

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



**Sledování vlivu různých intenzit hnojení na půdní úrodnost a
změny agrochemických vlastností půdy v podmínkách závlahy
v roce 2020**

Výroční zpráva

Zpracoval: Ing. Silvie Jančíková
Markéta Vodáková
Oddělení výživy rostlin

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

Předkládá: Ing. Miroslav Florián, Ph.D.
ředitel Sekce zemědělských vstupů

Obsah	strana
1	1
1 Úvod.....	1
2 Metodika zkoušky	1
2.1 Varianty hnojení	1
2.2 Dávky živin.....	2
2.3 Vegetační sledování.....	2
2.4 Hodnocené parametry.....	2
2.5 Lyzimetrická sledování.....	3
3 Charakteristika pokusného místa	3
4 Výsledky.....	3
4.1 Průběh počasí a vegetace	3
4.1.1 Počasí	3
4.1.2 Vegetační sledování	4
4.2 Dosažené výnosy hlavního a vedlejšího produktu	5
4.2.1 Výnosy všech variant	5
4.2.2 Výnosy podle stupňované intenzity hnojení	6
4.2.3 Statistické vyhodnocení vlivu hnojení na výnos	8
4.3 Vliv závlahy na výnos	10
4.3.1 Vliv závlahy na výnos jednotlivých variant	10
4.3.2 Statistické vyhodnocení vlivu závlahy na výnos hlavního a vedlejšího produktu	10
4.4 Technologické rozborů	11
4.5 Vyhodnocení anorganických rozborů rostlin	12
4.6 Bilance živin	13
4.7 Vyhodnocení agrochemických rozborů v půdě	14
4.7.1 Obsah přístupných živin.....	14
4.7.2 Obsah mikroprvků a přístupné síry	18
4.8 Vyhodnocení lyzimetrů	20
4.8.1 Průběh povětrnosti a závlahy ve sledovaném období	21
4.8.2 Obsah živin a průvodních látek ve srážkové a závlahové vodě	22
4.8.3 Přehled zachytu eluátu	23
4.8.4 Obsah živin a průvodních látek v eluátu	23
4.8.5 Agrochemické vlastnosti půdy lyzimetrických parcel	24
4.8.6 Minerální dusík v půdě.....	25
5 Závěr.....	27
6 Literatura	29

1 Úvod

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

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

2 Metodika zkoušky

Zkouška byla založena na podzim roku 1977. V roce 1986 byl ukončen první devítiletý osevní sled, v roce 1994 druhý osmiletý sled, v roce 2002 třetí osmiletý sled, v roce 2010 čtvrtý osmiletý osevní sled a v roce 2018 pátý osmiletý osevní sled. Tato závěrečná zpráva hodnotí výsledky druhého roku (2020) šestého osmiletého osevního sledu (2019 – 2026).

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

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

Ve zkoušce 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. + N₁P₁K₁....
3. CHL.HN. + N₂P₂K₂....
4. CHL.HN. + N₃P₃K₃....
5. CHL.HN. + N₂P₁K₂.... hnojeno hnojem a min. hnojivy s využitím **do zásoby**
6. CHL.HN. + N₂P₃K₂....
7. CHL.HN. + N₂P₂K₁....
8. CHL.HN. + N₂P₂K₃....
9. CHL.HN. + N₂P₂K₂..... hnojeno hnojem, minerální hnojiva aplikována **každoročně**

2.2 Dávky živin

Tab. 1 Průměrné roční dávky živin osevního sledu (N, P₂O₅, K₂O)

hladina živin	kg živin / ha	celkem kg čistých živin / ha
N₁P₁K₁	41 + 50 + 145	236
N₂P₂K₂	69 + 75 + 210	354
N₃P₃K₃	97 + 100 + 275	472

Tab. 2 Přehled dávek živin v minerálních hnojivech v osevním sledu

plodina	N ₁ P ₁ K ₁			N ₂ P ₂ K ₂			N ₃ P ₃ K ₃		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
pšenice ozimá	60	100	290	90	150	420	120	200	550
ječmen jarní	30	-	-	60	-	-	90	-	-
kukuřice	80	100	290	120	150	420	160	200	550
ječmen jarní	30	-	-	60	-	-	90	-	-
brambory rané	65	100	290	90	150	420	115	200	550
pšenice ozimá	60	-	-	90	-	-	120	-	-
vojtěška	-	100	290	20	150	420	40	200	550
vojtěška	-	-	-	20	-	-	40	-	-

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

Chlévský hnůj se aplikuje 2 x za osevní postup v dávce 40 t/ha. Naposledy byl aplikován na podzim r. 2014. V šestém osevním sledu bude aplikován ke kukuřici na podzim 2020 a k řepce na podzim 2022.

Vápnění se provádí mletým vápencem v dávce určené agrochemickým rozbořem půdy. Poslední vápnění bylo provedeno na jaře 2020.

2.3 Vegetační sledování

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

2.4 Hodnocené parametry

Každoročně po sklizni plodiny se odebírá z každé varianty hnojení vzorek pro stanovení **agrochemických vlastností půdy**: pH/CaCl₂ a potřeby vápnění, obsahu fosforu, draslíku, hořčíku a vápníku metodou Mehlich 3 (dříve Mehlich 2). Toto základní stanovení bylo postupně rozšířeno o stanovení obsahu mikroelementů a přístupné síry (Mehlich 3).

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

Po ukončení sledu se rovněž provádí penetrometrické měření u variant 1, 2, 5 - vždy pět měření ze tří opakování zkoušky (Penetrometr Eijkelkamp s GPS se sondou pro měření vlhkosti půdy).

U rostlin je každoročně sledován **výnos hlavního a vedlejšího produktu**. Jsou z nich odebrány vzorky na stanovení vlhkosti a obsahu základních živin pro porovnání závislosti jejich obsahu na intenzitě hnojení a pro výpočet bilance živin.

2.5 Lyzimetrická sledování

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.

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.

4 Výsledky

4.1 Průběh počasí a vegetace

4.1.1 Počasí

Pro posouzení povětrnostních podmínek v průběhu vegetačního období 2019/2020 byly zpracovány údaje o průměrných teplotách a úhrnech srážek v jednotlivých měsících (datum setí 16.3.2020, sklizeň 30.7.2020). Následující tabulka (tab. 3) udává průběh povětrnostních podmínek, nadprůměrné teploty a nadprůměrné srážky jsou zvýrazněny tučně. Množství vody dodané závlahou je uvedeno v kapitole 4.8 „Vyhodnocení lyzimetrů“.

Tab. 3 Průběh povětrnostních podmínek ve vegetačním období 2019/2020

rok měsíc	teploty (°C)			srážky (mm)		
	průměr	normál	Odchylka (°C)	suma/měsíc	normál	% normálu
IX	16,2	15,0	1,2	50	42	119
X	11,3	9,6	1,7	39	29	133
XI	8,1	3,7	4,4	39	38	103
XII	3,0	0,3	2,7	44	27	163
I	0,6	-1,2	1,8	14	23	59
II	6,0	0,4	5,6	23	21	108
III	6,6	4,8	1,8	19	23	81
IV	11,5	9,5	2,0	8	34	25
V	14,1	14,9	-0,8	61	50	121
VI	18,9	17,9	1,0	93	63	148
VII	20,7	20,1	0,6	40	64	62
VIII	21,9	19,8	2,1	68	47	145
2019/20	11,6	9,6	2,0	496	461	108

Průměrné měsíční teploty vzduchu se v průběhu vegetačního období 2019/2020 pohybovaly převážně nad dlouhodobými průměry, výrazně teplejší byl měsíc únor, kdy byly zaznamenány

také celorepublikově nejvyšší únorové teploty od r. 1961 (společně s rokem 1966)(zdroj ČHMÚ). Na ZS Lednice byla odchylka od průměru +5,6 °C. Nižší teploty oproti dlouhodobému průměru byly zaznamenány pouze v měsíci květnu (odchylka -0,8 °C). Srážkově bylo vegetační období 2019/2020 mírně nadprůměrné, sušší měsíce byly zaznamenány v období ledna až dubna, silně srážkově deficitní byl měsíc duben, který byl také (společně s dubnem 1988) druhý nejsušší v ČR od roku 1961. Srážkový průměr na území ČR byl 18 mm, na ZS Lednice činil srážkový úhrn za měsíc duben pouze 8 mm. Květen a letní měsíce na ZS Lednice byly naopak srážkově nadprůměrné s výjimkou měsíce července, kdy spadlo pouze 62 % průměrného srážkového úhrnu. Závlaha byla dodána v dubnu (20 mm) a v květnu (ve 2 dávkách vždy 20 mm).

4.1.2 Vegetační sledování

Před setím byl pozemek důkladně připraven, půdní struktura byla optimální, ale přetrvával srážkový deficit.

Varianta bez závlahy

Negativní vliv na vzcházení a tvorbu odnoží měl březnový a dubnový srážkový deficit. Porost zůstal řídký a méně vysoký i přes teplotně a vláhově příznivé podmínky v květnu a červnu. Jednotlivé fenofáze byly kratší. Porost byl bez významnějšího výskytu chorob a škůdců. Dozrávání komplikovaly srážky v druhé dekádě července, sklizeň proběhla bezproblémově. Poškození zvěří bylo minimální.

