2	33,2	28,2	34,8	28,7	15,8	24,7	31,3	29,5
Odběr BZ	10,4	6,3	12,1	13,7	12,3	17,3	14,8	14,8	17,1
Bilance BZ	-2,3	1,8	-4,0	-5,6	-4,2	-9,2	-6,7	-6,7	-9,0

Tab. 29 Vstupy živin, odběry a bilance (kg/ha) 2017/2018 (vojtěška – užitkový rok)

Varianta hnojení	1.ChI.HN.	2ChI.HN. +N1P1K1	3.ChI.HN. +N2P2K2	4.ChI.HN. +N3P3K3	5.ChI.HN. +N2P1K2	6.ChI.HN. +N2P3K2	7.ChI.HN. +N2P2K1	8.ChI.HN. +N2P2K3	9.ChI.HN. +N2P2K2
N čistých živin	0	0	20	40	20	20	20	20	20
N hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N srážky	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
N závlaha	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
N celkem	12,4	12,4	32,4	52,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4
Odběr Z	537,2	527,2	506,2	497,6	497,9	473,3	455,2	512,9	530,0
Bilance Z	-524,8	-514,8	-473,8	-445,2	-465,5	-440,9	-422,8	-480,5	-497,6
Odběr BZ	427,7	390,7	405,2	393,3	402,1	426,7	389,7	413,8	409,3
Bilance BZ	-421,3	-384,3	-378,8	-346,9	-375,7	-400,3	-363,3	-387,4	-382,9
P čistých živin	0	0	0	0	0	0	0	0	33
P hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P srážky	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
P závlaha	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
P celkem	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	34,0
Odběr Z	53,6	53,4	51,1	58,5	53,5	53,8	52,2	53,5	56,6
Bilance Z	-52,6	-52,4	-50,1	-57,5	-52,5	-52,8	-51,2	-52,5	-22,6
Odběr BZ	39,0	41,9	41,9	44,7	42,1	43,2	42,6	46,2	44,3
Bilance BZ	-38,2	-41,1	-41,1	-43,9	-41,3	-42,4	-41,8	-45,4	-10,5
K čistých živin	0	0	0	0	0	0	0	0	174,3
K hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K srážky	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
K závlaha	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7
K celkem	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	206,5
Odběr Z	390,6	534,0	542,8	628,8	588,7	569,1	522,6	603,5	609,6
Bilance Z	-358,4	-501,8	-510,6	-596,6	-556,5	-536,9	-490,4	-571,3	-403,1
Odběr BZ	339,7	420,0	433,4	418,9	422,8	425,5	409,3	448,1	437,3
Bilance BZ	-338,2	-418,5	-431,9	-417,4	-421,3	-424,0	-407,8	-446,6	-261,5
Mg hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg srážky	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Mg závlaha	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
Mg celkem	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4
Odběr Z	52,8	51,7	47,1	46,3	44,6	47,2	45,9	50,3	50,4
Bilance Z	-40,4	-39,3	-34,7	-33,9	-32,2	-34,8	-33,5	-37,9	-38,0
Odběr BZ	45,1	36,8	37,7	34,3	35,8	40,0	38,7	39,4	37,7
Bilance BZ	-44,8	-36,5	-37,4	-34,0	-35,5	-39,7	-38,4	-39,1	-37,4
Ca hnůj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca sr.	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Ca závlaha	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8
Ca celkem	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7
Odběr Z	275,0	250,9	258,6	247,7	223,5	243,1	258,6	275,0	281,7
Bilance Z	-233,3	-209,2	-216,9	-206,0	-181,8	-201,4	-216,9	-233,3	-240,0
Odběr BZ	246,5	218,1	241,5	213,0	227,4	247,0	231,3	230,5	227,8
Bilance BZ	-240,6	-212,2	-235,6	-207,1	-221,5	-241,1	-225,4	-224,6	-221,9

Tab. 30 Celkové vstupy živin, odběry a bilance (kg/ha) za 5. osevní sled

Varianta hnojení	1.ChI.HN.	2ChI.HN. +N1P1K1	3.ChI.HN. +N2P2K2	4.ChI.HN. +N3P3K3	5.ChI.HN. +N2P1K2	6.ChI.HN. +N2P3K2	7.ChI.HN. +N2P2K1	8.ChI.HN. +N2P2K3	9.ChI.HN. +N2P2K2
N čistých živin	0	325	550	775	550	550	550	550	550
N hnůj	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1
N srážky	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3
N závlaha	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2
N celkem	570,6	895,6	1120,6	1345,6	1120,6	1120,6	1120,6	1120,6	1120,6
Odběr Z	1262,2	1450,9	1506,1	1611,7	1509,8	1515,3	1498,5	1628,8	1658,9
Bilance Z	-691,6	-555,3	-385,5	-266,1	-389,2	-394,7	-377,9	-508,2	-538,3
Odběr BZ	1090,0	1210,6	1330,9	1387,0	1307,2	1394,6	1318,3	1334,0	1356,2
Bilance BZ	-549,6	-345,2	-240,5	-71,6	-216,8	-304,2	-227,9	-243,6	-265,8
P čistých živin	0	176	264	352	176	352	264	264	264
P hnůj	173,6	173,6	173,6	173,6	173,6	173,6	173,6	173,6	173,6
P srážky	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
P závlaha	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
P celkem	355,0	357,4	445,4	533,4	357,4	533,4	445,4	445,4	445,4
Odběr Z	189,9	228,1	237,9	255,1	235,7	250,2	230,1	243,2	252,3
Bilance Z	165,1	129,3	207,5	278,3	121,7	283,2	215,3	202,2	193,1
Odběr BZ	166,5	194,9	221,4	232,0	206,4	229,5	222,0	222,3	220,5
Bilance BZ	186,1	160,1	221,6	299,0	148,6	301,5	221,0	220,7	222,5
K čistých živin	0	962,8	1394,4	1826,0	1394,4	1394,4	962,8	1826,0	1394,4
K hnůj	551,1	551,1	551,1	551,1	551,1	551,1	551,1	551,1	551,1
K srážky	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6
K závlaha	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4
K celkem	634,1	1596,9	2028,5	2460,1	2028,5	2028,5	1596,9	2460,1	2028,5
Odběr Z	833,1	1151,1	1154,9	1340,6	1295,1	1350,2	1149,2	1336,7	1343,0
Bilance Z	-199,0	445,8	873,6	1119,5	733,4	678,3	447,7	1123,4	685,5
Odběr BZ	701,1	914,7	947,9	1019,9	898,1	976,6	893,1	962,6	941,3
Bilance BZ	-139,4	609,8	1008,2	1367,8	1058,0	979,5	631,4	1425,1	1014,8
Mg hnůj	201,8	201,8	201,8	201,8	201,8	201,8	201,8	201,8	201,8
Mg srážky	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6
Mg závlaha	110,6	110,6	110,6	110,6	110,6	110,6	110,6	110,6	110,6
Mg celkem	338,0	338,0	338,0	338,0	338,0	338,0	338,0	338,0	338,0
Odběr Z	126,2	133,6	127,6	130,5	126,7	131,8	126,7	134,3	133,6
Bilance Z	211,8	204,4	210,4	207,5	211,3	206,2	211,3	203,7	204,4
Odběr BZ	106,2	100,3	104,3	105,1	100,6	107,3	106,4	104,6	106,0
Bilance BZ	121,2	127,1	123,1	122,3	126,8	120,1	121,0	122,8	121,4
Ca hnůj	897,0	897,0	897,0	897,0	897,0	897,0	897,0	897,0	897,0
Ca sr.	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2
Ca závlaha	301,1	301,1	301,1	301,1	301,1	301,1	301,1	301,1	301,1
Ca celkem	1274,3	1274,3	1274,3	1274,3	1274,3	1274,3	1274,3	1274,3	1274,3
Odběr Z	406,8	403,9	415,1	410,7	395,7	437,1	428,6	450,5	463,5
Bilance Z	867,5	870,4	859,2	863,6	878,6	837,2	845,7	823,8	810,8
Odběr BZ	348,6	339,9	374,9	358,6	348,2	377,7	354,8	357,2	366,6
Bilance BZ	624,6	633,3	598,3	614,6	625,0	595,5	618,4	616,0	606,6

Tab. 31 Průměrné roční vstupy živin, odběry a bilance (kg/ha) za 5. osevní sled

Varianta hnojení	1.ChI.HN.	2ChI.HN. +N1P1K1	3.ChI.HN. +N2P2K2	4.ChI.HN. +N3P3K3	5.ChI.HN. +N2P1K2	6.ChI.HN. +N2P3K2	7.ChI.HN. +N2P2K1	8.ChI.HN. +N2P2K3	9.ChI.HN. +N2P2K2
N čistých živin	0	81,3	68,8	96,9	68,8	68,8	68,8	68,8	68,8
N hnůj	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3
N srážky	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
N závlaha	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
N celkem	71,3	152,6	140,1	168,2	140,1	140,1	140,1	140,1	140,1
Odběr Z	157,8	181,4	188,3	201,5	188,7	189,4	187,3	203,6	207,4
Bilance Z	-86,5	-69,4	-48,2	-33,3	-48,7	-49,3	-47,2	-63,5	-67,3
Odběr BZ	136,3	151,3	166,4	173,4	163,4	174,3	164,8	166,8	169,5
Bilance BZ	-68,7	-43,1	-30,1	-9,0	-27,1	-38,0	-28,5	-30,5	-33,2
P čistých živin	0	22	33	44	22	44	33	33	33
P hnůj	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7
P srážky	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
P závlaha	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
P celkem	21,7	45,0	56,0	67,0	45,0	67,0	56,0	56,0	56,0
Odběr Z	23,7	28,5	29,7	31,9	29,5	31,3	28,8	30,4	31,5
Bilance Z	20,6	16,2	25,9	34,8	15,2	35,4	26,9	25,3	24,1
Odběr BZ	20,8	24,4	27,7	29,0	25,8	28,7	27,8	27,8	27,6
Bilance BZ	23,3	20,0	27,7	37,4	18,6	37,7	27,6	27,6	27,8
K čistých živin	0	120,4	174,3	228,3	174,3	174,3	120,4	228,3	174,3
K hnůj	68,9	68,9	68,9	68,9	68,9	68,9	68,9	68,9	68,9
K srážky	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
K závlaha	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
K celkem	79,3	199,6	253,6	307,5	253,6	253,6	199,6	307,5	253,6
Odběr Z	104,1	143,9	144,4	167,6	161,9	168,8	143,7	167,1	167,9
Bilance Z	-24,9	55,7	109,2	139,9	91,7	84,8	56,0	140,4	85,7
Odběr BZ	87,6	114,3	118,5	127,5	112,3	122,1	111,6	120,3	117,7
Bilance BZ	-17,4	76,2	126,0	171,0	132,3	122,4	78,9	178,1	126,9
Mg hnůj	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2
Mg srážky	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Mg závlaha	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Mg celkem	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3
Odběr Z	15,8	16,7	16,0	16,3	15,8	16,5	15,8	16,8	16,7
Bilance Z	26,5	25,6	26,3	25,9	26,4	25,8	26,4	25,5	25,6
Odběr BZ	13,3	12,5	13,0	13,1	12,6	13,4	13,3	13,1	13,3
Bilance BZ	15,2	15,9	15,4	15,3	15,9	15,0	15,1	15,4	15,2
Ca hnůj	112,1	112,1	112,1	112,1	112,1	112,1	112,1	112,1	112,1
Ca srážky	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Ca závlaha	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6
Ca celkem	159,3	159,3	159,3	159,3	159,3	159,3	159,3	159,3	159,3
Odběr Z	50,9	50,5	51,9	51,3	49,5	54,6	53,6	56,3	57,9
Bilance Z	108,4	108,8	107,4	108,0	109,8	104,7	105,7	103,0	101,4
Odběr BZ	43,6	42,5	46,9	44,8	43,5	47,2	44,4	44,7	45,8
Bilance BZ	78,1	79,2	74,8	76,8	78,1	74,4	77,3	77,0	75,8

3.8 Zhodnocení agrochemických rozborů půdy

Tabulka 32 prezentuje stručný přehled posledního vápnění. Od jeho založení v roce 1977 bylo vápněno celkem 8 x, naposledy na podzim 2003.

