

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



Porovnání různých systémů hnojení v podmínkách ekologického zemědělství

Výroční zpráva ze stacionární polní zkoušky za rok 2019

Zpracoval: Ing. Radka Šlapanská
Ing. Milan Gruber

Č.j.: UKZUZ 051446/2021

Schválil: Ing. Martin Prudil, Ph.D.

Předkládá: Ing. Jiří Urban
ředitel Sekce rostlinné výroby

Obsah

1.	ÚVOD	3
2.	MATERIÁL A METODY	4
2.1.	Druh polního pokusu	4
2.2.	Varianty hnojení.....	5
2.3.	Hnojení a sledování pohybu živin	5
3.	POPIS ROKU 2019	7
3.1.	Zkoušená plodina.....	7
3.2.	Harmonogram prací, vegetační pozorování a sklizeň	7
3.3.	Ochrana proti plevelům, chorobám a škůdcům.....	7
3.4.	Odběry vzorků a sledované analytické parametry.....	10
3.5.	Hodnocení vlivu počasí	10
4.	VÝSLEDKY	14
4.1.	Hodnocení dosažených výnosů.....	14
4.2.	Hodnocení jakostně-technologických vlastností	19
4.3.	Hodnocení základních agrochemických vlastností půdy.....	23
4.4.	Vyhodnocení obsahu minerálního dusíku.....	25
4.5.	Bilance živin	29
4.6.	Vyplavování živin.....	31
4.6.1.	Charakteristika zkušební stanice v Lípě.....	31
4.6.2.	Charakteristika počasí na ZS LIP v roce 2019	31
4.6.3.	Živiny a průvodní látky ve srážkové vodě.....	31
4.6.4.	Odběr dusíku sklizenými rostlinami	32
4.6.5.	Rozšířená bilance dusíku na ZS LIP	32
5.	ZÁVĚR.....	33

Seznam použitých zkratek

SZV – Sekce zemědělských vstupů

EZ – ekologické zemědělství

ZS – zkušební stanice

ZH – zelené hnojení

LOS – luskovinoobilní směska

V – varianta

H – horizont

VDJ – velká dobytčí jednotka

AZZP – agrochemické zkoušení zemědělských půd

CAS – Čáslav

HOR – Horažďovice

JAR – Jaroměřice nad Rokytnou

LIP – Lípa

VER – Věrovany

ŘVO – řepařská výrobní oblast

BVO – bramborářská výrobní oblast

OVO – obilnářská výrobní oblast

$\bar{x}$ - aritmetický průměr

HTZ – hmotnost tisíce zrn

OP – osevní postup

1. ÚVOD

Souhrn zaměření pokusu:

Sledování vlivu systému hospodaření s chovem a bez chovu hospodářských zvířat a aplikace vnějších vstupů na výkonnost a zdravotní stav plodin, jakost produktů, půdní vlastnosti, edafon, výskyt škodlivých činitelů a bilanci živin.

Ekologický pokus představuje dlouhodobou polní zkoušku, která si klade za cíl odpovědět na otázku, zda jsou zásoby živin v půdě a živiny z obnovitelných zdrojů dostačující pro dosažení úrodnosti půdy na úrovni udržitelné spotřeby příštích generací při nevyhnutelném omezení přístupu k neobnovitelným zdrojům nebo jejich vyčerpání.

Podle stávajících výsledků výzkumu i praxe ekologického zemědělství je problém bilance dusíku dobře řešitelný (symbiotická a nesymbiotická fixace dusíku, zvýšení obsahu a kvality organické půdní hmoty, zvýšení biodiverzity, zvýšení abundance druhů a hmotnosti biomasy edafonu, zlepšení péče o statková hnojiva a techniky hnojení).

Ostatní živiny jsou primárně získávány z neobnovitelných zdrojů, jejichž těžitelné zásoby jsou konečné. Z tohoto pohledu je nejproblematictější fosfor. Podle současných znalostí je reálný odhad, že dostupné zásoby fosforu budou při stávající spotřebě vyčerpány konvenčním zemědělstvím okolo roku 2100, při pesimistickém odhadu okolo roku 2060 a při optimistickém odhadu (který počítá i s dosud neobjevenými ložisky), okolo roku 2300. Fosfor se tak stane faktorem limitujícím výši výnosů plodin.

Problém konečnosti primárních zdrojů živin (aktuálně fosforu) se týká také (hlavně) konvenčního zemědělství, a to i když se vezme v úvahu budoucí technologický pokrok v konvenčním systému hospodaření. Konvenční zemědělství je v současném pojetí obtížně udržitelné a nutně bude stále více využívat postupů ekologického a integrovaného zemědělství. Proto budou poznatky z takto nově koncipovaného dlouhodobého pokusu obecně využitelné i pro potřeby dalšího směřování zemědělských systémů v ČR.