Varianta se závlahou

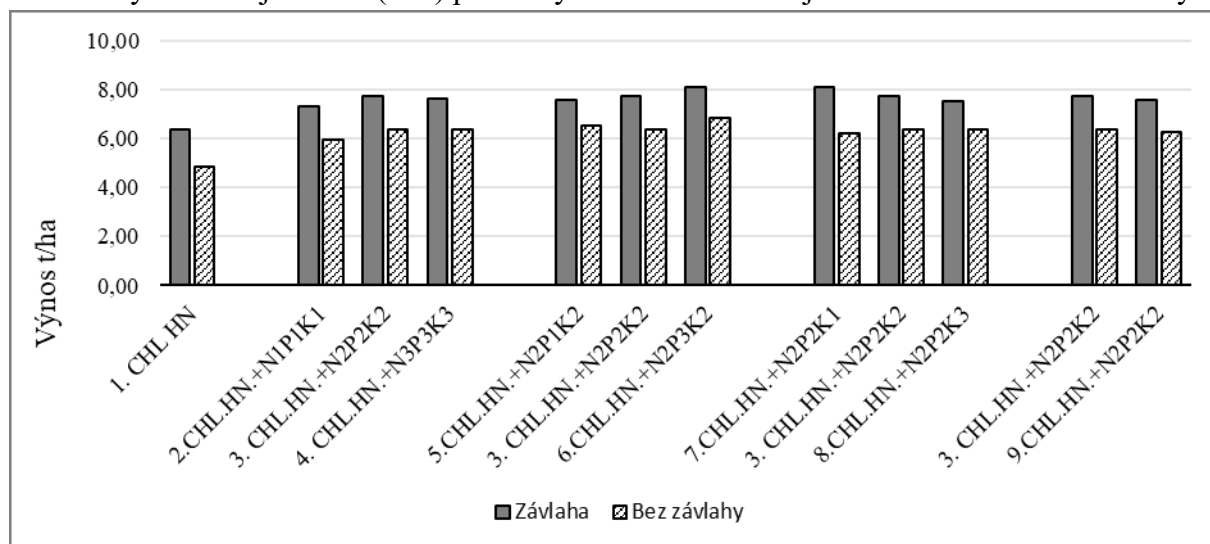
Již první závlaha měla viditelný pozitivní vliv na porost (více odnoží). Květen a červen byl pro porost příznivý teplotně i vláhově. I druhá a třetí závlahová dávka se projevila příznivě na tvorbě vegetativních (výška rostlin) i generativních částí porostu (vyšší HTS). Porost byl rovněž bez významnějšího výskytu chorob a škůdců. Na některých parcelkách bylo pozorováno poškození vysokou zvěří (vyležená místa).

4.2 Dosažené výnosy hlavního a vedlejšího produktu

Uvedené výnosy jsou přepočítané na 14 % vlhkost.

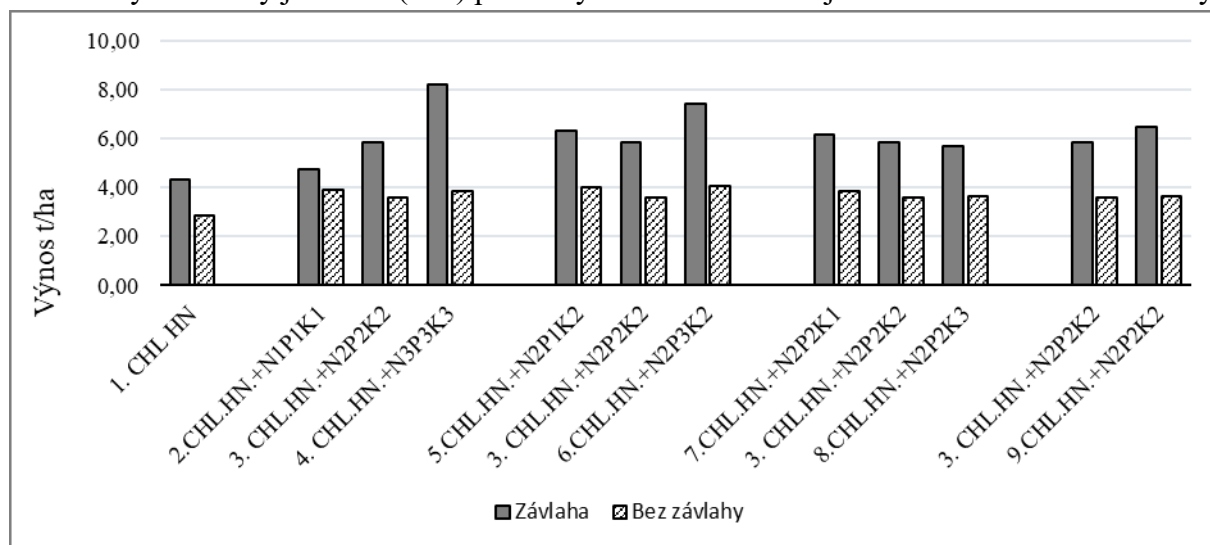
4.2.1 Výnosy všech variant

Graf 1 Výnos zrna ječmene (t/ha) při různých intenzitách hnojení se závlahou a bez závlahy



*Z – závlaha, BZ – bez závlahy

Graf 2 Výnos slámy ječmene (t/ha) při různých intenzitách hnojení se závlahou a bez závlahy



*Z – závlaha, BZ – bez závlahy

Tab. 4 Souhrnné zhodnocení průměrných výnosů (t/ha), **varianta se závlahou**

Varianta závlahy	1 CHL.HN.	2 CHL.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
zrno (t/ha)	6,36	7,33	7,73	7,63	7,57	8,09	8,10	7,52	7,56
%	100,0	115,3	121,5	120,0	119,0	127,2	127,4	118,2	118,9
pořadí	9	8	3	4	5	2	1	7	6
sláma (t/ha)	4,31	4,76	5,86	8,19	6,31	7,44	6,18	5,67	6,50
%	100,0	110,4	136,0	190,0	146,4	172,6	143,4	131,6	150,8
pořadí	9	8	6	1	4	2	5	7	3

Tab. 5 Souhrnné zhodnocení průměrných výnosů (t/ha), **varianta bez závlahy**

Varianta bez závlahy	1 CHL.HN.	2 CHL.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
zrno (t/ha)	4,86	5,93	6,36	6,35	6,53	6,85	6,24	6,39	6,25
%	100,0	123,6	130,9	130,7	134,4	140,9	128,4	131,5	128,6
pořadí	9	8	4	5	2	1	7	3	6
sláma (t/ha)	2,87	3,91	3,57	3,86	4,01	4,07	3,83	3,62	3,64
%	100,0	136,2	124,4	134,5	139,7	141,8	133,4	126,1	126,8
pořadí	9	3	8	4	2	1	5	7	6

4.2.2 Výnosy podle stupňované intenzity hnojení

a) stupňování všech živin

Tab. 6 Výnosy podle stupňované intenzity všech živin, **varianta se závlahou**

Varianta hnojení	zrno			Varianta hnojení	sláma		
	t/ha	%	pořadí		t/ha	%	pořadí
1. CHL.HN.	6,36	100,0	4	1. CHL.HN.	4,31	100,0	4
2. CHL.HN.+N ₁ P ₁ K ₁	7,33	115,3	3	2. CHL.HN.+N ₁ P ₁ K ₁	4,76	110,4	3
3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	7,73	121,5	1	3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	5,86	136,0	2
4. CHL.HN.+N ₃ P ₃ K ₃	7,63	120,0	2	4. CHL.HN.+N ₃ P ₃ K ₃	8,19	190,0	1

Tab. 7 Výnosy podle stupňované intenzity všech živin, **varianta bez závlahy**

Varianta hnojení	zrno			Varianta hnojení	sláma		
	t/ha	%	pořadí		t/ha	%	pořadí
1. CHL.HN.	4,86	100,0	4	1. CHL.HN.	2,87	100,0	4
2. CHL.HN.+N ₁ P ₁ K ₁	5,93	123,6	3	2. CHL.HN.+N ₁ P ₁ K ₁	3,91	136,2	1
3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	6,36	130,9	1	3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	3,57	124,4	3
4. CHL.HN.+N ₃ P ₃ K ₃	6,35	130,7	2	4. CHL.HN.+N ₃ P ₃ K ₃	3,86	134,5	2

Nejnižší výnos obou produktů byl při hnojení pouze hnojem.

Výnos **zrna** byl nejvyšší na obou plochách při střední úrovni hnojení všemi živinami, **var. 3** (+ 1,37 t/ha a 1,51 t/ha oproti variantě hnojené pouze hnojem), nejvyšší intenzita hnojení již výnos nezvyšovala, a byla tedy neefektivní. Výnos **slámy** byl na ploše se závlahou nejvyšší při nejvyšší intenzitě hnojení všemi živinami (**var. 4**) a oproti variantě hnojené pouze hnojem se zvýšil o 3,88 t/ha. Na ploše bez závlahy bylo nejvyššího výnosu dosaženo při první

intenzitě hnojení všemi živinami (**var. 2**) a výnos se oproti variantě hnojené pouze hnojem zvýšil o 1,04 t/ha.

Největší nárůst výnosu je mezi variantami hnojenými pouze hnojem a variantami s první úrovní hnojení všemi živinami (**var. 2**), pouze výnos slámy na ploše se závlahou se zvyšoval více i mezi druhou a třetí úrovní hnojení.

b) stupňování fosforu

Tab. 8 Výnosy podle stupňovaných dávek fosforu, **varianta se závlahou**

Varianta hnojení	zrno			Varianta hnojení	sláma		
	t/ha	%	pořadí		t/ha	%	pořadí
5.CHL.HN.+ N ₂ P ₁ K ₂	7,57	100,0	3	5.CHL.HN. +N ₂ P ₁ K ₂	6,31	100,0	2
3.CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	7,73	102,1	2	3.CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	5,86	92,9	3
6.CHL.HN.+N ₂ P ₃ K ₂	8,09	106,9	1	6.CHL.HN.+N ₂ P ₃ K ₂	7,44	117,9	1

Tab. 9 Výnosy podle stupňovaných dávek fosforu, **varianta bez závlahy**

Varianta hnojení	zrno			Varianta hnojení	sláma		
	t/ha	%	pořadí		t/ha	%	pořadí
5.CHL.HN.+ N ₂ P ₁ K ₂	6,53	100,0	2	5.CHL.HN.+ N ₂ P ₁ K ₂	4,01	100,0	2
3.CHL.HN.+ N ₂ P ₂ K ₂	6,36	97,4	3	3.CHL.HN.+ N ₂ P ₂ K ₂	3,57	89,03	3
6.CHL.HN.+ N ₂ P ₃ K ₂	6,85	104,9	1	6.CHL.HN.+ N ₂ P ₃ K ₂	4,07	101,5	1