Tab. 32 Přehled aplikovaných vápnění CaO v t/ha

Varianta hnojení	1.ChI.HN.	2.ChI.HN. +$N_1P_1K_1$	3.ChI.HN. +$N_2P_2K_2$	4.ChI.HN. +$N_3P_3K_3$	5.ChI.HN. +$N_2P_1K_2$	6.ChI.HN. +$N_2P_3K_2$	7.ChI.HN. +$N_2P_2K_1$	8.ChI.HN. +$N_2P_2K_3$	9.ChI.HN. +$N_2P_2K_2$
Vápnění 2003									
pH (2002) závlaha	6,7	6,7	6,5	6,2	6,6	6,6	6,6	6,9	6,8
CaO t/ha závlaha	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	-	-
pH (2002) bez záv.	6,6	6,5	6,4	6,3	6,4	6,3	6,4	6,4	6,5
CaO t/ha bez záv.	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Vyhláška č. 257/1998 Sb.

Tab. 33 Kritéria hodnocení přístupného obsahu fosforu, draslíku a hořčíku (Mehlich 3), střední půdy

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

Za účelem porovnání hodnot půdní reakce v delším časovém období byly provedeny analýzy půdních vzorků z archivu metodou Mehlich 3. V roce 2019 byl dodatečně analyzován nejstarší dostupný archivní vzorek z roku 1984. Pro ucelený přehled výsledků jsou prezentovány taktéž půdní vlastnosti ze 4. osevního sledu (tab. 35)

Tab. 34 Agrochemické vlastnosti půdy v roce 1984 (0-30 cm), Mehlich 3 (vzorky archiv, analýzy 2019), 0–30 cm

varianta hnojení **závlaha**	pH/$CaCl_2$	obsah přístupných živin v mg/kg (Mehlich 3)			
		P	K	Mg	Ca (2002)
1. ChI.HN.	7,0	73,1	208,3	417,1	3546
2. ChI.HN. + $N_1P_1K_1$	6,9	89,8	218,8	403,2	3371
3. ChI.HN. + $N_2P_2K_2$	6,6	95,3	232,4	402,4	3400
4. ChI.HN. + $N_3P_3K_3$	6,7	107,7	236,7	400,7	3446
5. ChI.HN. + $N_2P_1K_2$	6,8	85,4	211,2	397,5	3663
6. ChI.HN. + $N_2P_3K_2$	6,8	104,8	233,8	409,5	3508
7. ChI.HN. + $N_2P_2K_1$	6,7	103,8	236,8	399,8	3370
8. ChI.HN. + $N_2P_2K_3$	6,8	105,3	248,1	395,7	3402
9. ChI.HN. + $N_2P_2K_2$	6,6	115,9	249,6	392,5	3336
bez závlahy					
1. ChI.HN.	6,4	107,5	291,3	276,1	3058
2. ChI.HN. + $N_1P_1K_1$	6,2	141,6	301,5	270,7	3027
3. ChI.HN. + $N_2P_2K_2$	6,2	153,8	348,4	271,9	3030
4. ChI.HN. + $N_3P_3K_3$	6,0	179,5	396,6	267,7	3021
5. ChI.HN. + $N_2P_1K_2$	6,1	161,8	352,3	273,8	3003
6. ChI.HN. + $N_2P_3K_2$	5,9	197,8	362,4	257,5	2894
7. ChI.HN. + $N_2P_2K_1$	6,1	152,9	318,4	275,0	3034
8. ChI.HN. + $N_2P_2K_3$	6,1	157,4	351,9	271,3	3014
9. ChI.HN. + $N_2P_2K_2$	6,5	172,2	351,0	255,5	3039

Tab. 35 Porovnání agrochemických vlastností na počátku a konci 4. osevního sledu, 0–30 cm

varianta hnojení **závlaha**	pH/$CaCl_2$		obsah přijatelných živin v mg/kg (Mehlich 3)							
			P		K		Mg		Ca	
	2002	2010	2002	2010	2002	2010	2002	2010	2002	2010
1. CHl.HN.	6,7	6,6	67	62	203	203	481	426	3430	3180
2. CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	6,7	6,6	80	70	246	244	459	413	3490	3160
3. CHl.HN.+$N_2P_2K_2$	6,5	6,3	86	72	263	291	397	384	3150	3010
4. CHl.HN.+$N_3P_3K_3$	6,2	6,2	124	87	307	350	406	367	3230	3010
5. CHl.HN.+$N_2P_1K_2$	6,6	7,0	151	75	302	274	457	395	3690	3860
6. CHl.HN.+$N_2P_3K_2$	6,6	6,5	95	88	282	291	429	415	3330	3190
7. CHl.HN.+$N_2P_2K_1$	6,6	6,7	87	88	260	273	460	417	3460	3390
8. CHl.HN.+$N_2P_2K_3$	6,9	7,1	85	81	310	331	444	393	3830	4040
9. CHl.HN.+$N_2P_2K_2$	6,8	6,7	86	98	258	337	408	403	3490	3550
bez závlahy										
1. CHl.HN.	6,6	6,5	97	103	230	271	257	214	3350	3260
2. CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	6,5	6,4	109	96	263	288	235	211	3160	3130
3. CHl.HN.+$N_2P_2K_2$	6,4	6,4	147	128	362	411	230	192	3390	3130
4. CHl.HN.+$N_3P_3K_3$	6,3	6,3	145	109	385	415	228	193	3230	3120
5. CHl.HN.+$N_2P_1K_2$	6,4	6,4	118	104	355	377	231	192	3220	3080
6. CHl.HN.+$N_2P_3K_2$	6,3	6,3	152	114	368	377	227	194	3240	3010
7. CHl.HN.+$N_2P_2K_1$	6,4	6,3	126	109	317	328	260	224	3490	3090
8. CHl.HN.+$N_2P_2K_3$	6,4	6,4	129	122	376	454	225	210	3260	3080
9. CHl.HN.+$N_2P_2K_2$	6,5	6,4	138	118	339	370	232	224	3390	3180

Tab. 36 Porovnání agrochemických vlastností na počátku a konci 5. osevního sledu, 0–30 cm

varianta hnojení **závlaha**	pH/$CaCl_2$		obsah přijatelných živin v mg/kg (Mehlich 3)							
			P		K		Mg		Ca	
	2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018
1. CHl.HN.	6,6	6,9	62,1	70,3	203	220	426	470	3180	3420
2. CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	6,6	6,5	69,7	95,6	244	278	413	426	3160	3230
3. CHl.HN.+$N_2P_2K_2$	6,3	6,3	71,5	139	291	351	384	421	3010	3280
4. CHl.HN.+$N_3P_3K_3$	6,2	6,0	86,9	187	350	509	367	396	3010	3160
5. CHl.HN.+$N_2P_1K_2$	7,0	6,8	75,4	110	274	378	395	398	3860	3950
6. CHl.HN.+$N_2P_3K_2$	6,5	6,4	87,6	133	291	305	415	419	3190	3250
7. CHl.HN+$N_2P_2K_1$	6,7	6,3	81,7	113	273	294	417	430	3390	3200
8. CHl.HN.+$N_2P_2K_3$	7,1	6,9	80,6	143	331	441	393	385	4040	4680
9. CHl.HN.+$N_2P_2K_2$	6,7	6,2	97,5	126	337	335	403	415	3550	3140
bez závlahy										
1. CHl.HN.	6,5	6,6	103	87,8	271	221	214	247	3260	3290
2. CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	6,4	6,5	95,9	168	288	445	211	242	3130	3340
3. CHl.HN.+$N_2P_2K_2$	6,4	6,2	128	167	411	441	192	225	3130	3200
4. CHl.HN.+$N_3P_3K_3$	6,3	6,2	109	220	415	611	193	244	3120	3240
5. CHl.HN.+$N_2P_1K_2$	6,4	6,4	104	143	377	457	192	222	3080	3210
6. CHl.HN.+$N_2P_3K_2$	6,3	5,9	114	255	377	569	194	215	3010	2930
7. CHl.HN.+$N_2P_2K_1$	6,3	6,2	109	183	328	378	224	243	3090	3290
8. CHl.HN.+$N_2P_2K_3$	6,4	6,2	122	193	454	620	210	210	3080	2910
9. CHl.HN.+$N_2P_2K_2$	6,4	6,4	118	171	370	428	224	227	3180	3210

Tab. 37 Agrochemické vlastnosti půdy na konci 5.osevního sledu horizont 30–60 cm

varianta hnojení **závlaha**	pH/$CaCl_2$	obsah přístupných živin v mg/kg (Mehlich 3)			
		P	K	Mg	Ca
1. CHl.HN.	7,0	41,0	188	461	3570
2. CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	6,8	71,5	236	448	3360
3. CHl.HN.+$N_2P_2K_2$	6,8	94,1	297	433	3430
4. CHl.HN.+$N_3P_3K_3$	6,8	105	320	419	3230
bez závlahy					
1. CHl.HN.	6,8	44,9	225	274	3490
2. CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	6,8	74,3	337	267	3650
3. CHl.HN.+$N_2P_2K_2$	6,5	75,4	347	256	3470
4. CHl.HN.+$N_3P_3K_3$	6,3	113	595	237	3060

Plocha zavlažovaná vykazuje nižší hodnoty obsahu P a K, obsah přístupného Mg a Ca je naopak vyšší. Nižší obsah P a K a vyšší obsah Mg a Ca než na ploše bez závlahy přetrvává i na konci osevního sledu 2011 - 2018. Plocha bez závlahy vykazuje na konci 5. osevního sledu vysoké až velmi vysoké obsahy fosforu a draslíku téměř na všech minerálně hnojených variantách.

Na ploše zavlažované se udržuje vyšší hodnota pH než na ploše bez závlahy v celém sledovaném období. Je patrný okyselující účinek minerálního hnojení. Nejnižší hodnotu pH vykazuje plocha s nejvyšší úrovní stupňování všech živin, a to na obou plochách. Na ploše bez závlahy dosahuje oproti ostatním variantám nízkého pH také varianta 6.CHL.HN. + N2P3K2.