Pokus byl založen na podzim roku 2014 výsevem ozimé pšenice po odplevelovacím období, kdy během vegetace byl na pozemcích veden úhor. Pokus se nachází na pěti zkušebních stanicích v různých částech ČR – Čáslav (CAS), Horažďovice (HOR), Jaroměřice nad Rokytou (JAR), Lípa (LIP) a Věrovaný (VER). Pokusné plochy na jednotlivých stanicích byly přihlášeny oficiálně do režimu kontrolovaného ekologického zemědělství registrací ekologické plochy na MZe a přihlášením k certifikaci u kontrolní organizace KEZ o.p.s.

Hypotéza: *Cíleným využíváním agrotechnických prostředků a obnovitelných zdrojů lze udržet půdní úrodnost na úrovni umožňující naplnění požadavků udržitelné spotřeby příštích generací při vyloučení, případně minimalizaci spotřeby neobnovitelných zdrojů živin.*

Dílčí cíle:

- **stanovit vliv ZH** na výkonnost a zdravotní stav plodin, jakost produktů, půdní vlastnosti, aktivitu a složení půdních mikrobiálních společenstev, výskyt populace edafonu a výskyt škodlivých činitelů,
- **stanovit vliv hnojení obnovitelnými vnějšími vstupy a statkovými hnojivy** na výkonnost a zdravotní stav plodin, jakost produktů, půdní vlastnosti, aktivitu a složení půdních mikrobiálních společenstev, výskyt populace edafonu a výskyt škodlivých činitelů,
- **ověřit vliv jednotlivých variant hnojení na vyplavování živin z půdního profilu** a na bilanci živin v podmínkách EZ.

Předložená výroční zpráva shrnuje a analyzuje výsledky za rok 2019, kdy byly pokusnými plodinami pšenice ozimá a ječmen jarní s podsevem vojtěšky.

2. MATERIÁL A METODY

2.1. Druh polního pokusu

Pokus je založen jako přesný dlouhodobý na plochách výživářských bází zkušebních stanic (ZS) ve výrobní oblasti řepářské, bramborářské a obilnářské. Půdně-klimatické charakteristiky jednotlivých ZS jsou uvedeny v tab. č. 1. Pokus se řídí metodickými pokyny č. 01/OdEZ (Porovnávání různých systémů hnojení v podmínkách EZ) a č. 02/VR (Prováděcí metodiky polních a stacionárních zkoušek). Výměry hnojených a sklizňových parcel odpovídají systému zavedenému na příslušné výživářské bázi. Osevní sled je sedmihonný a na všech stanovištích stejný. Je plánováno, že tento osevní sled bude alespoň třikrát opakován.

Tab. č. 1: Základní půdně-klimatické údaje

ZS	Výrob. oblast	Nadm. výška [m]	Půdní typ	Půdní druh	Dl. $\bar{x}$ úhrn srážek [mm]	Dl. $\bar{x}$ teplota [°C]
CAS	ŘVO	260	černozem	hlinitá	555	8,9
HOR	BVO	475	kambizem	písčito-hlinitá	585	7,8
JAR	OVO	425	hnědozem	jílovito-hlinitá	481	8,0
LIP	BVO	505	kambizem	písčito-hlinitá	594	7,5
VER	ŘVO	207	černozem	hlinitá	502	8,7

Tab. č. 2: Osevní postup pokusu

Rok		Varianta hnojení		
		1	2, 3, 4	5 a 6
1	2015	Pšenice ozimá	Pšenice ozimá ZH	Pšenice ozimá ZH
2	2016	Brambory	Brambory	Brambory
3	2017	Pšenice oz. špalda	Pšenice oz. špalda ZH	Pšenice oz. špalda ZH
4	2018	LOS (ječmen + hrách)	LOS (ječmen + hrách)	Kukuřice silážní
5	2019	Pšenice ozimá	Pšenice ozimá ZH	Ječmen j., podsev vojtěška
6	2020	Pohanka	Pohanka	Vojtěška
7	2021	Hrách	Hrách	Vojtěška

2.2. Varianty hnojení

V pokusu se porovnávají dva rozdílné systémy hospodaření, a to systém bez živočišné výroby, zaměřený na produkci tržních plodin (varianty 1 až 4) a systém s živočišnou výrobou (varianty 5 a 6).

Každá varianta je 3x opakována (A, B, C). Sklizňové parcely jsou obklopeny ochrannými podélnými i příčnými pásy.