Na obou plochách bylo nejvyššího výnosu hlavního i vedlejšího produktu dosaženo při nejvyšší úrovni hnojení fosforem (**var. 6**). Výnos zrna se zvýšil o 0,52 t/ha (+ 6,9 %) na ploše se závlahou a o 0,32 t/ha (+ 4,9 %) na ploše bez závlahy oproti první úrovni minerálního hnojení fosforem. Výnos slámy na ploše se závlahou se při nejvyšší úrovni min. hnojení fosforem zvýšil o 1,13 t/ha (+ 17,9 %). Na ploše bez závlahy byl výnos při nejvyšší úrovni min. hnojení fosforem oproti první úrovni hnojení vyšší jen nepatrně.

c) stupňování draslíku

Tab. 10 Výnosy podle stupňovaných dávek draslíku, **varianta se závlahou**

Varianta hnojení	zrno			Varianta hnojení	sláma		
	t/ha	%	pořadí		t/ha	%	pořadí
7. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₁	8,10	100,0	1	7. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₁	6,18	100,0	1
3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	7,73	95,4	2	3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	5,86	94,8	2
8. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₃	7,52	92,8	3	8. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₃	5,67	91,7	3

Tab. 11 Výnosy podle stupňovaných dávek draslíku, **varianta bez závlahy**

Varianta hnojení	zrno			Varianta hnojení	sláma		
	t/ha	%	pořadí		t/ha	%	pořadí
7. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₁	6,24	100,0	3	7. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₁	3,83	100,0	1
3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	6,36	101,9	2	3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	3,57	93,2	3
8. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₃	6,39	102,4	1	8. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₃	3,62	94,5	2

Vyšší úrovně draselného hnojení působily na výnos hlavního i vedlejšího produktu spíše negativně. Zvyšování hnojení draslíkem znamenalo pokles výnosu o 4,6 %, tj. o 0,37 t/ha (**var. 3** zrno, závlaha) až 8,3 %, tj. o 0,51 t/ha (**var. 8** sláma, závlaha). Pouze výnosy zrna na ploše bez závlahy zůstaly se zvyšující se dávkou P přibližně na stejné úrovni.

d) porovnání účinnosti zásobního a každoročního hnojení

Tab. 12 Výnosy podle zásobního a každoročního hnojení, varianta se závlahou

Varianta hnojení	zrno		Varianta hnojení	sláma	
	t/ha	%		t/ha	%
3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂ zásobně	7,73	100	3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂ zásobně	5,86	100
9. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂ každoročně	7,56	98	9. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂ každoročně	6,50	111

Tab. 13 Výnosy podle zásobního a každoročního hnojení, varianta bez závlahy

Varianta hnojení	zrno		Varianta hnojení	sláma	
	t/ha	%		t/ha	%
3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂ zásobně	6,36	100	3. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂ zásobně	3,57	100
9. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂ každoročně	6,25	98	9. CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂ každoročně	3,64	102

Rozdíl mezi variantami hnojenými zásobně a každoročně není statisticky průkazný. (Hodnocení párový t – test, program Statistica, verze 13.5.) Z tabulek vyplývá, že rozdíly mezi variantami 3 a 9 jsou minimální, pouze výnos slámy na ploše se závlahou byl vyšší při každoročním hnojení o 0,64 t/ha.

4.2.3 Statistické vyhodnocení vlivu hnojení na výnos

Pro statistické zpracování výsledků byl použit program Statistica, verze 13.5. K vyhodnocení vlivu minerálního hnojení na výnos hlavního produktu byla použita analýza rozptylu jednofaktorová ANOVA pro hladinu významnosti α 0,05, následně vyhodnocení rozdílů mezi variantami bylo provedeno Tuckey testem.

Tab. 14 Statistické vyhodnocení výnosu zrna, varianta se závlahou

varianta	pořadí varianty dle výnosu	výnos t/ha	relativně %	významně – lepší - než
				p = 0,05
1 CHL.HN.	9	6,36	100,0	-
2 CHL.HN.+N ₁ P ₁ K ₁	8	7,33	115,3	-
3 CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	3	7,73	121,5	-
4 CHL.HN.+N ₃ P ₃ K ₃	4	7,63	120,0	-
5 CHL.HN.+N ₂ P ₁ K ₂	5	7,57	119,0	-
6 CHL.HN.+N ₂ P ₃ K ₂	2	8,09	127,2	-
7 CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₁	1	8,10	127,4	-
8 CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₃	7	7,52	118,2	-
9 CHL.HN.+N ₂ P ₂ K ₂	6	7,56	118,9	-

Tab. 15 Statistické vyhodnocení výnosu slámy, **varianta se závlahou**

varianta	pořadí varianty dle výnosu	výnos t/ha	relativně %	významně – lepší - než
				p = 0,05
1 CHL.HN.	9	4,31	100,0	-
2 CHL.HN.+N1P1K1	8	4,76	110,0	-
3 CHL.HN.+N2P2K2	6	5,86	136,0	4
4 CHL.HN.+N3P3K3	1	8,19	190,0	1, 2, 8
5 CHL.HN.+N2P1K2	4	6,31	146,0	1
6 CHL.HN.+N2P3K2	2	7,44	173,0	1, 2
7 CHL.HN.+N2P2K1	5	6,18	143,0	4
8 CHL.HN.+N2P2K3	7	5,67	132,0	-
9 CHL.HN.+N2P2K2	3	6,50	151,0	1

Tab. 16 Statistické vyhodnocení výnosu zrna, **varianta bez závlahy**

varianta	pořadí varianty dle výnosu	výnos t/ha	relativně %	významně – lepší - než
				p = 0,05
1 CHL.HN.	9	4,86	100,0	-
2 CHL.HN.+N1P1K1	8	5,93	122,0	-
3 CHL.HN.+N2P2K2	4	6,36	130,9	1
4 CHL.HN.+N3P3K3	5	6,35	130,7	1
5 CHL.HN.+N2P1K2	2	6,53	134,4	1
6 CHL.HN.+N2P3K2	1	6,85	140,9	1,2
7 CHL.HN.+N2P2K1	7	6,25	128,4	1
8 CHL.HN.+N2P2K3	3	6,39	131,5	1
9 CHL.HN.+N2P2K2	6	6,25	128,6	1

Tab. 17 Statistické vyhodnocení výnosu slámy, **varianta bez závlahy**

varianta	pořadí varianty dle výnosu	výnos t/ha	relativně %	významně – lepší - než
				p = 0,05
1 CHL.HN.	9	2,87	100,0	-
2 CHL.HN.+N1P1K1	3	3,91	136,2	1
3 CHL.HN.+N2P2K2	8	3,57	124,4	1
4 CHL.HN.+N3P3K3	4	3,86	134,5	1
5 CHL.HN.+N2P1K2	2	4,01	139,7	1
6 CHL.HN.+N2P3K2	1	4,07	141,8	1
7 CHL.HN.+N2P2K1	5	3,83	133,4	1
8 CHL.HN.+N2P2K3	7	3,62	126,1	1
9 CHL.HN.+N2P2K2	6	3,64	126,8	1

4.3 Vliv závlahy na výnos

4.3.1 Vliv závlahy na výnos jednotlivých variant

Tab. 18 Vliv závlahy na výnos zrna ječmene

Zrno (t/ha)									
varianta	1 CHL.HN.	2 CHL.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	6,36	7,33	7,73	7,63	7,57	8,09	8,10	7,52	7,56
bez závlahy	4,86	5,93	6,36	6,35	6,53	6,85	6,24	6,39	6,25
(%)	130,9	123,6	121,5	130,9	115,9	118,1	129,8	117,7	121,0

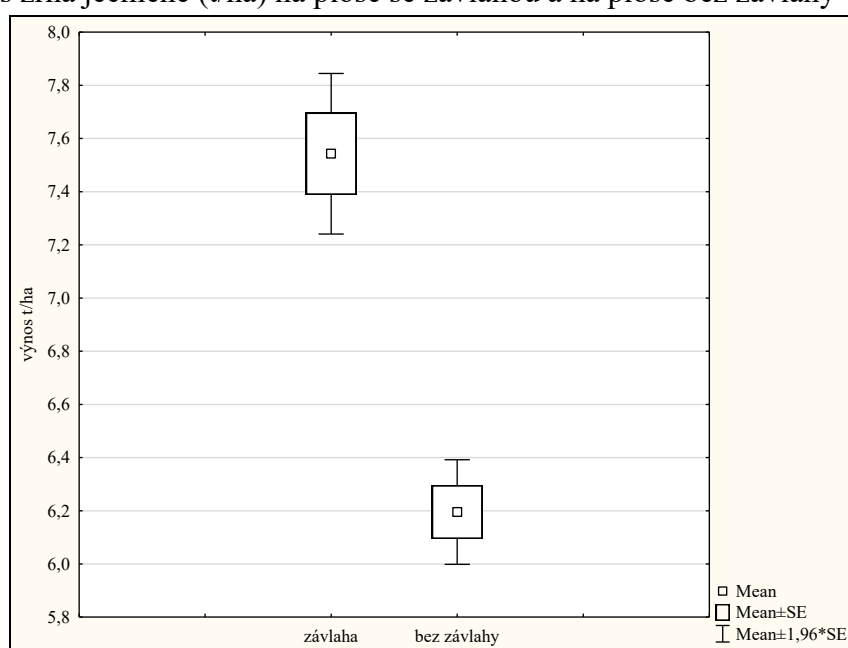
Tab. 19 Vliv závlahy na výnos slámy ječmene

Sláma (t/ha)									
varianta	1 CHL.HN.	2 CHL.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	4,31	4,76	5,86	8,19	6,31	7,44	6,18	5,67	6,50
bez závlahy	2,87	3,91	3,57	3,86	4,01	4,07	3,83	3,62	3,64
(%)	150,2	121,7	164,1	212,2	157,4	182,8	161,4	156,6	178,6

4.3.2 Statistické vyhodnocení vlivu závlahy na výnos hlavního a vedlejšího produktu

Pro statistické vyhodnocení vlivu závlahy na výnos byl zjišťován rozdíl mezi výnosy všech variant pokusu na ploše zavlažované a všech variant pokusu na ploše bez závlahy. Byl použit párový t – test (program Statistica, verze 13.5.).