Na konci 5. osevního sledu se již většina hodnot pH pohybuje v rozmezí 6,1 – 6,5 a vyžaduje vápnění v nejnižší dávce (0,20 t CaO/ha), což je zvláště patrné na ploše bez závlahy, kde jedinou variantou, kterou je možné ponechat bez vápnění je varianta 1. CHL.HN. (hnojená pouze chlévským hnojem).

Na ploše se závlahou nevyžadují vápnění pouze varianty 1. CHL.HN., 5. CHL.HN. + $N_2P_2K_2$ a 8. CHL.HN. + N2P2K3 (hodnoty pH zde neklesají pod 6,5). Varianta s nejvyšší dávkou živin (4. CHL.HN. + $N_3P_3K_3$) vykazuje nejnižší pH (pH 6) a bylo by vhodné použít vyšší dávku vápnění (0,40 t CaO/ha doporučovanou pro hodnoty pH 5,6 – 6,0). (Trávník a kol., 2014).

Na konci 5. osevního sledu (r. 2018) byly provedeny analýzy vybraných vzorků z podorničí (30–60 cm). Ve spodním horizontu byly zjištěny nižší obsahy P a K a vyšší obsahy Mg a Ca než ve svrchním horizontu.

3.8.1 Hodnocení poměru draslíku a hořčíku

Tab. 38 Poměr draslíku a hořčíku na ploše zavlažované (vybrané osevní sledy v období 1984–2018)

	1984			2002			2010			2018		
Varianta	K	Mg	K/Mg	K	Mg	K/Mg	K	Mg	K/Mg	K	Mg	K/Mg
1.ChI.HN.	208,3	417,1	**0,5**	203	481	**0,4**	203	426	0,5	220	470	**0,5**
2.ChI.HN.+$N_1P_1K_1$	218,8	403,2	**0,5**	246	459	**0,5**	244	413	0,6	278	426	**0,7**
3.CHL.HN.+N2P2K2	232,4	402,4	**0,6**	263	397	**0,7**	291	384	0,8	351	421	**0,8**
4.ChI.HN.+N3P3K3	236,7	400,7	**0,6**	307	406	**0,8**	350	367	1,0	509	396	**1,3**
5.ChI.HN.+N2P1K2	211,2	397,5	**0,5**	302	457	**0,7**	274	395	0,7	378	398	**0,9**
6.ChI.HN.+N2P3K2	233,8	409,5	**0,6**	282	429	**0,7**	291	415	0,7	305	419	**0,7**
7.ChI.HN.+N2P2K1	236,8	399,8	**0,6**	260	460	**0,6**	273	417	0,7	294	430	**0,7**
8.ChI.HN.+N2P2K3	248,1	395,7	**0,6**	310	444	**0,7**	331	393	0,8	441	385	**1,1**
9.ChI.HN.+N2P2K2	249,6	392,5	**0,6**	258	408	**0,6**	337	403	0,8	335	415	**0,8**

Tab. 39 Poměr draslíku a hořčíku na ploše bez závlahy (vybrané osevní sledy v období 1984–2018)

	1984			2002			2010			2018		
Varianta	K	Mg	K/Mg	K	Mg	K/Mg	K	Mg	K/Mg	K	Mg	K/Mg
1.ChI.HN.	291,3	276,1	**1,1**	230	257	**0,9**	271	214	**1,3**	221	247	**0,9**
2.ChI.HN.+$N_1P_1K_1$	301,5	270,7	**1,1**	263	235	**1,1**	288	211	**1,4**	445	242	**1,8**
3.CHL.HN.+N2P2K2	348,4	271,9	**1,3**	362	230	**1,6**	411	192	**2,1**	441	225	**2,0**
4.ChI.HN.+N3P3K3	396,6	267,7	**1,5**	385	228	**1,7**	415	193	**2,2**	611	244	**2,5**
5.ChI.HN.+N2P1K2	352,3	273,8	**1,3**	355	231	**1,5**	377	192	**2,0**	457	222	**2,1**
6.ChI.HN.+N2P3K2	362,4	257,5	**1,4**	368	227	**1,6**	377	194	**1,9**	569	215	**2,6**
7.ChI.HN.+N2P2K1	318,4	275,0	**1,2**	317	260	**1,2**	328	224	**1,5**	378	243	**1,6**
8.ChI.HN.+N2P2K3	351,9	271,3	**1,3**	376	225	**1,7**	454	210	**2,2**	620	210	**3,0**
9.ChI.HN.+N2P2K2	351,0	255,5	**1,4**	339	232	**1,5**	370	224	**1,7**	428	227	**1,9**

Z údajů o hodnotách obsahu K a Mg vybraných osevních sledů vyplývá, že na obou plochách (zavlažované i nezavlažované) dochází k postupnému rozšiřování poměru K/Mg na minerálně hnojených variantách. Na ploše bez závlahy se tento poměr zvyšuje mnohem zřetelněji, nejvyšších hodnot dosahuje u variant 4. CHL.HN.+N3P3K3 a 8. CHL.HN.+N2P2K2, tj. při nejvyšší hladině hnojení draslíkem. Hmotností poměr K/Mg je 2,5 a 3 a lze ho zařadit ještě do kategorie „vyhovující“ (1,6 – 3,2). V budoucnu však lze očekávat posun tohoto poměru do kategorie „nevyhovující“ (nad 3,2), která indikuje špatný poměr působící nadměrný příjem draslíku (Trávník a kol., 2014). Bude pak nutné zvažovat omezení draselného hnojení.

Poměr K/Mg narůstá vlivem minerálního hnojení draslíkem na obou sledovaných plochách, na ploše bez závlahy je tento nárůst rychlejší, protože závlahová voda je zdrojem poměrně značného množství hořčíku, které na ploše bez závlahy chybí. Množství K je tedy na ploše bez závlahy mnohem vyšší než množství dodávaného Mg.

3.8.2 Hodnocení obsahu mikroelementů a síry v půdě

Mikroelementy

Obsah mikroelementů byl stanoven extrakční metodou Mehlich 3, která umožňuje stanovit obsah základních prvků i mikroprvků z jednoho univerzálního činidla. Kritéria hodnocení obsahu mikroprvků v půdě byla navržena na základě předpokladu, že množství dané živiny by mělo výrazněji převyšovat potřebu odběru tohoto daného prvku rostlinou. Za této skutečnosti je rostlina schopna tento daný prvek přijmout a není limitována jeho nedostatkem (Čermák a kol., 2017).

Tab. 40 Kritéria pro hodnocení obsahu mikroprvků v půdách stanovených metodou Mehlich 3

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

[1)] Doporučeno pro obiloviny

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

Síra

V posledních desetiletích výrazně poklesly obsahy přístupné síry v půdách. Příčinou je:
1) Pokles vstupů S v atmosférických depozicích
2) pěstování moderních odrůd s vyššími výnosy, a s tím spojenými vyššími nároky na síru
3) Menší míra použití hnojiv, kde je S „balastní“ látkou (jednoduchý superfosfát).

Podobně jako pro hodnocení obsahu mikroelementů byla vypracována kritéria pro hodnocení přístupného obsahu síry naměřeného metodou Mehlich 3. Bylo vytvořeno pět základních kategorií zásobenosti půd sírou stanovené touto metodou a z nich vyplývajících doporučení pro hnojení (tab. 41).

Tab. 41 Kritéria pro hodnocení obsahu síry v půdách stanovených metodou Mehlich 3

Obsah síry (mg/kg)	Kategorie	Doporučení pro hnojení S
<10	velmi nízká	Aplikovat 100 % celkového odběru
11-20	nízká	Aplikovat 75 % celkového odběru S
21-30	vyhovující	Aplikovat 50 % celkového odběru s
31-40	dobrá	Hnojit pouze náročné plodiny při předpokladu vysokého
> 40	vysoká	Není potřeba hnojit S,

Zdroj: Kulhánek a kol., 2018

Přehled obsahu mikroprvků a přístupné síry na konci 5. osevního sledu v odběrovém horizontu 0–30 cm uvádí tabulka 42. U vybraných variant (varianty 1–4) se vždy na konci osevního sledu zjišťuje také obsah mikroprvků v horizontu 30–60 cm (tab. 43). Barevně je vyznačeno hodnocení dle výše uvedených kritérií.

Tab. 42 Obsah mikroprvků a přístupné síry (mg/kg) na konci 5. osevního sledu, 0-30 cm

varianta **závlaha**	obsah mikroelementů a síry na konci osevního sledu 2011 - 2018					
	B	Cu	Zn	Mn	Fe	S
1. ChlHN.	1,97	5,22	4,79	288	186	11,8
2. ChlHN.+$N_1P_1K_1$	1,76	5,02	5,03	286	198	11,3
3. ChlHN.+$N_2P_2K_2$	1,68	4,96	4,96	300	216	13,9
4. ChlHN.+$N_3P_3K_3$	1,55	5,44	5,41	296	229	15,9
5. ChlHN.+$N_2P_1K_2$	1,93	4,65	4,54	268	166	10,9
6. ChlHN.+$N_2P_3K_2$	1,73	4,55	4,11	248	180	13,5
7. ChlHN.+$N_2P_2K_1$	1,66	4,86	4,27	254	171	12,6
8. ChlHN.+$N_2P_2K_3$	1,87	4,33	4,8	270	156	10,1
9. ChlHN.+$N_2P_2K_2$	1,61	4,66	4,18	260	190	11,6
bez závlahy						
1. ChlHN.	1,42	6,10	4,10	287	189	3,83
2. ChlHN.+$N_1P_1K_1$	1,43	6,00	4,79	285	214	6,14
3. ChlHN.+$N_2P_2K_2$	1,31	5,93	4,85	281	224	6,75
4. ChlHN.+$N_3P_3K_3$	1,36	6,08	4,91	272	232	9,19
5. ChlHN.+$N_2P_1K_2$	1,46	5,71	4,22	266	185	7,21
6. ChlHN.+$N_2P_3K_2$	1,19	5,72	4,74	238	233	7,91
7. ChlHN.+$N_2P_2K_1$	1,46	5,67	4,20	266	194	6,79
8. ChlHN.+$N_2P_2K_3$	1,30	5,58	4,33	243	211	6,99
9. ChlHN.+$N_2P_2K_2$	1,43	5,37	4,10	261	181	5,29

Tab. 43 Obsah mikroprvků a přístupné síry (mg/kg) na konci 5.osevního sledu, 30-60 cm

varianta **závlaha**	obsah mikroelementů a síry na konci osevního sledu 2011 - 2018					
	B	Cu	Zn	Mn	Fe	S
1. ChlHN.	1,67	4,28	4,21	235	187	4,63
2. ChlHN.+$N_1P_1K_1$	1,66	4,30	5,76	255	199	9,66
3. ChlHN.+$N_2P_2K_2$	1,63	4,23	4,88	271	239	7,96
4. ChlHN.+$N_3P_3K_3$	1,61	4,38	4,91	247	199	12,5
bez závlahy						
1. ChlHN.	1,38	6,01	4,5	268	207	<3,00
2. ChlHN.+$N_1P_1K_1$	1,43	5,46	5,78	272	219	4,65
3. ChlHN.+$N_2P_2K_2$	1,33	5,08	4,53	255	216	7,72
4. ChlHN.+$N_3P_3K_3$	1,37	5,51	5,12	264	364	10,5

4 Lyzimetry

4.1 Zhodnocení obsahu mikroelementů a přístupné síry

Hodnoty bóru, mědi a manganu se převážně pohybují v rámci kategorie „vysoká zásoba“, obsahy zinku a železa pak v kategorii „středního obsahu“. Obsahy přístupné síry se nachází převážně v kategorii „velmi nízké“ (zejména plocha bez závlahy a spodní horizonty obou ploch – zavlažované i bez závlahy), méně pak v kategorii „nízké“. Vyšší obsah síry na ploše zavlažované je důsledkem značného obsahu síry v závlahové vodě.