Varianty hnojení

1. Nehnojená kontrola
2. ZH (zelené hnojení)
3. ZH + obnovitelné vnější vstupy
4. ZH + obnovitelné vnější vstupy + intenzifikační vstupy
5. ZH + statková hnojiva
6. ZH + statková hnojiva + intenzifikační vstupy

Pozn.:

- *obnovitelné vnější vstupy*: průmyslový kompost, digestát,
- *intenzifikační vstupy*: další povolená hnojiva, pomocné rostlinné přípravky a pomocné půdní látky dle Přílohy I Nařízení Komise (ES) č. 889/2008,
- *statková hnojiva*: hnůj, močůvka. Dávky statkových hnojiv odpovídají vlastnímu chovu zvířat při zatížení 0,8 VDJ.ha⁻¹.

2.3. Hnojení a sledování pohybu živin

Za účelem zjištění vlivu agrotechnických opatření, hnojení a sledování bilance živin jsou prováděny chemické analýzy všech vstupních a výstupních produktů pokusu, tj. všech druhů hnojiv a sklizených plodin (hlavní a vedlejší produkt). Je-li to relevantní, u intenzifikačních vstupů se použijí hodnoty obsahů živin tak, jak je uvádí výrobce.

Hnojení tuhými hnojivy (kompost, hnůj) je prováděno dvakrát za osevní sled v dávce 27 t/ha (aplikace po sklizni pšenice v prvním a třetím roce osevního sledu). Hnojení tekutými hnojivy (digestátem a močůvkou) je prováděno dvakrát za osevní sled v dávce 14 t/ha (digestát na jaře druhého a pátého roku osevního sledu, močůvka na jaře druhého a čtvrtého roku osevního sledu).

Z důvodu nedostatečného množství živin při založení pokusu byla u příslušných variant na jaře roku 2015 (pšenice ozimá) aplikována tekutá hnojiva. Na začátku druhé a třetí rotace osevního sledu (rok 2022 a 2029) již toto hnojení z důvodu pěstování zlepšující předplodiny (hrách/vojtěška) nebude prováděno.

Vápnění bude na všech pokusných variantách v případě potřeby zajišťováno mletým vápencem, přičemž dávky se stanoví podle kritérií agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP), tj. podle hodnoty pH zjištěné na příslušné pokusné ploše v posledním roce před vápněním a podle půdního druhu.

Tab. č. 3: Schéma hnojení

Rok OP	Termín	Hnojivo *	Varianty hnojení					
			1	2	3	4	5	6
1.**	po sklizni	sláma						
		kompost, hnůj						
	podzim	ZH						
2.	jaro	digestát, močůvka						
3.	po sklizni	sláma						
		kompost, hnůj						
	podzim	ZH						
4.	jaro	močůvka						
	po sklizni	sláma						
5.	jaro	digestát						
	po sklizni	sláma						
	podzim	ZH						
6.	po sklizni	sláma						
7.	po sklizni	sláma						

* Navíc také intenzifikační vstup (V 4 a 6), termín dle doporučení výrobce.

** Z důvodu nízké zásoby živin v půdě před založením pokusu proběhla navíc v 1. roce aplikace tekutých hnojiv (digestát V 3 a 4, močůvka V 5 a 6).

Obr. č. 1: Porost pšenice a ječmene s podsevem vojtěšky (ZS CAS, 28. 6. 2019)



3. POPIS ROKU 2019

3.1. Zkoušená plodina

V roce 2019 byla zkoušenou plodinou pšenice ozimá a ječmen jarní s podsevem vojtěšky. Na všech ZS byla u varianty 1-4 hlavní zkoušenou plodinou pšenice ozimá, odrůda Wiwa. U variant 5 a 6 na všech ZS byl zkoušenou plodinou ječmen jarní, odrůda Solist s podsevem vojtěšky seté, odrůda Plato. Rok 2019 je pátým rokem v osevním sledu.