Graf 3 Výnos zrna ječmene (t/ha) na ploše se závlahou a na ploše bez závlahy



Vliv závlahy na výnos zrna ječmene je statisticky významný. Průměrný výnos na ploše se závlahou byl 7,54 t/ha, na ploše bez závlahy bylo dosaženo průměrného výnosu 6,20 t/ha. Výnos zrna na ploše se závlahou činil 121,6 % výnosu zrna na ploše bez závlahy.

Graf 4 Výnos slámy ječmene (t/ha) na ploše se závlahou a na ploše bez závlahy



Vliv závlahy na výnos slámy ječmene je rovněž statisticky významný. Na ploše se závlahou bylo dosaženo průměrného výnosu slámy 6,14 t/ha, na ploše bez závlahy byl průměrný výnos 3,71 t/ha. Výnos slámy na ploše zavlažované činil 165,5 % výnosu na ploše bez závlahy.

Odhad ekonomického přínosu závlahy

Zkušební stanice má s provozovatelem závlah uzavřenou smlouvu, dle které hradí 10 Kč za 1m³ závlahové vody (cena zahrnuje veškeré náklady spojené s provozem, dopravou i údržbou závlahového zařízení). Žádné další náklady na provoz závlah stanice nevyčísľuje. Výnos zrna ječmene zavlažované varianty je v průměru o 1,34 t/ha vyšší než varianty bez závlahy. Při výkupní ceně sladovnického ječmene 4 608 Kč/t (srpen 2020, zdroj SZIF), je tedy příjem z 1 ha při závlaze o 6 174 Kč vyšší než bez závlahy. Náklady na závlahu 1 ha jsou 6 000 Kč (na 1 ha je třeba 600 m³ závlahové vody). Při odečtení nákladů na závlahu je tedy zisk z 1 ha o 174 Kč vyšší než bez použití doplňkové závlahy (je počítáno s cenami bez DPH).

4.4 Technologické rozbor

Tab. 20 Technologické rozbor zrna ječmene, varianta se závlahou

varianta	1 CHL.HN	2 CHL.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
HTS	47,4	45,22	46,85	45,08	45,77	46,32	46,52	46,24	46,11
N látky (%)	9,3	9,8	10,6	11,4	11,3	10,9	10,7	11,0	11,1

Tab.21 Technologické rozboru ječmene, **varianta bez závlahy**

varianta	1 CHL.HN.	2 CHL.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
HTS	48,11	48,23	48,26	47,74	48,06	49,03	48,86	47,24	48,49
N látky (%)	9,6	10,4	11,6	12,8	12,2	11,6	11,7	11,6	11,8

Zavlažovaná varianta dosahuje vyšší HTS a obsahuje nižší obsah N-látek než varianta bez závlahy. Obsah N-látek nezavlažované plochy je vyšší a překračuje i hodnoty 12, což je z hlediska sladovnické jakosti ječmene hodnota nevyhovující. (Dle ČSN 46 1100-5 je požadavek na obsah N-látek v zrně ječmene nejméně 10 % a nejvýše 12 %.) Nejvyšší obsah N-látek vykazuje varianta s nejvyšší úrovní hnojení dusíkem na ploše bez závlahy (**var. 4**). (Nevyhovující obsah N-látek vyznačen tučně.)

4.5 Vyhodnocení anorganických rozborů rostlin

Po sklizni byly odebrány vzorky zrna a slámy, v nichž byla stanovena sušina a obsah základních živin. Tabulky procentického obsahu živin nejsou pro obsáhlost uváděny.

Tab. 22 Výnos zrna a odběr živin, **varianta se závlahou**

varianta	výnos t/ha	odběr živin v kg/ha				
		N	P	K	Ca	Mg
1. CHL.HN.	6,36	81,5	19,7	26,8	3,8	6,0
2. CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	7,33	99,0	24,0	29,6	4,4	6,9
3. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	7,73	112,3	23,9	28,6	6,7	7,3
4. CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	7,63	119,4	26,2	30,2	9,2	7,2
5. CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	7,57	117,2	25,4	30,6	5,2	7,2
6. CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	8,09	121,8	25,7	30,6	7,7	8,4
7. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	8,10	119,1	26,5	32,7	5,6	7,7
8. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	7,52	113,8	25,2	29,1	4,5	7,1
9. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	7,56	115,1	25,4	29,9	5,2	7,2

Tab. 23 Výnos zrna a odběr živin, **varianta bez závlahy**

varianta	výnos t/ha	odběr živin v kg/ha				
		N	P	K	Ca	Mg
1. CHL.HN.	4,86	64,4	18,0	20,9	2,1	5,4
2. CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	5,93	85,2	20,9	24,5	2,5	6,1
3. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,36	101,2	22,4	26,3	2,7	6,6
4. CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	6,35	111,4	23,5	26,2	2,7	6,6
5. CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	6,53	109,5	23,6	27,5	2,8	7,3
6. CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	6,85	109,6	25,3	29,5	2,9	7,1
7. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	6,25	100,4	23,6	26,3	2,7	7,0
8. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	6,39	102,2	23,1	26,9	2,7	6,6

9. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,25	101,1	22,6	26,3	2,7	6,5
---	------	-------	------	------	-----	-----

Tab. 24 Výnos slámy a odběr živin, varianta se závlahou

varianta	výnos t/ha	odběr živin v kg/ha				
		N	P	K	Ca	Mg
1. CHL.HN.	4,31	18,2	2,6	43,0	13,0	2,6
2. CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	4,76	16,8	2,9	54,9	15,6	2,5
3. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	5,86	23,2	5,0	87,7	18,6	3,0
4. CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	8,19	40,9	9,9	126,1	24,7	4,2
5. CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	6,31	26,6	4,3	88,5	22,2	3,3
6. CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	7,44	33,3	7,0	103,7	24,3	3,8
7. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	6,18	23,4	4,3	72,3	19,1	3,2
8. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	5,67	22,4	3,4	74,1	19,5	2,9
9. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,50	27,4	4,5	90,6	22,4	3,4

Tab. 25 Výnos slámy a odběr živin, varianta bez závlahy

varianta	výnos t/ha	odběr živin v kg/ha				
		N	P	K	Ca	Mg
1. CHL.HN.	2,87	10,4	3,0	30,1	10,9	2,2
2. CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	3,91	16,1	3,0	43,7	12,8	2,7
3. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	3,57	16,6	2,8	52,8	13,2	2,5
4. CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	3,86	22,2	3,0	68,7	15,3	2,3
5. CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	4,01	18,6	2,8	66,2	14,5	2,8
6. CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	4,07	18,6	3,5	74,2	16,5	2,8
7. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	3,83	16,5	2,6	61,6	15,5	2,6
8. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	3,62	15,9	3,1	66,0	12,8	2,2
9. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	3,64	14,4	2,2	58,5	13,5	2,5

Na ploše se závlahou je vyšší výnos a vyšší odběr živin než na ploše bez závlahy. Nejnížší výnos a nejnižší odběr živin je na obou plochách u varianty hnojené pouze hnojem. Výnos slámy je nižší než výnos zrna, odběr K a Ca slámou je naopak vyšší než odběr zrnem.

4.6 Bilance živin

Do bilance živin jsou započítávány vstupy živin v minerálních hnojivech a v hnoji. Množství živin dodané srážkovou a závlahovou vodou je uvedeno samostatně v kapitole 4.8 „Vyhodnocení lyzimetrů“. Výstupy představuje množství živin odebrané hlavním a vedlejším produktem plodiny.

V roce 2020 bylo k ječmeni hnojeno pouze dusíkem, draslík a fosfor byl aplikován na podzim 2018 k pšenici ozimé formou zásobního hnojení. Hnůj byl naposled aplikován na podzim 2014 k raným bramborám. Je uvažováno využití živin z hnoje po dobu 2 let, vstup živin z hnoje je tedy v roce 2020 nulový. Dusíkem bylo hnojeno na jaře 2020 při přípravě půdy v dávkách odpovídajících jednotlivým variantám (tab. 2). V následujících tabulkách je uvedena bilance dusíku, bilance P, K, Mg a Ca je prováděna vždy na konci osevního sledu.

Tab. 26 Bilance dusíku

Bilance N (kg/ha)									
varianta	1 CHL.HN.	2 CHL.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	-99,7	-85,8	-75,5	-70,3	-83,8	-95,0	-82,5	-76,3	-82,5
bez závlahy	-74,7	-71,3	-57,8	-43,7	-68,1	-68,1	-56,8	-58,1	-55,5

Bilance dusíku je záporná. Na zavlažované ploše bylo dosaženo vyššího výnosu, tomu odpovídá i vyšší odběr N.

4.7 Vyhodnocení agrochemických rozborů v půdě

Z agrochemických rozborů půdy, provedených na podzim 2019, vyplynula potřeba vápnění na většině variant pokusu. Vápnění bylo provedeno na jaře 2020 (nestandardně z technických důvodů) zvláště pro každé opakování podle příslušné hodnoty pH (tab. 28 a 29) z důvodu značné variability mezi opakováními.

Tab. 27 Hodnoty pH a provedené vápnění (průměrné dávky CaO), závlaha

Varianta hnojení	1.CHM	2.N ₁ P ₁ K ₁	3.N ₂ P ₂ K ₂	4.N ₃ P ₃ K ₃	5.N ₂ P ₁ K ₂	6.N ₂ P ₃ K ₂	7.N ₂ P ₂ K ₁	8.N ₂ P ₂ K ₃	9.N ₂ P ₂ K ₂
pH podzim 2019	6,4	6,3	6,0	5,9	6,3	6,1	6,2	6,4	6,3
CaO t/ha jaro 2020	0,25	0,20	0,35	0,43	0,3	0,25	0,20	0,25	0,25
pH podzim 2020	6,6	6,4	6,1	6,1	6,6	6,2	6,3	6,7	6,4

Dávky CaO odpovídají Vyhlášce č. 257/1998 Sb.