4.2 Zhodnocení záchytu eluátu

Tříhorizontový polní lysimetr byl na pozemku zkušební stanice instalován na podzim roku 1983. Po využití k jiným pokusům byl v roce 1985 zařazen jako lyzimetrické stanoviště Lednice do celostátní sítě sledování ÚKZÚZ s plnohodnotným sledováním ve všech parametrech předepsaných metodikou.
Od roku 1985 bylo u stacionárního pokusu na zavlažované ploše započato se sledováním lyzimetrů na variantách stupňované intenzity hnojení. Jedná se o soubor sledování, která mají upřesnit bilanci živin a případně upravit hnojení.

Tab. 44 Průměrné roční dávky živin dodané minerálním hnojením (kg/ha) a hnojem na variantách s umístěnými lyzimetry

živiny	CHl.HN.	CHl.HN. + $N_1P_1K_1$	CHl.HN. + $N_2P_2K_2$	CHl.HN. + $N_3P_3K_3$
	Lyzimetr 1	Lyzimetr 2	Lyzimetr 3	Lyzimetr 4
N	31	72	100	348
P	11	61	86	111
K	34,5	180	244,5	309,5

* Hnůj – aplikován 2 x za osevní sled v dávce 40 t/ha, průměrný roční obsah Mg = 13 kg, obsah Ca = 56 kg

Současně se zaznamenává množství srážkové a závlahové vody, v nich obsah živin a dalších prvků. Dále se odebírají půdních vzorky v průběhu roku pro stanovení obsahu a pohybu minerálního dusíku, je také sledován průsak vody do sběrných misek lyzimetrů a analyzován její obsah živin. Z technických důvodů byly lyzimetry vybudovány na prodloužených parcelách uvedených variant. Tím nebyla původní pokusná parcela dotčena. Sběrné misky jsou umístěny v rostlém profilu v hloubce 40 cm a 60 cm.

Z hlediska vodního režimu se půda na Stanovišti Lednice řadí do vodního režimu nepromyvného (teplejší, sušší klima s těžšími černozemními půdami), srážková voda zůstává v půdě a neproniká do odběrové vrstvy 80 cm.

Tab. 45 Průměrný roční obsah živin (kg/ha) ve srážkové a závlahové vodě za 5. osevní sled

	Průměrný roční obsah živin a průvodních látek ve srážkové a závlahové vodě									
	NO_3^-	NH_4^+	Cl^-	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO_4^-
Srážková voda	10,5	3,68	2,41	5,37*	0,67	1,34	3,00	9,36	1,67	7,98
Závlahová voda	3,69	0,08	34,5	7,49*	0,30	9,05	13,8	37,6	27,9	68,6

* Pro výpočet průměrného pH je použit vážený aritmetický průměr

Srážkovou vodou je dodáváno menší množství živin. Dusičnanový aniont představuje průměrný roční vstup 10,5 kg/ha, následuje vápník (9,36 kg/ha), síra (7,98 kg) a amonný kationt (3,68 kg/ha ročně). Velmi malé jsou obsahy hořčíku (3 kg/ha ročně), draslíku (1,34 kg/ha ročně) a fosforu (0,67 kg/ha ročně).

Voda závlahová obsahuje značné množství síranových aniontů (roční průměr 68,6 kg/ha), oproti vodě srážkové více vápníku (37,6 kg/ha ročně), hořčíku (13,8 kg/ha ročně), draslíku (9,05 kg/ha ročně), menší množství dusíku (3,69 kg/ha ročně) a zanedbatelný je vstup amonného kationtu (0,08 kg/ha ročně). Z průvodních látek jsou oproti vodě srážkové vyšší vstupy chloru (34,5 kg/ha ročně) a sodíku (27,9 kg/ha ročně).

Tab. 46 Zhodnocení záchytu eluátu, 5. osevní sled (2011–2018)

rok	lyzimetr č.	datum	horizont (cm)	eluát (ml)	průsak (l/ha)	ekvivalent (mm)
Podzim 2010	-	bez záchytu	-	-	-	-
2011	2	30.3.2011	0-40	475	23 750	2,4
	3	30.3.2011	0-40	2 500	125 000	12,5
	4	30.3.2011	0-40	3 500	175 000	17,5
2012	-	bez záchytu	-	-	-	-
2013	1	6.3.2013	0-40	650	32 500	3,3
	2	6.3.2013	0-40	7 000	350 000	35,0
	2	6.3.2013	0-60	2 100	105 000	10,5
	3	6.3.2013	0-40	-*	-*	-*
	3	6.3.2013	0-60	2 020	101 000	10,1
2014	1	28.5.2014	0-40	680	34 000	3,4
	2	28.5.2014	0-40	2 000	100 000	10,0
	3	28.5.2014	0-40	3 000	150 000	15,0
	1	25.9.2014	0-40	5 050	252 500	25,3
	1	25.9.2014	0-60	3 000	150 000	15,0
	2	25.9.2014	0-40	2 000	100 000	10,0
	2	25.9.2014	0-60	480	24 000	2,4
	3	25.9.2014	0-40	11 000	550 000	55,0
	3	25.9.2014	0-60	10 050	502 500	50,3
	4	25.9.2014	0-40	11 200	560 000	56,0
	4	25.9.2014	0-60	8 350	417 500	41,8
2015	-	bez záchytu	-	-	-	-
2016	3	10.3.2016	0-40	420	21 000	2,1
2017	3	10.3.2017	0-40	5 160	258 000	25,8

* Vzorek nebyl z provozních důvodů analyzován

Zvýšené množství eluátu bylo zachyceno lyzimetrem 3 a 4 v září 2014, kdy spadlo 237 mm srážek, což je 566 % dlouhodobého normálu pro měsíc září (tab. 3). Objem eluátu u každého lyzimetru představoval asi 14 % srážek.

Tab. 47 Zhodnocení obsahu živin a průvodních látek v eluátu v kg/ha za 5.osevní sled

rok sledování	lyzimetr číslo	hor.	Obsah živin a průvodních látek v eluátu kg/ha									
			NO_3^-	NH_4^+	Cl^-	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO_4^-
2013	1	0-40	7,2	0,0	1,9	7,8	0,0	0,2	1,1	5,4	1,3	4,5
2014	1	0-40	0,1	0,0	0,1	6,1	0,0	0,3	1,6	8,1	1,7	1,3
2014	1	0-40	0,1	0,0	3,7	7,6	0,0	0,9	7,8	40,2	7,2	15,9
2014	1	0-60	0,7	0,0	6,9	7,7	0,0	2,4	6,2	35,3	7,8	29,0
Celkem 2011-2018	1	0-40	7,4	0,0	5,7	-	0,0	1,4	10,5	53,7	10,2	21,7
	1	0-60	0,7	0,0	6,9	-	0,0	2,4	6,2	35,3	7,8	29,0
Průměr 2011-2018	1	0-40	0,9	0,0	0,7	7,5*	0,0	0,2	1,3	6,7	1,3	2,7
	1	0-60	0,1	0,0	0,9	7,7*	0,0	0,3	0,8	4,4	1,0	3,6
2011	2	0-40	10,0	0,2	4,6	7,9	0,0	0,1	1,2	6,3	0,5	1,8
2013	2	0-40	15,6	0,2	3,9	7,7	0,2	1,4	6,4	28,7	6,1	22,1
2013	2	0-60	3,7	0,0	0,4	7,7	0,1	0,1	1,2	6,0	0,9	1,3
2014	2	0-40	24,3	0,0	1,2	5,9	0,0	0,3	1,8	17,1	2,5	1,6
2014	2	0-40	2,0	0,0	0,6	7,4	0,0	1,2	3,7	17,6	2,4	10,4
2014	2	0-60	0,2	0,0	0,5	7,4	0,0	0,1	0,8	4,2	0,3	2,8
Celkem 2011-2018	2	0-40	51,9	0,4	10,3	-	0,2	3,0	13,1	69,7	11,5	35,9
	2	0-60	3,9	0,0	0,9	-	0,1	0,2	2,0	10,2	1,2	0,5
Průměr 2011-2018	2	0-40	6,5	0,1	1,3	7,3	0,0	0,4	1,6	8,7	1,4	4,5
	2	0-60	0,5	0,0	0,1	7,6	0,0	0,0	0,3	1,3	0,2	0,5
2011	3	0-40	49,9	0,1	40,9	7,6	0,1	0,6	6,8	40,9	2,7	10,7
2013	3	0-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	3	0-60	60,9	0,0	37,3	7,2	0,1	1,1	6,9	41,8	2,9	16,9
2014	3	0-40	1,0	0,1	0,2	6,4	0,1	0,5	2,0	15,0	1,6	0,9
2014	3	0-40	8,6	0,1	17,4	7,0	0,1	1,9	12,4	73,7	6,5	94,6
2014	3	0-60	3,0	0,0	2,2	7,3	0,0	3,3	12,9	83,0	8,5	111
2016	3	0-40	5,3	0,0	9,0	7,6	0,0	0,1	2,0	12,1	0,4	3,8
2017	3	0-40	4,1	0,0	1,4	7,8	0,3	1,3	2,7	15,6	1,2	0,0
Celkem 2011-2018	3	0-40	68,9	0,3	68,9	-	0,6	4,4	25,9	157,3	12,4	110
	3	0-60	63,9	0,0	39,5	-	0,1	4,4	19,8	125	11,4	128
Průměr 2011-2018	3	0-40	8,6	0,0	8,6	7,2	0,1	0,6	3,2	19,7	1,6	13,8
	3	0-60	8,0	0,0	4,9	7,3	0,0	0,6	2,5	15,6	1,4	16,0
2011	4	0-40	39,9	0,1	71,2	7,8	0,2	1,5	9,4	53,0	4,7	14,4
2014	4	0-40	0,4	0,1	9,5	7,1	0,1	2,8	16,1	96,9	13,3	198
2014	4	0-60	0,2	0,0	24,0	7,4	0,0	2,9	16,4	105	14,9	184
Celkem 2011-2018	4	0-40	40,3	0,2	80,7	-	0,3	4,2	25,5	149,9	18,0	212,4
	4	0-60	0,2	0,0	24,0	-	0,0	2,9	16,4	105	14,9	184
Průměr 2011-2018	4	0-40	5,0	0,0	10,1	7,3	0,0	0,5	3,2	18,7	2,3	26,6
	4	0-60	0,0	0,0	3,0	7,4	0,0	0,4	2,1	13,1	1,9	23,0

* Pro výpočet průměrného pH je použit vážený průměr, ne aritmetický (srážky mm x pH / suma srážek mm)

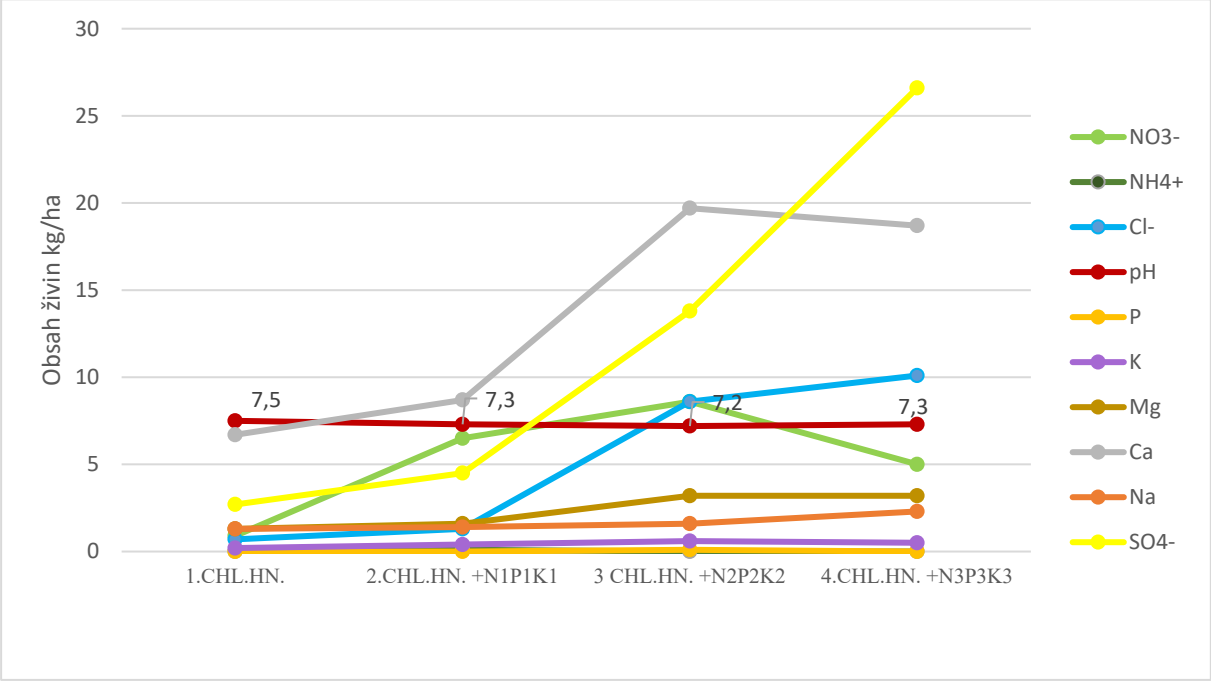
Z horizontů 40 a 60 jsou v největším množství vyplavovány živiny S, Ca a N (NO_3^-). Z tab. 47 lze odvodit, že k vyplavení nejvyššího množství živin došlo u lyzimetrů 3 a 4 (střední a nejvyšší intenzita minerálního hnojení).

Lyzimetr 3 ($N_2P_2K_2$): Bylo vyplaveno průměrně za rok:
H 40: 13,8 kg/ha S, 19,7 kg/ha Ca a 8,6 kg/ha N (NO_3^-).
H 60: 16 kg/ha S, 15,6 kg/ha Ca, 8 kg/ha N (NO_3^-)

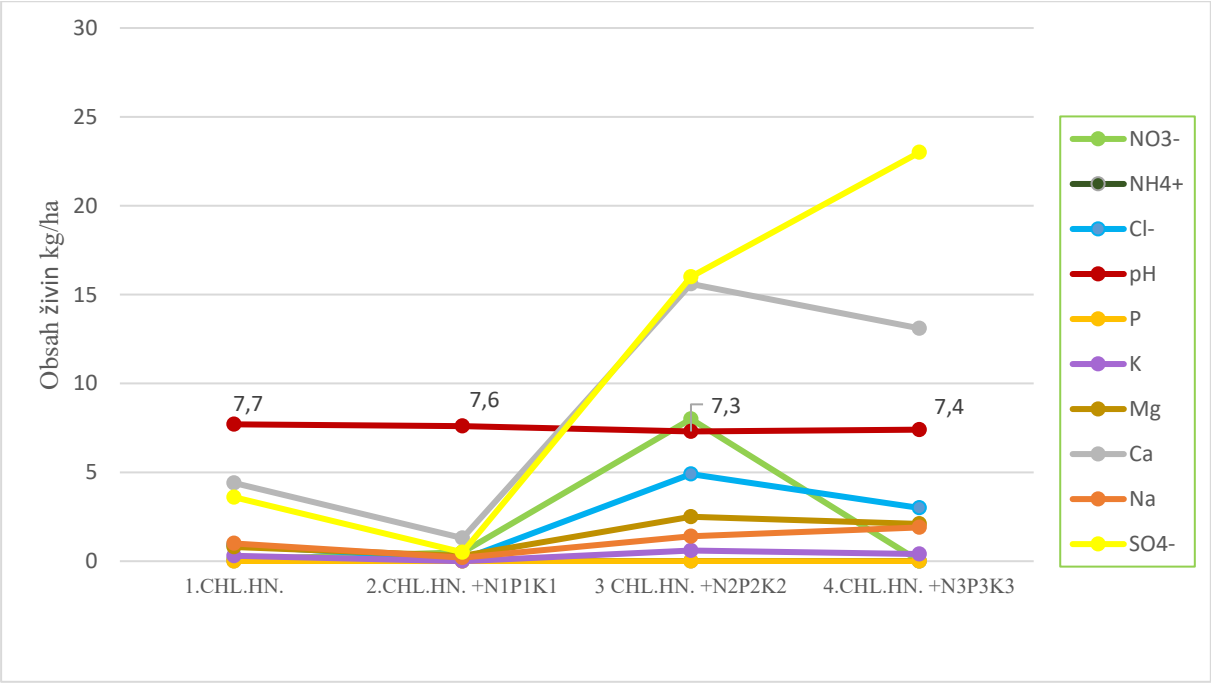
Lyzimetr 4 ($N_3P_3K_3$): Vyplaveno-roční průměr:
H 40: 26,6 kg/ha S, 18,7 kg/ha Ca, 5 kg/ha N
H 60: 23 kg/ha S, 13,1 kg/ha Ca, 0 kg/ha N

Vzhledem k tomu, že na stanovišti v podmínkách nepromyvného půdního režimu se nepředpokládá průsak vody do horizontu 80 cm, neuvažují se ztráty živin vyplavováním, neboť až hloubka 80 cm se pokládá za nedostupnou pro rostliny.

Graf č. 24 Průměrný roční obsah živin (kg/ha) a pH eluátu, horizont 0-40 cm



Graf č. 25 Průměrný roční obsah živin (kg/ha) a pH eluátu, horizont 40-60 cm



Z grafů č. 24 a 25 je patrné, že nejvíce živin i průvodních látek (kromě síry) se z obou horizontů vyplavilo při střední úrovni hnojení 3. CHL.HN. +$N_2P_2K_2$, eluát této varianty vykazuje nejnižší pH. Eluát spodního horizontu vykazuje vyšší pH než eluát svrchního horizontu.

4.3 Dynamika minerálního dusíku v půdě

Vzorky půdy pro stanovení obsahu Nmin jsou odebírány z obou horizontů lyzimetru v termínech brzy na jaře, po sklizni plodiny a před zámrzem.

Dusičnany v půdě vykazují roční cyklus. Lze sledovat jarní a podzimní maximum a letní minimum.

Jarní maximum je důsledkem mineralizace a nitrifikace a nastupuje obvykle v dubnu až květnu. V tomto období zpravidla nedochází k intenzivnímu vyplavování. Vzniklý dusičnanový dusík je odčerpáván vegetací nebo je imobilizován.

Letní minimum se projevuje zpravidla v červnu, ale může nastat i později, dokonce až v podzimních měsících. K vyplavování téměř nedochází.

Podzimní maximum se dostavuje po sklizni hlavní plodiny. Je výsledkem biologické činnosti půdy, podporované orbou a hnojením, kdy vznikající dusičnany již nejsou odebírány vegetací (Trávník, 1995).

Přehled průběhu obsahu minerálního dusíku v půdě v jednotlivých letech osevního sledu a jeho průměrný roční obsah uvádí tabulky 49–53. Barevně jsou zvýrazněny nadměrné a rizikové obsahy NO_3^-.

Tab. 48 Hodnocení obsahu N-NO_3 v půdě (mg/kg), zkušební stanice Lednice, 171 m. n. m.

Obsah N-NO_3	do 450 m nadmořské výšky	Nad 450 m nadmořské výšky
velmi bezpečný	do 5,0	do 4,0
bezpečný	5,1 – 10,0	4,1 – 8,0
přiměřený	10,1 – 15,0	8,1 – 12,0
nadměrný	15,1 – 20,0	12,1 – 16,0
rizikový	nad 20,1	nad 16,1

Tab. 49 Obsah NO_3^- (mg/kg) v půdě za jednotlivé roky pátého osevního sledu

Obsah NO^{3-} mg/kg*		jaro				sklizeň				zámrz			
		Varianta hnojení				Varianta hnojení				Varianta hnojení			
horizont	Rok (plodina)	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
0–40 cm	2011 (PO)	12,4	10,3	7,8	7,0	9,8	11,7	13,4	12,5	18,0	14,6	24,0	22,0
	2012 (JJ)	18,4	26,2	24,6	22,7	8,1	10,5	12,3	9,2	5,1	4,2	8,1	4,3
	2013 (KS)	4,5	7,3	8,2	5,1	2,7	6,4	9,5	9,5	8,3	8,7	10,4	12,1
	2014 (JJ)	9,2	9,6	8,7	11,7	8,4	9,4	7,2	4,4	7,6	18,6	6,2	6,0
	2015 (BR)	14,2	23,7	7,6	6,6	14,5	29,6	33,9	24,9	15,2	35,3	33,7	31,6
	2016 (PO)	5,0	10,7	9,2	11,2	7,1	12,9	7,4	4,3	11,0	18,4	12,6	7,7
	2017 (VO)	10,3	17,7	15	26,8	5,4	10,5	16,8	9,4	3,9	17,4	13,1	9,0
	2018 (VO)	6,0	9,3	8,4	4,5	3,6	5,5	3,2	3,6	21,0	27,0	26,5	14,6
40–60 cm	2011 (PO)	7,9	22,1	24,8	18,1	5,1	3,5	12,9	8,1	12,1	11,9	16,6	10,1
	2012 (JJ)	10,1	16,2	10,3	12,3	4,9	4,9	7,9	7,7	3,2	4,8	5,8	4,5
	2013 (KS)	5,1	8,3	11,4	7,2	4,9	4,6	7,1	9,9	6,8	8,0	6,5	8,2
	2014 (JJ)	6,1	5,5	6,3	10,8	3,6	4,8	4,2	3,1	5,7	8,7	3,8	4,6
	2015 (BR)	10,6	16,0	7,8	5,7	14,1	28,3	17,7	21,5	12,7	32,2	39,8	28,5
	2016 (PO)	7,6	18,5	33,2	39,9	4,5	9,9	7,9	3,5	6,9	12,9	6,4	3,7
	2017 (VO)	17,4	12,1	11,4	13,0	12,6	11,9	7,9	1,2	16,9	9,1	6,3	5,9
	2018 (VO)	3,1	10,7	11,6	7,0	3,2	3,3	2,4	3,3	15,8	22,0	17,6	23,2