Tab. 28 Hodnoty pH a provedené vápnění (průměrné dávky CaO), bez závlahy

Varianta hnojení	1.CHM	2.N ₁ P ₁ K ₁	3.N ₂ P ₂ K ₂	4.N ₃ P ₃ K ₃	5.N ₂ P ₁ K ₂	6.N ₂ P ₃ K ₂	7.N ₂ P ₂ K ₁	8.N ₂ P ₂ K ₃	9.N ₂ P ₂ K ₂
pH podzim 2019	6,1	6,0	5,8	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8
CaO t/ha jaro 2020	0,25	0,35	0,5	0,5	0,5	0,43	0,5	0,5	0,5
pH podzim 2020	6,3	6,1	6,0	5,7	5,9	5,9	5,9	6,0	5,9

Dávky CaO odpovídají Vyhlášce č. 257/1998 Sb.

4.7.1 Obsah přístupných živin

Tab. 29 Kritéria hodnocení přístupných živin (Mehlich 3), středně těžké 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

Tab.30 Kritéria hodnocení hmotnostního poměru K/Mg

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

Následující tabulky (30-37) uvádí obsahy živin:

- z roku 1984 (analýza archivního vzorku z r. 1984 provedená metodou Mehlich III v roce 2019)
- z období po sklizni zde hodnoceného roku osevního sledu, tj. 2020 po sklizni ječmene (pro porovnání změny obsahu živin)
- z počátku osevního sledu (2018 po sklizni vojtěšky), pouze informativní charakter

pH slabě kyselé (< 6,5) je zvýrazněno tučně

Tab. 31 Obsah přístupných živin v roce 1984 (mg/kg, Mehlich III)

závlaha	pH/CaCl ₂	P	K	Mg	Ca
1. CHL.HN.	7,0	73	208	417	3546
2. CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	6,9	90	219	403	3371
3. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,6	95	232	402	3400
4. CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	6,7	108	237	401	3446
5. CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	6,8	85	211	398	3663
6. CHL.HN.+N ₂ P ₃ K ₂	6,8	105	234	410	3508
7. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	6,7	104	237	400	3370
8. CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	6,8	105	248	396	3402
9.CHL.HN. +N ₂ P ₂ K ₂	6,6	116	250	393	3336

Tab. 32 Obsah přístupných živin v roce 1984 (mg/kg, Mehlich III)

bez závlahy	pH/CaCl ₂	P	K	Mg	Ca
1 CHL.HN.	6,4	108	291	276	3058
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	6,2	142	302	271	3027
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,2	154	348	272	3030
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	6,0	180	397	268	3021
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	6,1	162	352	274	3003
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	5,9	198	362	258	2894
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	6,1	153	318	275	3034
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	6,1	157	352	271	3014
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,5	172	351	256	3039

Tab. 33 Obsah přístupných živin na počátku 6. osevního sledu (2018 po sklizni vojtěšky)

závlaha	pH/CaCl ₂	P	K	Mg	Ca
1 CHL.HN.	6,9	70	220	470	3420
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	6,5	95	278	426	3230
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,3	139	351	421	3280
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	6,0	187	509	396	3160
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	6,8	110	378	398	3950
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	6,4	133	305	419	3250
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	6,3	113	294	430	3200
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	6,9	143	441	385	4680
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,2	126	335	415	3140

Tab. 34 Obsah přístupných živin na počátku 6. osevního sledu (2018 po sklizni vojtěšky)

bez závlahy	pH/CaCl ₂	P	K	Mg	Ca
1 CHL.HN.	6,6	87,8	221	247	3290
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	6,5	168	445	242	3340
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,2	167	441	225	3200
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	6,2	220	611	244	3240
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	6,4	143	457	222	3210
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	5,9	255	569	215	2930
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	6,2	183	378	243	3290
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	6,2	193	620	210	2910
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,4	171	428	227	3210

Tab. 35 Obsah přístupných živin na podzim 2. roku 6. osevního sledu (po sklizni ječmene)

závlaha	pH/CaCl ₂	P	K	Mg	Ca
1 CHL.HN.	6,6	60	199	419	3013
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	6,4	100	317	398	2920
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,1	121	385	361	2815
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	6,1	135	428	354	2744
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	6,6	104	407	358	3335
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	6,2	138	369	371	2859
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	6,3	121	307	372	2894
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	6,7	111	433	354	3583
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,4	123	404	369	3172

Tab. 36 Obsah přístupných živin na podzim 2. roku 6. osevního sledu (po sklizni ječmene)

bez závlahy	pH/CaCl ₂	P	K	Mg	Ca
1 CHL.HN.	6,3	104	271	251	3107
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	6,1	124	343	238	2947
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,0	187	537	212	2807
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	5,7	210	646	205	2675
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	5,9	151	524	216	2762
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	5,9	210	545	217	2839
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	5,9	171	442	231	2873
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	6,0	182	611	209	2776
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	5,9	178	510	219	2742

Tab. 37 Poměr K/Mg

varianty hnojení	závlaha			bez závlahy		
	1984	2018	2020	1984	2018	2020
1 CHL.HN.	0,5	0,5	0,5	1,1	0,9	1,1
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	0,5	0,7	0,8	1,1	1,8	1,4
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	0,6	0,8	1,1	1,3	2,0	2,5
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	0,6	1,3	1,2	1,5	2,5	3,2
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	0,5	0,9	1,1	1,3	2,1	2,4
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	0,6	0,7	1,0	1,4	2,6	2,5
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	0,6	0,7	0,8	1,2	1,6	1,9
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	0,6	1,1	1,2	1,3	3,0	2,9
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	0,6	0,8	1,1	1,4	1,9	2,3

Porovnání agrochemických vlastností půdy z počátečního období pokusu (rok 1984) a v hodnoceném roce 2020

- Snížení hodnoty pH na obou plochách, nejnižší pH mají varianty s nejvyšší intenzitou minerálního hnojení (6,1 na ploše se závlahou), (5,7 na ploše bez závlahy). Nejvyšší výměnnou půdní reakci mají varianty hnojené pouze hnojem (6,6 pH na ploše se závlahou), (6,3 pH na ploše bez závlahy).
- Na obou plochách je obsah P a K minerálně hnojených variant v roce 2020 vyšší, na ploše bez závlahy kromě variant s nejnižší úrovní hnojení P. Obsah Mg a Ca je naopak v roce 2020 na obou plochách nižší.
- Na ploše se závlahou jsou obsahy všech živin varianty hnojené pouze hnojem v roce 2020 nižší, na ploše bez závlahy jsou nižší obsahy P, K, Mg, ale vyšší je obsah Ca této varianty.

Porovnání agrochemických vlastností půdy na ploše se závlahou a na ploše bez závlahy v hodnoceném roce 2020

Plocha **bez závlahy** oproti ploše se závlahou má:

- nižší hodnotu pH
- nižší obsah Mg a Ca (vyšší obsah Ca má pouze varianta hnojená pouze hnojem a varianta s nejnižší úrovní minerálního hnojení)
- vyšší obsah P, značně vyšší obsah K
- méně vhodný poměr K /Mg

Poměr K/Mg na obou plochách je stále ještě v kategorii vyhovující. Na ploše bez závlahy se tento poměr blíží nevyhovujícím hodnotám. Na ploše se závlahou je tento poměr užší zřejmě z důvodu vyššího obsahu Mg dodávaného v závlahové vodě. Hodnoty pH většiny variant jsou i přes provedené vápnění na jaře 2020 v kategorii slabě kyselé (< 6,5). Nejnižších hodnot pH dosahují varianty hnojené všemi živinami v nejvyšší dávce.

4.7.2 Obsah mikroprvků a přístupné síry

Vybrané mikroprvky (B, Cu, Zn, Mn, S) se začaly zjišťovat od r. 2013, výčet mikroprvků uvedených v tabulce 39 je stanovován od r. 2018 ((B, Cu, Zn, Mn, Al, Fe, S). Následující tabulky uvádí obsah mikroprvků a přístupné síry při prvním měření v r. 2013 (nebyly stanovovány Al a Fe) a v hodnoceném roce (po sklizni 2020) pro porovnání změny obsahu mikroprvků. Pro informaci je uvedena tabulka obsahu mikroprvků z počátku 6. osevního cyklu (po sklizni vaječnicku 2018).

Tab. 38 Kritéria pro hodnocení obsahu mikroprvků v půdách stanovených metodou Mehlich 3

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

Zdroj: Čermák a kol., 2017

Tab. 39 Pracovní kritéria pro hodnocení obsahu síry v půdách, metoda Mehlich 3

Kategorie	velmi nízká	nízká	vyhovující	dobrá	vysoká
Obsah síry (mg/kg)	<10	11-20	21-30	31-40	> 40

Zdroj: Kulhánek a kol., 2018

Tab. 40 Obsah mikroprvků a přístupné síry po sklizni v roce 2013

závlaha	B	Cu	Zn	Mn	S
1 CHL.HN.	1,74	4,77	4,77	254	12,1
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	1,70	4,74	4,61	248	17,5
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	1,42	4,57	4,9	256	36,5
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	1,41	4,79	4,32	244	28,0
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	1,55	4,85	4,53	258	50,6
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	1,51	4,64	4,19	257	28,8
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	1,52	4,59	4,57	269	31,0
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	1,59	4,37	4,35	258	21,1
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	1,67	4,76	5,09	264	25,0

Tab. 41 Obsah mikroprvků a přístupné síry po sklizni v r. 2013

bez závlahy	B	Cu	Zn	Mn	S
1 CHL.HN.	1,30	5,93	4,21	250	8,29
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	1,13	5,68	4,11	236	23,7
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	1,01	5,49	3,65	215	23,3
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	0,96	5,45	3,24	206	27,1
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	1,06	5,92	3,92	233	28,4
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	1,08	5,74	4,30	224	32,3
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	1,08	5,50	3,43	227	28,8
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	1,10	5,43	3,72	233	39,9
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	1,14	5,48	3,65	225	22,9

Tab. 42 Obsah mikroprvků a přístupné síry na počátku 6. osevního sledu (po sklizni 2018)

závlaha	B	Cu	Zn	Mn	Fe	Al	S
1 CHL.HN.	1,97	5,22	4,79	288	186	880	11,8
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	1,76	5,02	5,03	286	198	893	11,3
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	1,68	4,96	4,96	300	216	887	13,9
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	1,55	5,44	5,41	296	229	932	15,9
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	1,93	4,65	4,54	268	166	776	10,9
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	1,73	4,55	4,11	248	180	869	13,5
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	1,66	4,86	4,27	254	171	879	12,6
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	1,87	4,33	4,80	270	156	728	10,1
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	1,61	4,66	4,18	260	190	867	11,6

Tab. 43 Obsah mikroprvků a přístupné síry na počátku 6. osevního sledu (po sklizni 2018)

bez závlahy	B	Cu	Zn	Mn	Fe	Al	S
1 CHL.HN.	1,42	6,10	4,10	287	189	850	3,8
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	1,43	6,00	4,79	285	214	861	6,1
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	1,31	5,93	4,85	281	224	884	6,8
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	1,36	6,08	4,91	272	232	841	9,2
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	1,46	5,71	4,22	266	185	808	7,2
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	1,19	5,72	4,74	238	233	869	7,9
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	1,46	5,67	4,20	266	194	835	6,8
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	1,30	5,58	4,33	243	211	839	7,0
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	1,43	5,37	4,10	261	181	814	5,3

Tab. 44 Obsah mikroprvků na konci 2. roku 6. osevního sledu (po sklizni v r. 2020)

závlaha	B	Cu	Zn	Mn	Fe	Al	S
1 CHL.HN.	1,57	5,00	4,75	257	226	859	12,9
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	1,54	4,86	4,99	260	228	865	16,4
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	1,30	4,85	4,87	254	224	876	28,3
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	1,29	4,68	4,98	234	227	895	27,6
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	1,47	4,59	4,79	240	211	789	23,8
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	1,41	4,75	4,52	241	210	832	20,5
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	1,40	4,65	4,48	246	203	829	20,3
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	1,50	4,25	4,08	247	165	756	24,0
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	1,52	4,81	4,49	244	195	844	21,5

Tab. 45 Obsah mikroprvků na konci 2. roku 6. osevního sledu (po sklizni 2020)

bez závlahy	B	Cu	Zn	Mn	Fe	Al	S
1 CHL.HN.	1,16	5,96	3,66	233	242	872	13,1
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	1,08	5,60	3,56	217	227	878	18,2
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	1,01	5,74	3,90	210	232	884	27,8
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	0,91	5,78	3,64	197	247	916	35,7
5 CHL.HN. + N ₂ P ₁ K ₂	0,98	5,64	3,73	209	235	883	22,2
6 CHL.HN. + N ₂ P ₃ K ₂	0,97	5,60	4,77	199	233	856	34,9
7 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₁	0,95	5,58	3,62	197	286	871	23,7
8 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₃	1,01	5,55	4,60	200	226	846	25,5
9 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	0,94	5,43	3,54	194	226	861	26,8

Porovnání stavu v roce 2013 a v hodnoceném roce 2020

V roce 2020 je na obou plochách patrný pokles obsahu boru a manganu především na ploše bez závlahy.

Obsah mikroprvků, stav v hodnoceném roce 2020

Obsahy převážné většiny hodnocených mikroprvků jsou v kategoriích „dobrého“ a „vysokého“ obsahu. Pouze obsah síry v roce 2020 je na obou plochách převážně „nízký“ až „vyhovující“.

Porovnání obsahu mikroprvků na ploše se závlahou a na ploše bez závlahy

Plocha **bez závlahy** oproti ploše **se závlahou** vykazuje:

- nižší obsah B
- nižší obsah Zn
- nižší obsah Mn
- vyšší obsah Cu
- vyšší obsah Fe
- vyšší obsah Al
- vyšší obsah S

4.8 Vyhodnocení lyzimetrů

V průběhu roku 1985 byly u stacionárního pokusu na ploše zavlažované vybudovány lyzimetry na variantách stupňované intenzity hnojení (1 – 4). Jedná se o soubor sledování, která mají upřesnit bilanci živin a případně upravit hnojení. V blízkosti lyzimetrických šachet se sleduje množství srážek. V závlahové vodě je hodnocen obsah živin a dalších prvků, dále se provádí odběry půdních vzorků v průběhu roku na zjištění obsahu a pohybu minerálního dusíku. Každý měsíc je sledován průsak vody do sběrných misek lyzimetrů a živiny v této vodě obsažené.

Sběrné misky jsou umístěny v rostlém terénu v hloubce 40 cm a 60 cm. Lyzimetrické sledování je hodnoceno za kalendářní rok.

4.8.1 Průběh povětrnosti a závlahy ve sledovaném období

Tab. 46 Průběh povětrnostních podmínek a množství dodané závlahy v období I-XII /20

rok měsíc	teploty (°C)			srážky (mm)			závlaha (mm)
	průměr	normál	Odchylka (°C)	měsíční suma	normál	Odchylka % normálu	
I	0,6	-1,2	1,8	14	23	59	
II	6,0	0,4	5,6	23	21	108	
III	6,6	4,8	1,8	19	23	81	
IV	11,5	9,5	2,0	8	34	25	20
V	14,1	14,9	-0,8	61	50	121	20 + 20
VI	18,9	17,9	1,0	93	63	148	
VII	20,7	20,1	0,6	40	64	62	
VIII	21,9	19,8	2,1	68	47	145	
IX	16,5	15,0	1,5	66	42	157	
X	11,2	9,6	1,6	101	29	348	
XI	5,8	3,7	2,1	16	38	43	
XII	3,8	0,3	3,5	26	27	96	
2019	11,5	9,6	1,9	534	461	116	

nadprůměrné teploty a srážky

(setí 16.3., sklizeň 30.7.)

Rok 2020 byl teplotně nadprůměrný, chladnější byl pouze měsíc květen. V průměru byl rok 2020 mírně srážkově nadprůměrný. Vyskytovaly se však i velmi suché měsíce, jako duben nebo listopad, kdy byl srážkový úhrn pod 50 % dlouhodobého normálu. Srážkově vysoce nadprůměrný byl říjen (348 % normálu), dále potom září (157 % normálu) nebo červen (148 % normálu).

4.8.2 Obsah živin a průvodních látek ve srážkové a závlahové vodě

Tab. 47 Obsahy živin, průvodních látek a pH ve srážkové a závlahové vodě r. 2020 (kg/ha)

rok měsíc	mm	nor.	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO ₄ ⁻
2020												
1	13,5	23	0,2	0,0	0,1	4,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
2	22,6	21	0,2	0,0	0,1	5,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0
3	18,6	23	0,2	0,0	0,1	4,9	0,0	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1
4	8,4	34	0,4	0,0	0,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2
5	60,5	50	0,7	0,1	0,3	6,1	0,0	0,2	0,1	0,9	0,2	0,7
6	93,2	63	0,5	0,1	0,5	5,4	0,0	0,3	0,0	0,8	0,3	0,6
7	39,7	64	0,3	0,1	0,2	5,1	0,0	0,1	0,0	0,4	0,1	0,4
8	68,1	47	0,6	0,2	0,3	5,9	0,0	0,2	0,1	0,5	0,2	0,7
9	65,8	42	0,3	0,1	0,3	5,8	0,0	0,2	0,0	0,3	0,2	0,4
10	100,9	29	0,5	0,2	0,5	5,8	0,1	0,3	0,1	0,6	0,3	0,5
11	16,3	38	0,4	0,1	0,1	4,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,6
12	25,9	27	0,3	0,3	0,1	5,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	1,0
srážky	533,5	461	4,5	1,3	2,7	5,5	0,3	1,6	0,4	5,1	1,6	5,3
závlaha V	20	x	0,6	0	11,7	7,3	0	1,5	3,7	8,3	7,4	20
závlaha VI	20	x	0,6	0	12	7,2	0	1,7	3,7	8,8	10,4	21,4
závlaha VI	20	x	0,2	0	12,7	7,4	0,1	1,8	4	9,9	10,1	21
srážky a závlaha	593,5	461	5,9	1,3	39,1	5,7	0,4	6,6	11,8	32,1	29,5	67,7

Z tabulky 38 je patrné, že závlahová obsahuje podstatně více živin než voda srážková. Významný je především vstup síry a závlahová voda se může stát významným zdrojem této živiny. Pro sladovnický ječmen je síra významným prvkem ovlivňujícím výnos a kvalitu zrna. Hnojení sírou zvyšuje využití dusíku rostlinami, zvláště jeho nitrátové formy. Pokud síra chybí na počátku vegetace, dochází k poklesu počtu semen na rostlině, a tedy k nižšímu výnosu, což může přispět k vyššímu obsahu dusíkatých látek v zrně. Síra působí také v utváření bílkovinného komplexu zrna. Při výrobě piva vznikají z peptidů a aminokyselin se sírou meziprodukty, které ovlivňují výsledné parametry piva. Některé parametry kvality piva mohou být ovlivněny pozitivně, jiné naopak negativně a je možné, že pivovary budou mít v budoucnu na obsah síry v zrně specifické požadavky (Černý a kol., 2018).

4.8.3 Přehled záchyty eluátu

Tab. 48 Přehled záchyty eluátu

lyzimetr č./horizont	datum	eluát (ml)	průsak (l/ha)	ekvivalent (mm)
1/00 – 40 cm	28.05.2020	3 600	180 000	18,0
	2.11.2020	5 230	261 500	26,2
1/00 – 60 cm	2.11.2020	1 010	50 500	5,1
2/00 – 40 cm	28.05.2020	3 800	190 000	19,0
	2.11.2020	4 700	235 000	23,5
2/00 – 60 cm	28.05.2020	3 100	155 000	15,5
2/00 – 60 cm	2.11.2020	4 500	225 000	22,5
3/00 – 40 cm	2.11.2020	3 185	159 250	15,9
3/00 – 60 cm	2.11.2020	2 425	121 250	12,1
4/00 – 40 cm	2.11.2020	8 000	400 000	40,0
4/00 – 60 cm	2.11.2020	1 375	68 750	6,9

Eluát byl zachycen ve dvou termínech – po přívalové srážce v květnu a po nadprůměrné sumě srážek v říjnu (listopadový záchyt). Květnové srážky byly zachyceny pouze v lyzimetrech 1 a 2 a pouze u lyzimetrů 2 byl eluát zachycen i v horizontu 0 – 60 cm. V listopadu došlo k průsaku z obou horizontů všech lyzimetrů.