Tab. 50 Obsah NH^{4+} (mg/kg) v půdě za jednotlivé roky pátého osevního sledu

Obsah NH_4^+ mg/kg		jaro				sklizeň				Zámrz			
		Varianta hnojení				Varianta hnojení				Varianta hnojení			
horizont	rok	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
0–40 cm	2011 (PO)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2012 (JJ)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2013 (KS)	0,20	0,4	0,5	0,6	0,20	0,3	1,3	1,1	0,20	0,3	<0,2	<0,2
	2014 (JJ)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2015 (BR)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,32	1,2	4,2	2,7	0,8	3,9	3,4	2,4
	2016 (PO)	0,5	0,7	0,8	1,5	<0,2	<0,2	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2017 (VO)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2018 (VO)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,3	1,7	1,2	1	0,2	1,4	<0,2	0,4
40–60 cm	2011 (PO)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2012 (JJ)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2013 (KS)	0,2	0,3	0,5	0,8	0,2	<0,2	0,8	0,8	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2014 (JJ)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2015 (BR)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,5	1,1	2,4	1,7	1,6	3,1	11,6	3,6
	2016 (PO)	0,5	<0,2	<0,2	1,0	<0,2	0,6	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2017 (VO)	<0,2	<0,2	<0,2	4,4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2018 (VO)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,5	1,2	0,9	1,4	<0,2	<0,2	0,3	0,7

Tab. 51 Obsah Nmin (NO_3^- + NH_4^+) v půdě za jednotlivé roky pátého osevního sledu

Obsah Nmin mg/kg		jaro				sklizeň				zámrz			
		Varianta hnojení				Varianta hnojení				Varianta hnojení			
horizont	rok	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
0–40 cm	2011 (PO)	12,4	10,3	7,8	7,0	9,8	11,7	13,4	12,5	18,0	14,6	24,0	22,0
	2012 (JJ)	18,4	26,2	24,6	22,7	8,1	10,5	12,3	9,2	5,1	4,2	8,1	4,3
	2013 (KS)	4,7	7,5	8,7	5,7	2,9	6,6	10,8	10,6	8,5	8,9	10,4	12,1
	2014 (JJ)	9,2	9,6	8,7	11,7	8,4	9,4	7,2	4,4	7,6	18,6	6,2	6,0
	2015 (BR)	14,2	23,7	7,6	6,6	14,8	30,8	38,1	27,6	16,0	39,2	37,1	34,0
	2016 (PO)	5,5	11,4	10,0	12,7	7,1	12,9	7,8	4,3	11,0	18,4	12,6	7,7
	2017 (VO)	10,3	17,7	15,0	26,8	5,4	10,5	16,8	9,4	3,9	17,4	13,1	9,0
	2018 (VO)	6,0	9,3	8,4	4,5	4,9	7,2	4,4	4,6	21,2	28,4	26,5	15,0
40–60 cm	2011 (PO)	7,9	22,1	24,8	18,1	5,1	3,5	12,9	8,1	12,1	11,9	16,6	10,1
	2012 (JJ)	10,1	16,2	10,3	12,3	4,9	4,9	7,9	7,7	3,2	4,8	5,8	4,5
	2013 (KS)	5,3	8,6	11,9	8,0	5,1	4,6	7,1	9,9	7,0	8,0	6,5	8,2
	2014 (JJ)	6,1	5,5	6,3	10,8	3,6	4,8	4,2	3,1	5,7	8,7	3,8	4,6
	2015 (BR)	10,6	16	7,8	5,7	14,6	29,4	20,1	23,2	14,3	35,3	51,4	32,1
	2016 (PO)	8,1	18,5	33,2	40,9	4,5	9,9	7,9	3,5	6,9	12,9	6,4	3,7
	2017 (VO)	17,4	12,1	11,4	17,4	12,6	11,9	7,9	1,2	16,9	9,1	6,3	5,9
	2018 (VO)	3,1	10,7	11,6	7,0	4,7	4,5	3,3	4,7	15,8	22,0	17,9	23,9

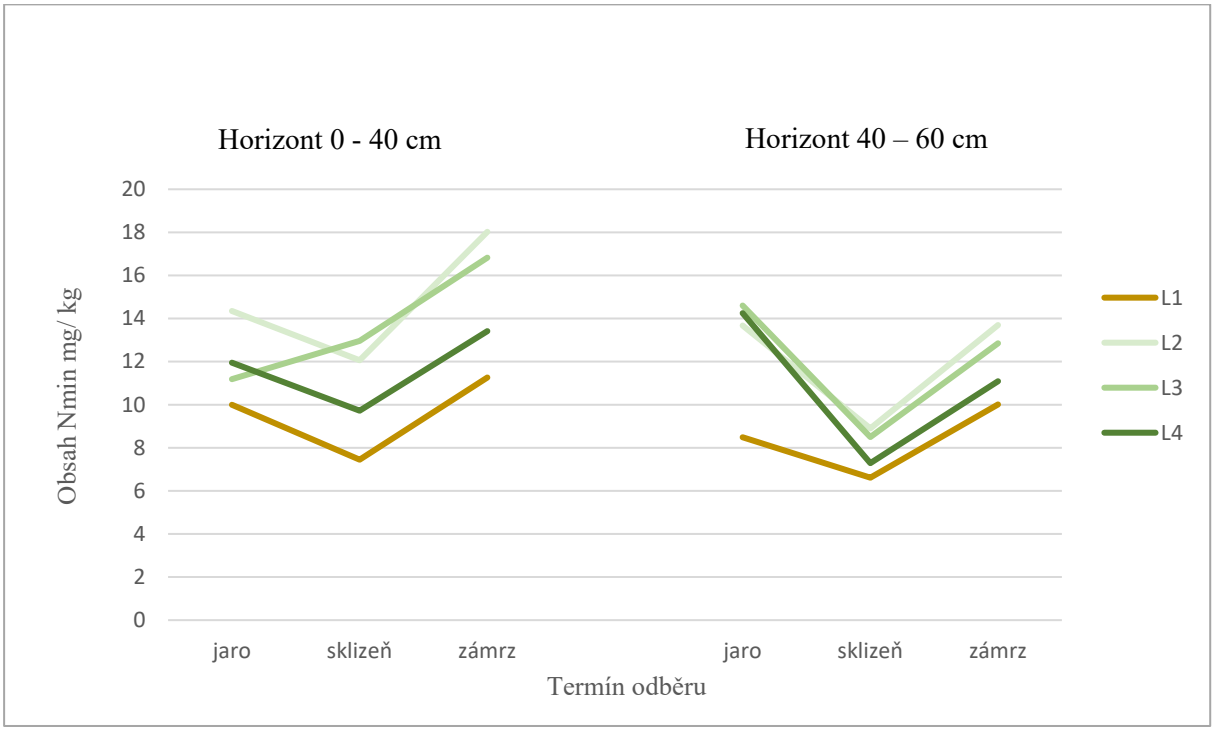
Tab. 52 Obsah N (kg/ha) v půdě za jednotlivé roky pátého osevního sledu

Obsah N kg/ha		jaro				sklizeň				zámrz			
		Varianta hnojení				Varianta hnojení				Varianta hnojení			
horizont	rok	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
0–40 cm	2011 (PO)	74,4	61,8	46,8	42,0	58,8	70,2	80,4	75,0	108,0	87,6	144,0	132,0
	2012 (JJ)	110,4	157,2	147,6	136,2	48,6	63,0	73,8	54,6	30,6	25,2	48,6	25,8
	2013 (KS)	30,5	47,3	51,8	33,0	18,8	41,5	61,6	61,6	55,1	56,4	68,7	79,7
	2014 (JJ)	55,2	57,6	52,2	70,2	50,4	56,4	43,2	26,4	22,8	111,6	37,2	36,0
	2015 (BR)	85,2	142,2	45,6	39,6	87,0	177,6	203,4	149,4	91,2	211,8	171,0	189,6
	2016 (PO)	30,0	64,2	55,2	67,2	42,6	77,4	44,4	25,8	66,0	110,4	75,6	46,2
	2017 (VO)	61,8	106,2	90,0	160,2	32,4	63,0	100,8	56,4	23,4	104,4	78,6	54,0
	2018 (VO)	36,2	37,9	51,8	28,2	21,9	32,7	19,3	21,4	126,0	161,6	160,4	88,0
40–60 cm	2011 (PO)	23,7	66,3	74,4	54,3	15,3	10,5	38,7	24,3	36,3	35,7	49,8	30,3
	2012 (JJ)	30,3	48,6	30,9	36,9	14,7	14,7	23,7	23,1	9,6	14,4	17,4	13,2
	2013 (KS)	15,2	23,7	32,6	20,6	14,6	13,7	20,3	28,3	20,0	23,5	19,2	24,0
	2014 (JJ)	18,3	16,5	18,9	32,4	10,8	14,4	12,6	9,3	17,1	26,1	11,4	13,8
	2015 (BR)	31,8	48,0	23,4	17,1	42,3	84,9	53,1	64,2	38,4	96,6	102,6	85,5
	2016 (PO)	22,8	55,5	99,6	92,7	13,5	29,7	23,7	10,5	20,7	38,7	19,2	11,1
	2017 (VO)	52,2	36,3	34,2	39,0	37,8	35,7	23,7	3,6	50,7	27,3	18,9	17,7
	2018 (VO)	9,8	32,8	35,5	21,5	9,6	9,9	7,4	9,8	48,1	66,3	52,8	69,3

Tab. 53 Průměrný roční obsah NO_3^-, NH_4^+, N_{min} (mg/kg) a celkový obsah Nmin (kg/ha) v pátém osevním sledu

Forma dusíku		jaro				sklizeň				zámrz			
		varianta hnojení				varianta hnojení				varianta hnojení			
	horizont	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
NO_3^- mg/kg	0-40	10,0	14,4	11,2	12,0	7,5	12,1	13,0	9,7	11,3	18,0	16,8	13,4
	40-60	8,5	13,7	14,6	14,3	6,6	8,9	8,5	7,3	10,0	13,7	12,9	11,1
NH_4^+ mg/kg	0-40	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4	0,9	0,6	0,2	0,7	0,4	0,4
	40-60	0,1	0,0	0,1	0,8	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,4	1,5	0,5
Nmin mg/kg	0-40	10,1	14,5	11,4	12,2	7,7	12,5	13,9	10,3	11,4	18,7	17,3	13,8
	40-60	8,6	13,7	14,7	15,0	6,9	9,2	8,9	7,7	10,2	14,1	14,3	11,6
N kg/ha	0-40	60,5	84,3	67,6	72,1	45,1	72,7	78,4	58,8	65,4	108,6	98,0	81,4
	40-60	25,5	41,0	43,7	39,3	19,8	26,7	25,4	21,6	30,1	41,1	36,4	33,1

Graf č. 26 Průměrný roční obsah Nmin v pátém osevním sledu



Z údajů o průměrném ročním obsahu Nmin v půdě je roční cyklus patrný – jarní a podzimní maximum a letní minimum. Minerální hnojení se projevilo zvýšením hodnot Nmin oproti variantě hnojené pouze chlévským hnojem. Stupňování intenzity minerálního hnojení se neprojevilo. V horizontu 0–40 cm je obsah minerálního dusíku vyšší než v horizontu 40–60 cm, výjimkou je jarní odběr, kdy u variant s nejvyššími intenzitami hnojení (L3 – $N_2P_2K_2$ a L4 – $N_3P_3K_3$) jsou hodnoty Nmin vyšší v horizontu 40–60 cm.