4.8.4 Obsah živin a průvodních látek v eluátu

Tab. 49 Obsahy živin průvodních látek v eluátu (kg/ha) v roce 2020

lyz.č.	hor.	mm	NO ₃	NH ₄	Cl	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO ₄
1	0-40	18	1,90	0,0	11,1	7,8	0,2	2,1	4,6	24,5	5,9	26,1
1	0-40	26,2	1,0	0,0	12,0	7,8	0,3	2,8	10,1	51,9	12,3	33,3
celkem	0-40	44,2	2,9	0,0	23,1	7,8	0,5	4,9	14,7	76,4	18,2	59,4
1	0-60	5,1	0,3	0,0	2,3	8,0	0,2	0,2	1,1	5,8	1,1	3,2
celkem	0-60	5,1	0,3	0,0	2,3	8,0	0,2	0,2	1,1	5,8	1,1	3,2
2	0-40	19,0	4,2	0,0	9,1	8,1	0,1	0,7	6,0	32,7	3,7	17,0
2	0-40	23,5	2,7	0,0	13,8	7,5	2,5	2,5	4,4	22,2	5,2	7,0
celkem	0-40	42,5	6,9	0,0	22,9	7,8	2,6	3,2	10,4	54,9	8,9	24,0
2	0-60	15,5	3,0	0,0	8,0	8,2	0,2	0,5	3,9	23,3	4,7	16,1
2	0-60	22,5	0,5	0,0	6,6	8,0	0,4	1,0	6,7	30,6	4,2	20,2
celkem	0-60	38,0	3,5	0,0	14,6	8,1	0,6	1,5	10,6	53,9	8,9	36,3
3	0-40	15,9	1,5	0,0	5,6	7,8	0,2	0,80	3,7	20,0	3,10	16,1
celkem	0-40	15,9	1,5	0,0	5,6	7,8	0,2	0,80	3,7	20,0	3,10	16,1
3	0-60	12,1	0,2	0,0	2,0	7,9	0,1	1,0	2,9	18,5	1,8	13,9
celkem	0-60	12,1	0,2	0,0	2,0	7,9	0,1	1,0	2,9	18,5	1,8	13,9
4	0-40	40	11,4	0,0	113,6	7,7	0,5	4,4	25,8	144,4	17,1	224
celkem	0-40	40	11,4	0,0	113,6	7,7	0,5	4,4	25,8	144,4	17,1	224
4	0-60	6,9	1,00	0,0	6,2	8,0	0,1	0,6	2,3	13,9	1,8	16,2
celkem	0-60	6,9	1,00	0,0	6,2	8,0	0,1	0,6	2,3	13,9	1,8	16,2

Největší množství živin bylo vyplaveno z lyzimetrické parcely hnojené nejvyšší úrovní minerálního hnojení všemi živinami (lyzimetr 4). Nejvíce je z půdy vyplavován aniont SO_4^{2-} a Cl^- , což pravděpodobně souvisí s jejich nízkou sorpcí v půdě a dále i vápník, který je v půdě přítomen ve vysokém obsahu. Zejména na lyzimetrickém stanovišti 4 bylo teoreticky vyplaveno Ca a SO_4^{2-} značné (dohromady z obou horizontů 240,2 kg/ha SO_4^{2-} a 158,3 kg/ha Ca). Vzhledem k tomu, že průsak do hlubších horizontů se na stanovišti Lednice nepředpokládá a za hloubku půdy nepřístupnou rostlinám se považuje 80 cm, ke ztrátám živin zde pravděpodobně nedochází.

4.8.5 Agrochemické vlastnosti půdy lyzimetrických parcel

Následující tabulky uvádí stav před založením pokusu v roce 1986, stav na počátku 6. osevního sledu (jaro 2019 před vyhnojením) a stav v hodnoceném roce (jaro 2020 před vyhnojením).

Tab. 50 Agrochemické vlastnosti půdy, před založením pokusu, (1986), 0-40 cm

lyzimetr (varianta)	pH/KCl	obsah přístupných živin v mg/kg (Mehlich II)			
		P	K	Mg	Ca (20.7.1990)
1 CHL.HN.	6,8	35	138	438	3389
2 CHL.HN. + $\text{N}_1\text{P}_1\text{K}_1$	6,8	60	157	444	3427
3 CHL.HN. + $\text{N}_2\text{P}_2\text{K}_2$	6,5	83	187	457	2913
4 CHL.HN. + $\text{N}_3\text{P}_3\text{K}_3$	6,6	58	158	422	3411

Tab. 51 Agrochemické vlastnosti půdy, před založením pokusu, (1986) 40-60 cm

lyzimetr (varianta)	pH/KCl	obsah přístupných živin v mg/kg (Mehlich II)			
		P	K	Mg	Ca (20.7.1990)
1 CHL.HN.	7,0	17	92	346	4482
2 CHL.HN. + $\text{N}_1\text{P}_1\text{K}_1$	6,9	17	92	347	3476
3 CHL.HN. + $\text{N}_2\text{P}_2\text{K}_2$	7,0	21	104	380	3774
4 CHL.HN. + $\text{N}_3\text{P}_3\text{K}_3$	7,0	19	92	376	3565

Tab. 52 Agrochemické vlastnosti půdy, před hnojením pšenice, (jaro 2019), 0-40 cm

lyzimetr (varianta)	pH/ CaCl_2	obsah přístupných živin v mg/kg (Mehlich III)			
		P	K	Mg	Ca
1 CHL.HN.	7	41,7	242	486	3600
2 CHL.HN. + $\text{N}_1\text{P}_1\text{K}_1$	6,9	126	500	482	3450
3 CHL.HN. + $\text{N}_2\text{P}_2\text{K}_2$	6,1	93	360	319	2550
4 CHL.HN. + $\text{N}_3\text{P}_3\text{K}_3$	5,6	147	515	366	5750

Tab. 53 Agrochemické vlastnosti půdy, před hnojením pšenice, (jaro 2019), 40-60 cm

lyzimetr (varianta)	pH/CaCl ₂	obsah přístupných živin v mg/kg (Mehlich III)			
		P	K	Mg	Ca
1 CHL.HN.	7	19,1	185	459	3690
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	7	55,4	284	509	3720
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,5	40,3	260	456	4140
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	6,4	42,5	260	437	3610

Tab. 54 Agrochemické vlastnosti půdy, před hnojením ječmene, (jaro 2020), 0-40 cm

lyzimetr (varianta)	pH/CaCl ₂	obsah přístupných živin v mg/kg (Mehlich III)			
		P	K	Mg	Ca
1 CHL.HN.	7,1	44,5	235	455	3240
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	7	99,4	382	452	3120
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6	99	375	351	2580
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	6,1	98,2	389	328	2630

Tab. 55 Agrochemické vlastnosti půdy, před hnojením ječmene, (jaro 2020), 40-60 cm

lyzimetr (varianta)	pH/CaCl ₂	obsah přístupných živin v mg/kg (Mehlich III)			
		P	K	Mg	Ca
1 CHL.HN.	7,5	24,6	176	447	3980
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	7,4	40,4	218	475	3380
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	6,6	46,9	231	395	3010
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	6,3	44,6	229	394	2990

Porovnání obsahu prvků svrchního (0-40 cm) a spodního (40-60 cm) horizontu

Obsah hořčíku a vápníku na všech lyzimetrických parcelách ve všech uvedených letech je vyšší ve spodním horizontu. Varianta hnojená pouze hnojem má obsah Mg vyšší ve svrchním horizontu. Obsahy P a K jsou naopak vyšší ve svrchním horizontu.

4.8.6 Minerální dusík v půdě

Tab. 56 Obsah dusíku v půdě v mg/kg, horizont 0 – 40 cm

varianta 0 – 40 cm	N-NO ₃				N-NH ₄				N _{min}				N kg/ha			
	zámrz 2019	jaro 2020	sklizeň 2020	zámrz 2020	zámrz 2019	jaro 2020	sklizeň 2020	zámrz 2020	zámrz 2019	jaro 2020	sklizeň 2020	zámrz 2020	zámrz 2019	jaro 2020	sklizeň 2020	zámrz 2020
1 CHL.HN.	6,0	5,0	6,7	10,3	0,2	0,2	0,6	0,2	6,2	5,2	7,2	10,5	37,0	31,4	43,4	63,2
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	12,2	10,5	12,9	11,6	0,2	0,7	0,2	0,3	12,4	11,2	13,1	11,9	74,2	67,1	78,4	71,5
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	9,8	10,1	6,5	9,0	1,1	0,4	1,2	0,4	10,9	10,5	7,7	9,4	65,5	63,2	46,3	56,5
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	8,8	7,5	5,6	7,9	0,2	0,7	1,9	0,9	9,0	8,2	7,5	8,8	36,0	49,1	45,2	53,1

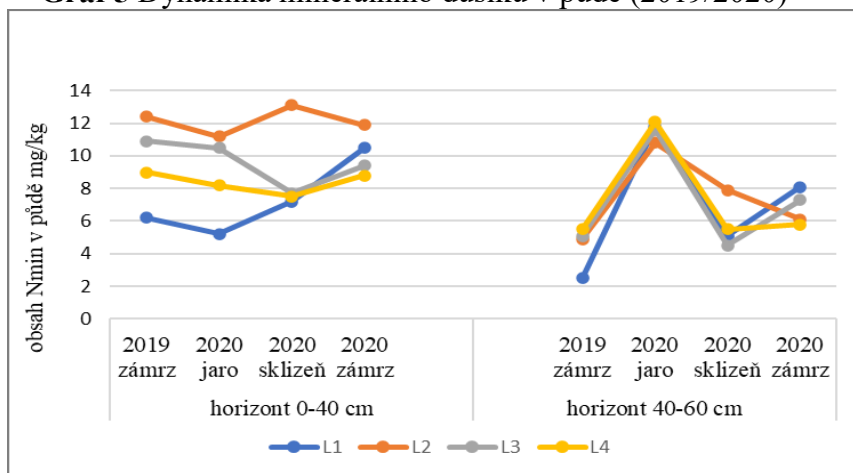
Tab. 57 Obsah dusíku v půdě v mg/kg, horizont 40 – 60 cm

varianta 40-60 cm	N-NO ₃				N-NH ₄				N _{min}				N kg/ha			
	zámrz 2019	jaro 2020	sklizeň 2020	zámrz 2020	zámrz 2019	jaro 2020	sklizeň 2020	zámrz 2020	zámrz 2019	jaro 2020	sklizeň 2020	zámrz 2020	zámrz 2019	jaro 2020	sklizeň 2020	zámrz 2020
1 CHL.HN.	2,1	11,0	4,9	7,9	0,4	0,9	0,2	0,3	2,5	11,8	5,1	8,1	7,4	35,4	15,3	24,4
2 CHL.HN. + N ₁ P ₁ K ₁	4,4	10,3	7,7	5,9	0,5	0,5	0,2	0,2	4,9	10,8	7,9	6,1	14,7	32,4	23,8	18,2
3 CHL.HN. + N ₂ P ₂ K ₂	4,7	11,1	3,8	6,7	0,4	0,5	0,7	0,6	5,1	11,6	4,5	7,3	15,4	34,7	13,4	21,8
4 CHL.HN. + N ₃ P ₃ K ₃	5,3	11,6	4,5	4,7	0,2	0,6	1,0	1,1	5,5	12,1	5,5	5,8	16,5	36,3	16,4	17,4

Hodnocení obsahu nitrátů v půdě

Z hlediska posuzování ohrožení podzemních vod dusičnany se sledují hodnoty NO₃⁻ (mg/kg) v ornici v období před zámrzem (mimoporostní období). V závislosti na povětrnosti může být nitrát v různé míře vyplavován z půdního profilu. Z tabulky je patrné, že hodnoty obsahů NO₃⁻ jsou v horizontu 0-40 cm nízké (7,9 – 11,6 mg/kg) a nepřekračují rizikový obsah, jehož udávaná hodnota je > 20,1 mg/kg (Trávník a kol., 1995). Uvedený limit zde slouží spíše pro představu množství NO₃⁻ v půdě před zámrzem, neboť vzhledem k nepromyvnému vodnímu režimu na stanovišti Lednice se průsak do podzemní vody nepředpokládá).

Graf 5 Dynamika minerálního dusíku v půdě (2019/2020)



Dynamika N_{min} v půdě

Obsah minerálního dusíku ve svrchním horizontu je vyšší než v horizontu spodním v obdobích před zámrzem 2019, po sklizni 2020 a před zámrzem 2020. Ve spodním horizontu se projevilo výrazné jarní maximum, kdy naopak hodnoty N_{min} převyšují hodnoty N_{min} ve svrchním horizontu.

Celková bilance dusíku, jaro 2020

Následující tabulka uvádí bilanci dusíku při započítání celkových vstupů a výstupů v roce 2020 (období I – XII). Je počítáno se ztrátami dusíku vyplavením z hloubky 60 cm.

Tab. 58 Celková orientační bilance dusíku

VSTUPY/VÝSTUPY	N (kg/ha)			
	LYZIMETR 1 CHM	LYZIMETR 2 CHM+N1P1K1	LYZIMETR 3 CHM+N2P2K2	LYZIMETR 4 CHM+N3P3K3
Zásoba v půdě brzo na jaře (0-60 cm)	66,8	99,5	98,0	85,5
Vstup organickým hnojením	0	0	0	0
Vstup minerálním hnojením	0	30	60	90
Vstup dešťovými srážkami (I-XII), závlahou	5,9	5,9	5,9	5,9
Celkem aktiva	72,7	135,4	163,9	181,4
Odběr sklizní	99,7	115,8	135,5	160,3
Ztráty vyplavením	0,3	3,5	0,2	1,0
Celkem pasiva	100,0	119,3	135,7	161,3
Bilance	- 27,3	16,1	28,2	20,1

Zápornou bilanci N vykazuje pouze Lyzimetr 1, kde není N dodáván v minerální formě. Na stanovištích hnojených i minerálně se zvyšuje odběr N sklizněmi se stupňovanou intenzitou hnojení, dodané minerální hnojení a zásoba N v půdě však dostahuje k dosažení kladné bilance na těchto parcelách. Nejvyšší kladné bilance N dosahuje Lyzimetr 3. Lyzimetr 2 a 3 mají v půdě na jaře nejvyšší obsahy N.

5 Závěr

- Vegetační období 2019/20 bylo teplotně nadprůměrné s velmi teplým únorem (+ 5,6 °C oproti normálu). Chladnější byl měsíc květen (- 0,8 °C oproti normálu). Duben byl silně srážkově deficitní (pouze 8 mm srážek).
- Projevem vláhového deficitu byl řídký stav porostu a zkrácená období jednotlivých fenofází. Závlaha se pozitivně projevila zvýšením počtu odnoží, větší výškou rostlin a vyšší HTS.
- Minerální hnojení všemi živinami bylo převážně nejúčinnější v první dávce (nejvyšší nárůst výnosu) oproti variantě hnojené pouze hnojem. Nejvyššího výnosu zrna na obou plochách bylo dosaženo při střední úrovni hnojení všemi živinami (asi o 1,5 t/ha více oproti variantě hnojené pouze hnojem). Výnos slámy byl nejvyšší při nejvyšší úrovni hnojení na ploše se závlahou (+ 3,88 t/ha) a při nejnižší úrovni minerálního hnojení na ploše bez závlahy (+ 1,04 t/ha) oproti variantě hnojené pouze hnojem.
- Fosforečné hnojení bylo nejúčinnější v nejvyšší úrovni, výnos zrna byl až o 0,52 t/ha vyšší a výnos slámy až o 1,13 t/ha vyšší než při první úrovni hnojení fosforem.
- Stupňování draselného hnojení nebylo účinné a projevilo se poklesem výnosu o 0,37 až 0,51 t/ha oproti první úrovni hnojení draslíkem.
- Vyšší účinnost mělo každoroční hnojení na výnos slámy na ploše se závlahou (+ 0,64 t/ha) oproti hnojení zásobnímu. Další rozdíly mezi zásobním a každoročním hnojením se neprojevily.
- V roce 2020 se projevil vysoký a statisticky významný vliv závlahy na výnos ječmene jarního. Větší vliv měla závlaha na výnos slámy, kde bylo vlivem závlahy dosaženo zvýšení výnosu až o 4,33 t/ha při nejvyšší dávce všech živin, výnos zrna byl zvýšen až

o 1,5 t/ha u varianty hnojené pouze hnojem, a také při nejvyšší dávce všech živin. Opět bylo potvrzeno, že ječmen je jednou z plodin, na niž má mezi plodinami hodnoceného osevního sledu závlaha největší vliv.

- Při výkupní ceně sladovnického ječmene 4 608 t/ha (srpen 2020) by byl zisk z 1ha při použití závlahy asi o 174 Kč vyšší než bez použití závlahy (za podmínek, kdy veškeré náklady spojené s provozem závlahy na zkušební stanici jsou 10 Kč za m³ závlahové vody).
- Vliv závlahy se projevil dále zvýšením HTS a snížením obsahu N-látek.
- Vápnění provedené na jaře 2020 se projevilo zvýšením hodnot pH, převážná většina variant má však stále pH < 6,5.
- V porovnání s rokem 1984 došlo na obou plochách k poklesu pH, nejnižší pH mají varianty s nejvyšší intenzitou minerálního hnojení. Obsah P a K vzrostl, obsah Mg a Ca poklesl. Varianty hnojené pouze hnojem mají nižší obsah všech živin, pouze obsah Ca na ploše bez závlahy je u varianty hnojené pouze hnojem vyšší než v roce 1984.
- Plocha bez závlahy má oproti ploše zavlažované nižší hodnoty pH, nižší obsah Mg a Ca, vyšší obsah P a značně vyšší obsah K, což má za následek méně příznivý poměr K/Mg na ploše bez závlahy.
- Mikroprvky v půdě jsou v roce 2020 v kategoriích „dobrého“ až „vysokého“ obsahu, pouze obsah síry je nižší. Na ploše bez závlahy se projevilo pokles obsahu B a Zn oproti hodnotám z roku 2013.
- K průsaku eluátu došlo v květnu a listopadu. Z půdy je vyplavován především síra, chlor a vápník. Průsak do hloubky větší než 80 cm se na stanovišti nepředpokládá, ke ztrátám živin tedy nedochází.
- Z agrochemických rozborů půdy na lyzimetrických stanovištích vyplývá, že spodní horizont (20 – 40 cm) obsahuje více Mg a Ca než horizont svrchní (0 – 20 cm) a méně P a K než horizont svrchní (0 – 20 cm). Spodní horizont má vyšší pH.
- Hodnoty N_{min} před zámrzem půdy 2020 jsou nízké a nepředstavovaly by riziko z hlediska vyplavování nitrátů do podzemních vod
- Horizont 0-40 cm dosahuje vyšších obsahů N_{min} než horizont 0-60 cm s výjimkou hodnot na jaře 2020. Zde se projevilo výrazné jarní maximum ve spodním horizontu a hodnoty N_{min} jsou vyšší než hodnoty N_{min} ve svrchním horizontu.

6 Literatura

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.

Černý, J. a kol. Nevyzpytatelné hnojení sírou u jarního ječmene [online] 2018.
Dostupné z <<https://www.agromanual.cz>>

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.

Trávník, K. 1995. Stanovení ekologicky únosných obsahů minerálního dusíku v půdách pásem hygienické ochrany vodních zdrojů. Čermák, P., Dvorský, J., Klír, J., Kunzová, E., Rozsypal, R., Hejátková, K. 2007.

Tisková zpráva ČHMÚ ze dne 10. 9. 2020. Prázdninové měsíce přinesly vláhu, ale se suchem se neloučíme [online]. Dostupné z <<https://www.chmi.cz>>

Zpráva o trhu obilovin, olejnin a krmiv. Tržní informační systém České republiky. SZIF. XX (9).