Průměrný roční obsah N min (přepočteno na kg/ha) v orničním horizontu na jaře je 61–84 kg/ha, v létě 45–78 kg/ha a na podzim 65–109 kg/ha (tab. 53).

V horizontu 40–60 cm dosahuje průměrný roční obsah Nmin na jaře 26–39 kg/ha, v létě 20–27 kg/ha a na podzim 30–41 kg/ha (tab. 53).

V jednotlivých letech osevního sledu byly nejvyšší hodnoty Nmin dosahovány na jaře (tab. 51), v roce 2012 (ječmen), 2015 (brambory) a 2017 (zásev vojtěšky).

Vysoké hodnoty podzimního maxima bylo dosaženo v roce 2018 (vojtěška). Toto vysoké podzimní maximum může být způsobeno mineralizací odumřelého kořenového systému

jeteloviny bohaté na dusík). Nejvyšší maximum se projevilo na podzim 2015 po sklizni brambor a došlo k dalšímu navýšení těchto hodnot před zámrzem. Také ve spodním horizontu 40–60 cm vykazovaly hodnoty Nmin v roce 2015 vyšších hodnot.

Nitrátová forma dusíku vyplavená mimo kořenovou zónu rostlin znamená ohrožení podzemních vod, limit pro koncentraci nitrátů v EU je 50 mg/l (Nitrátová směrnice EU). Riziko vyplavení dusíku představuje především mimoporostní období a pěstování mělce kořenících plodin, dále pak průběh počasí a intenzita srážek. Nejvyšší obsahy nitrátové formy dusíku byly naměřeny v r. 2015 pátého osevního sledu, kdy byly pěstovány brambory, hodnoty NO_3^- dosahují vysokých obsahů (tab. 53) i v mimoporostním období po sklizni a před zámrzem, kdy již není možný odběr porostem. Nejvíce nitrátové formy dusíku bylo vyplaveno z horizontu 40-60 cm lyzimetru 3 v r. 2013 na jaře před setím kukuřice (tab. 46 a 47), vyplaveno bylo 60,9 kg/ha NO_3^- , množství zachyceného eluátu odpovídalo 10,1 mm srážek. Měsíc březen byl srážkově nadprůměrný (152,6 % normálu, tab. 3). Vzhledem k nepromyvnému půdnímu režimu na stanici Lednice se však nepředpokládá průsak vody do hlubších horizontů.

4.4 Organická hmota

S kvalitou a zdravím půdy úzce souvisí půdní organická hmota, která je charakterizována prostřednictvím mnoha parametrů (celkový obsah uhlíku, obsah oxidovatelného uhlíku, obsah humínových kyselin a fulvokyselin, poměr C/N) (Vlček a Pohanka, 2019). V současné době je jako jeden z možných indikátorů kvality půdní organické hmoty intenzivně zkoumán také glomalin. Glomalin (GRSP – glomalin – related soil protein) je glykoprotein produkovaný mykorhizními houbami a podílí se na tvorbě a stabilizaci půdních agregátů. Je perzistentní složkou půdy. Tab. 54 a 55 udává obsah glomalinu, oxidovatelného uhlíku (C_{ox}) a poměr Glom/C_{ox}. Poměr Glom/C_{ox} je jednou z charakteristik aktuálního stavu půdní organické hmoty. Udává vztah stabilní organické hmoty reprezentované glomalinem a organické hmoty lépe mineralizovatelné (C_{ox}).

Tab. 54 parametry organické hmoty na konci pátého osevního sledu (v roce 2018)

Závlaha Horizont 0–30 cm	Varianta	Glom (mg/g)	C_{ox} (%)	Glom/C_{ox} (hmotn. poměr)
	1.ChI.HN.	4,33	1,86	0,23
	2.ChI.HN.+$N_1P_1K_1$	4,42	1,79	0,25
	3.ChI.HN.+N2P2K2	4,22	1,79	0,24
	4.ChI.HN.+N3P3K3	4,19	1,72	0,24
	5.ChI.HN.+N2P1K2	4,11	1,61	0,26
	6.ChI.HN.+N2P3K2	4,15	1,76	0,24
	7.ChI.HN.+N2P2K1	4,19	1,75	0,24
	8.ChI.HN.+N2P2K3	4,26	1,61	0,26
	9.ChI.HN.+N2P2K2	4,50	1,59	0,28
Bez závlahy Horizont 0–30 cm	1.ChI.HN	4,03	1,61	0,25
	2.ChI.HN.+N1P1K1	3,93	1,59	0,25
	3.ChI.HN.+N2P2K2	3,81	1,55	0,25
	4.ChI.HN.+N3P3K3	4,36	1,57	0,28
	5.ChI.HN.+N2P1K2	4,37	1,44	0,30
	6.ChI.HN.+N2P3K2	4,55	1,44	0,32
	7.ChI.HN.+N2P2K1	4,56	1,49	0,31
	8.ChI.HN.+N2P2K3	4,41	1,38	0,32
	9.ChI.HN.+N2P2K2	4,62	1,45	0,32

Tab. 55 parametry organické hmoty na konci pátého osevního sledu

Závlaha	Varianta	Glom (mg/g)	Cox (%)	Glom/ Cox (hmotn. poměr)
Horizont 30–60 cm	1.CHl.HN.	4,11	1,67	0,25
	2.CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	4,07	1,70	0,24
	3.CHl.HN.+N2P2K2	4,12	1,68	0,25
	4.CHl.HN.+N3P3K3	4,06	1,66	0,24
Bez závlahy	1.CHl.HN.	3,96	1,57	0,25
	2.CHl.HN.+N1P1K1	3,72	1,46	0,25
Horizont 30–60 cm	3.CHl.HN.+N2P2K2	3,65	1,50	0,24
	4.CHl.HN.+N3P3K3	3,62	1,45	0,25

V horizontu 0–30 cm zavlažovaná plocha obsahuje více organické hmoty (Cox) než plocha bez závlahy. Plocha zavlažovaná vykazuje užší poměr glom/ Cox než plocha bez závlahy.

Plocha zavlažovaná obsahuje více Cox i v horizontu 30–60 cm, zároveň obsahuje v tomto horizontu i více glomalinu než plocha nezavlažovaná. Výsledný poměr glom/Cox je tak na obou plochách vyrovnaný.

4.5 Zhodnocení zrnitostního složení a kationtové výměnné kapacity

Po ukončení osevního postupu se u vzorků z každé varianty hnojení určuje zrnitostní složení a stanoví se hodnota kationtové výměnné kapacity.

4.5.1 Zrnitostní složení půdy

K posouzení zrnitostního složení půdy jsou půdní částice řazeny do zrnitostních frakcí, což je souhrn všech půdních částic spadajících do určitého rozmezí průměrů. Jedním z klasifikačních systémů půdních druhů je Novákova klasifikační stupnice. Rozlišuje sedm zrnitostních kategorií podle obsahu částic <0,01 mm.

Tab. 56 Zrnitostní klasifikace půdního druhu (Novák, 1953)

Obsah částic <0,01 mm (%)	Označení půdního druhu	Základní půdní druhy
0	písek	lehká půda
0-10	písčitá	
10-20	hlinitopísčitá	
20-30	písčitohlinitá	střední půda
30-45	hlinitá	
45-60	jílovitohlinitá	těžká půda
60-75	jílovitá	
> 75	jíl	

Zdroj: Pospíšilová a kol., 2016

Tab. 57 Obsah půdních částic (%) menších než 0,01 mm na konci 5. osevního sledu (r. 2018)

	Varianta	Částice <0,01
Závlaha horizont 0–30 cm	1.CHl.HN.	40,8
	2.CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	41,3
	3.CHl.HN.+N2P2K2	37,5
	4.CHl.HN.+N3P3K3	42,6
	5.CHl.HN.+N2P1K2	38,4
	6.CHl.HN.+N2P3K2	40,1
	7.CHl.HN.+N2P2K1	38,4
	8.CHl.HN.+N2P2K3	38
	9. CHl.HN.+N2P2K2	38,4
	Varianta	Částice <0,01
Bez závlahy horizont 0–30 cm	1.CHl.HN.	41,9
	2.CHl.HN.+N1P1K1	39,1
	3.CHl.HN.+N2P2K2	40,7
	4.CHl.HN.+N3P3K3	38,5
	5.CHl.HN.+N2P1K2	40,2
	6.CHl.HN.+N2P3K2	37,3
	7.CHl.HN.+N2P2K1	41
	8.CHl.HN.+N2P2K3	39,5
	9.CHl.HN.+N2P2K2	41,7

Tab. 58 Obsah půdních částic (%) menších než 0,01 mm na konci 5. osevního sledu (r. 2018)

Závlaha	Varianta	Částice <0,01
horizont 30–60 cm	1.CHl.HN.	43,6
	2.CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	40,8
	3.CHl.HN.+N2P2K2	43,2
	4.CHl.HN.+N3P3K3	45,1
Bez závlahy	Varianta	Částice <0,01
Horizont 30–60 cm	1.CHl.HN.	45,1
	2.CHl.HN.+N1P1K1	49,9
	3.CHl.HN.+N2P2K2	41,9
	4.CHl.HN.+N3P3K3	40,9

Obsah částic <0,01 mm se téměř u všech variant pohybuje v rozpětí 30–45 % a dle Novákovy klasifikace půdního druhu se řadí ke středním hlinitým půdám. Výjimkou je varianta 2. (CHl.HN.+N1P1K1) u vzorku z podorničí na ploše bez závlahy, kde obsah částic <0,01 mm dosahuje
50 % a řadí se do kategorie půd s obsahem částic v rozmezí 45–60 %, k půdám těžkým, jílovitohlinitým.

4.5.2 Půdní sorpční komplex

Půdní sorpční komplex je soubor půdních koloidů, které se podílí na výměnných reakcích. Velmi příznivý fyzikální stav vykazují půdy se sorpčním komplexem nasyceným dvojmocnými kationty. Tyto půdy zároveň poskytují velmi dobré podmínky pro růst a vývoj kulturních rostlin (Pospíšilová a Vlček, 2015).

Tab. 59 Kritéria pro hodnocení aktuální KVK a optimální zastoupení kationtů v sorpčním komplexu

Hodnocení	Sorpční kapacita (mmol/kg)	Zastoupení kationtů (%)		
		Ca (%)	Mg (%)	K (%)
nízká	do 120	65	15	3-5
střední	121-180	75	10	3-4
vysoká	nad 180	85	5	2-3

Zdroj: Trávník a kol., 2014

Tab. 60 Hodnota KVK (mmol ch.ekv/kg), zastoupení kationtů v sorpčním komplexu (%) a stupeň nasycení půdního sorpčního komplexu (%) na konci pátého osevního sledu

Závlaha horizont 0–30 cm	Varianta hnojení	KVK (mmol ch.ekv/kg)	Zastoupení kationtů (%)				
			Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	Nasycení PSK (%)
	1.CHl.HN.	226	81	16	1	1	100
	2.CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	199	81	16	2	1	100
	3.CHl.HN.+N2P2K2	194	81	16	3	1	100
	4.CHl.HN.+N3P3K3	183	80	15	4	1	100
	5.CHl.HN.+N2P1K2	216	83	13	3	1	100
	6.CHl.HN.+N2P3K2	199	82	15	2	1	100
	7.CHl.HN.+N2P2K1	206	81	16	2	1	100
	8.CHl.HN.+N2P2K3	210	84	12	4	1	100
	9.CHl.HN.+N2P2K2	196	81	16	3	1	100
Bez závlahy Horizont 0–30 cm	1.CHl.HN.	194	89	9	2	0	100
	2.CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	203	87	9	4	0	100
	3.CHl.HN.+N2P2K2	185	87	9	4	0	100
	4.CHl.HN.+N3P3K3	180	84	9	6	0	100
	5.CHl.HN.+N2P1K2	187	87	9	4	0	100
	6.CHl.HN.+N2P3K2	180	85	9	6	0	100
	7.CHl.HN.+N2P2K1	184	87	9	3	0	100
	8.CHl.HN.+N2P2K3	183	85	9	6	0	100
	9.CHl.HN.+N2P2K2	184	87	8	4	0	100

Tab. 61 Hodnota KVK (mmol ch.ekv/kg), zastoupení kationtů v sorpčním komplexu (%) a stupeň nasycení půdního sorpčního komplexu (%) na konci pátého osevního sledu

Závlaha Horizont 30–60 cm	Varianta hnojení	KVK (mmol ch. ekv/ kg)	Zastoupení kationtů (%)				
			Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	Nasycení PSK (%)
	1.CHl.HN.	202	82	16	1	1	100
	2.CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	200	82	16	2	1	100
	3.CHl.HN.+N2P2K2	211	82	15	2	1	100
	4.CHl.HN.+N3P3K3	197	81	16	3	1	100
Bez závlahy Horizont 30–60 cm	1.CHl.HN.	197	88	10	2	0	100
	2.CHl.HN.+$N_1P_1K_1$	187	88	9	2	0	100
	3.CHl.HN.+N2P2K2	200	88	9	3	0	100
	4.CHl.HN.+N3P3K3	183	85	9	6	0	100

Sorpční kapacita na obou sledovaných plochách dosahuje hodnot nad 180 mmol/kg, a je tedy hodnocena jako vysoká. Sorpční komplex na ploše zavlažované i nezavlažované je u všech variant plně nasycen. Nasycení dvojmocnými kationty je téměř 100 %.

Nejvyšší hodnoty KVK v horizontu 0–30 cm na ploše se závlahou dosahuje varianta 1. CHL.HN., na ploše bez závlahy má nejvyšší KVK varianta s nejnižší úrovní minerálního hnojení (2.CHL.HN. + N1P1K1). V horizontu 30–60 cm má ze čtyř hodnocených variant nejvyšší hodnotu KVK na ploše zavlažované i bez závlahy varianta se střední dávkou minerálního hnojení (3. CHL.HN. + N2P2K2). Hodnoty KVK na ploše zavlažované jsou mírně vyšší než na ploše bez závlahy v obou horizontech.

Půdní sorpční komplex vykazuje optimální zastoupení vápníku, zastoupení hořčíku a draslíku dosahuje hodnot vyšších než optimálních. Na ploše zavlažované je v PSK vyšší zastoupení kationtů hořčíku než na ploše bez závlahy, plocha bez závlahy obsahuje v PSK více draslíku. Na ploše bez závlahy není v PSK zastoupen sodík.

5 Závěr

- Minerální hnojení je ve srovnání s variantou hnojenou pouze hnojem účinnější. Byl použit koňský hnůj s vyšším obsahem sušiny, a tedy i větší koncentrací živin. Účinek minerálního hnojení je patrný již při první dávce živin. Stupňování samotného minerálního hnojení má už jen minimální vliv, to může být způsobeno přirozenou vysokou půdní úrodností a popřípadě skutečností, že již v první dávce (CHL.HN. + min. hnojení) bylo dodáno maximální množství pohotových přístupných živin, které jsou rostliny schopny pro svoji potřebu čerpat. Mezi žádnou z devíti variant hnojení nebyl rozdíl ve výnosech statisticky průkazný. Stupňování minerálního hnojení by v praxi bylo ekonomicky neefektivní.

- Vliv závlahy na výnos hlavního produktu je značný a je i statisticky průkazný. Vlivem závlahy se také zvýšila HTS pšenice a ječmene a došlo k nárůstu podílu větších hlíz u brambor. Nejméně (v % výnosu) byl závlahou ovlivněn výnos zrna pšenice ozimé v r. 2011, závlahou bylo dodáno 30 mm vody. Výnos zrna pšenice byl ovlivněn v rozsahu 1 až 8 %. Značně byl závlahou ovlivněn výnos brambor a vojtěšky v roce zásevu (2017). Průměrná roční výrobnost hlavního i vedlejšího produktu pátého osevního sledu byla závlahou ovlivněna v rozsahu 6 až 25 %.

- Při porovnání výnosů varianty hnojené zásobně a každoročně se jeví jako účinnější každoroční hnojení na ploše zavlažované, na ploše bez závlahy není rozdíl patrný. Statisticky významný rozdíl mezi oběma variantami však nebyl prokázán na žádné ze sledovaných ploch.

- Vyšší produkce sušiny bylo dosaženo na ploše se závlahou. Větší produkci sušiny odpovídá i vyšší odběr živin na ploše zavlažované. Průměrná roční produkce sušiny na ploše zavlažované byla 9,6 až 11,52 t/ha, na ploše bez závlahy 8,30 až 9,59 t/ha.

- Záporné bilance živin na obou sledovaných plochách bylo dosaženo pouze u dusíku (na všech variantách) a draslíku u varianty hnojené pouze chlévským hnojem. Bilance všech ostatních živin je kladná na ploše zavlažované i na ploše bez závlahy.

- Vlivem minerálního hnojení dochází k okyselování půdní reakce. Vápněno bylo naposled v roce 2003. Na konci pátého osevního sledu pH na většině variant pohybuje v rozmezí 6,1 – 6,5 a vyžaduje vápnění.

- Z hodnocení obsahu přístupných živin vyplývá, že dochází k rozšiřování poměru K/Mg. Na obou plochách se tento poměr nachází ještě v kategorii „vyhovující“, v budoucnu lze však očekávat další rozšiřování tohoto poměru a problém s příjmem hořčíku především na ploše bez závlahy, protože chybí zdroj hořčíku v závlahové vodě, který tento poměr zužuje.

- Zásoba bóru, mědi a manganu na obou plochách se pohybuje v kategorii „vysoká zásoba“, obsah zinku spadá do kategorie „středního“ obsahu. Obsah síry je v kategorii „nízké“ až „velmi nízké“ zásoby.

- Obsah Nmin v horizontech 0–40 a 40–60 cm vykazuje roční cyklus – jarní a podzimní maximum a letní minimum. Obsah NO^{3-} dosahuje v průběhu pátého osevního sledu i rizikových obsahů. Nejvyšší hodnoty Nmin byly naměřeny v roce 2015, kdy po sklizni brambor byly dosaženy nejvyšší obsahy Nmin v orničním i podorničním horizontu (až 40 mg/kg zeminy) v mimoporostním období, nejvíce nitrátové formy dusíku (60,9 kg/ha) bylo vyplaveno

z horizontu 40-60 cm při střední úrovni hnojení (lyzimetr 3 CHL.HN. + N2P2K2) na jaře v roce 2013 před setím kukuřice.

- Půdní organická hmota stanovená jako Cox dosahuje vyššího obsahu na ploše zavlažované než na ploše bez závlahy, a to v obou půdních horizontech. Půdní horizont 30–60 cm obsahuje na ploše se závlahou i více glomalinu než na ploše bez závlahy.

- Rozbor zrnitostního složení půdy provedený na konci pátého osevního sledu odpovídá dle Novákovy klasifikace půdnímu druhu „střední hlinitá půda“.

- Sorpční kapacita na obou sledovaných plochách je vysoká a dosahuje hodnot 180 mmol/kg. Sorpční komplex všech variant je plně nasycen. Nasycení dvojmocnými kationty je téměř 100 % a poměrné zastoupení Ca, K a Mg se blíží optimálním hodnotám.

6 Literatura

Čermák, P., Dvorský, J., Klír, J., Kunzová, E., Rozsypal, R., Hejátková, K. 2007. Bilance živin v ekologicky hospodařícím podniku. 43 s. ISBN: 80-903548-4-X

Čermák, P., Mühlbachová, G., Káš, M., Vavera, R., Pechová, M. 2017. Metodický postup pro stanovení obsahu mikroelementů metodou Mehlich 3 a návrh kritérií hodnocení jejich obsahu v zemědělských půdách. ISBN: 978-80-7427-266-0.

Klement, V., Prchalová, R., 2013. Lyzimatrická sledování – výsledky lyzimetrických měření Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského za 25 let sledování. ISBN: 978-80-7401-078-1

Kulhánek, M., Balík, J., Sedlář, O., Zbíral, J., Smatanová, M., Suran, P. 2018. Stanovení přístupné síry v půdě metodou Mehlich 3. Certifikovaná metodika. ISBN: 978-80-213-2893-8.

Petr, J. a kolektiv. 1989. Rukověť agronoma. ISBN: 80-209-0062-4

Pospíšilová, Lˇ, Vlček, V., 2015. Chemické, biologické a fyzikální ukazatele kvality zdraví půdy. ISBN: 978-80-7509-244-1.

Pospíšilová, Lˇ,Vlček, V., Hybler, V., Hábová, M., Jandák, J. 2016. Standardní analytické metody a kritéria hodnocení fyzikálních, agrochemických, biologických a hygienických parametrů půd. ISBN: 978-80-7509-438-4.

Smatanová, M. Prováděcí metodiky polních stacionárních zkoušek. 2018.Metodický pokyn č. 24/SZV

Trávník a kol., 2014. Metodický návod pro hnojení plodin. 26 s. ISBN: 978-80-7401-024-8

Trávník, K. 1995. Stanovení ekologicky únosných obsahů minerálního dusíku v půdách pásem hygienické ochrany vodních zdrojů.

Vlček, V., Pohanka, M. 2019. Glomalin – an interesting protein part of the soil organic matter. Soil and Water Researcg. 29.

Poznámky:

Poznámky:

Sledování vlivu různých intenzit hnojení na půdní úrodnost a změny agrochemických vlastností půdy v podmínkách závlahy

Závěrečná zpráva ze stacionární polní zkoušky za osevní sled 2011–2018

Autoři: **Ing. Silvie Jančíková**
Ing. Mária Puchalová
Markéta Vodáková

Vydal: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Sekce zemědělských vstupů

Náklad: 30 ks

Vydání: první

Rok vydání: 2020

Počet stran: 67

Tisk: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Hroznová 2, 656 06 Brno, tel.: 543548111
e-mail: **vyzivarostlin@ukzuz.cz**

Vydáno bez jazykové úpravy

ISBN 978-80-7401-189-4



ÚKZÚZ, 2020