3.2. Harmonogram prací, vegetační pozorování a sklizeň

V roce 2018 byla na pokusných variantách 1 až 4 pěstována luskovinoobilní směska ječmene s hrachem a na variantách 5 a 6 byla pěstována silážní kukuřice. Po sklizni luskovinoobilní směsky ječmene s hrachem proběhlo zapravení slámy. Během září až října proběhla na všech zkušebních stanicích u variant 1-6 orba a předseťová příprava půdy u variant 1-4. V říjnu byla na všech zkušebních stanicích u pokusných variant 1-4 vyseta pšenice. Na jaře roku 2019 proběhlo na variantách 3 a 4 přihnojení pšenice digestátem v dávce 14 t/ha. Na variantách 5 a 6 proběhl koncem března (ZS VER) a začátkem dubna (ZS CAS, HOR, JAR a LIP) výsev ječmene s podsevem vojtěšky. Stav porostu po vzejití byl na ZS CAS, LIP a VER u všech plodin kompletní a vyrovnaný. Na ZS HOR porost všech plodin vzešel za optimálních vláhových podmínek, avšak od sloupkování postupně narůstal vláhový deficit a vlivem sucha došlo k redukci odnoží. Na ZS JAR byla pšenice vyseta do suché půdy, proto vzešel porost jen částečně a až po vydatnějších srážkách koncem října vzešel zbytek porostu. I přesto byl porost nevyrovnaný. Vlivem sucha v dubnu, vzešel porost vojtěšky nekompletně. Zbytek porostu vojtěšky vzešel až po vydatnějších srážkách v květnu. V dubnu až červnu byl na variantách 4 a 6 aplikován ve dvou termínech intenzifikační vstup VermiFit B. Před sklizní byla pšenice i ječmen na všech ZS bez polehnutí (mimo ZS VER, kde u pšenice došlo k polehnutí ve všech variantách). Porost pšenice byl na všech ZS prořídlý.

Po sklizni pšenice bylo na variantách 2-4 vyseto zelené hnojení (svazenka s hořčicí), které bylo před zimou zmulčováno a zapraveno orbou.

3.3. Ochrana proti plevelům, chorobám a škůdcům

Celý vegetační rok bylo prováděno předepsané vegetační pozorování. Záznamy o stavu porostu na jednotlivých variantách se zaznamenávaly do polního zápisníku, přičemž byly porovnávány rozdíly mezi jednotlivými pokusnými variantami. Důraz byl kladen na sledování a záznam výskytů chorob, škůdců a plevelů.

Pokus na ZS CAS se postupně zapleveloval v průběhu chladnějšího a vlhkého května. Z plevelů byl zaznamenán pcháč, metlice, svízel přítula, ptačinec žabinec a pohanka svlačcovitá. Během suchého a teplého června většina plevelů zaschla. Suchu odolávala pohanka svlačcovitá a před sklizní se objevil svízel. Regulace plevelů prutovými branami proběhla ve třech termínech koncem února, března a začátkem dubna v počtu dvou jízd v jeden den u variant 1-4. Na variantách 5 a 6 proběhla regulace plevelů prutovými branami před setím ječmene s vojtěškou začátkem dubna. Hraboš polní se nejvíce vyskytoval ve vojtěšce, kde způsobil největší škody. Z chorob a škůdců se na všech variantách koncem června objevila listová skvrnitost, padlí na listech, růžovění klasů, kohoutek a mšice. V ječmeni se navíc objevila sněť ječná. Proti padlí byl použit v květnu na všech variantách přípravek Kumulus WG, který zabránil dalšímu šíření.

Na ZS HOR byly v porostu pšenice koncem března použity prutové brány k regulaci plevelů v počtu dvou jízd v jeden den. Z plevelů se v pšenici vyskytoval merlík, pcháč, jitrocel,

pohanka, svízel rozrazil a ptačinec. V ječmeni se vyskytoval merlík, pcháč, mléč, pohanka a pět'our. V červenci převažovalo větší zaplevelení v ječmeni, v pšenici bylo zaplevelení občasné. Po sklizni ječmene se do porostu vojtěšky přemístil hraboš polní, kde napáchal značné škody. V porostu pšenice byl v červnu zaznamenán výskyt padlí travního, listová skvrnitost a kohoutci. V červenci se v pšenici vyskytlo fusarium klasu. V porostu ječmene byla v červnu zjištěna hnědá skvrnitost a kohoutci, v červenci dále fusarium klasu.

Na ZS JAR se v pšenici z plevelů vyskytovala violka rolní, kokoška pastuší tobolka, merlík mnohosemenný a ježatka kuří noha, a to na všech variantách. Regulace plevelů prutovými branami proběhla v pšenici koncem března v počtu dvou jízd v jeden den. Zaplevelení ječmene a vojtěšky bylo malé. V červnu byl porost vojtěšky napaden a následně zcela zlikvidován hrabošem polním. Porost pšenice a ječmene byl hraboši rovněž poškozen, ne však v takovém rozsahu, jako vojtěška, která byla na podzim zaorána. Začátkem května se ve vojtěšce vyskytl dřepčík. V ječmeni i pšenici se v červnu rozšířila hnědá rzivost a komplex listových skvrnitostí. Proti houbovým chorobám v porostu pšenice byl v červnu použit Kumulus WG, který zastavil jejich další šíření. V porostu pšenice bylo dále použito na všech pokusných variantách smáčedlo Wetcit (společná aplikace s přípravkem Kumulus WG), které vykazalo částečný sekundární účinek proti kohoutku.

Regulace plevelů prutovými branami na ZS LIP proběhla začátkem dubna v porostu pšenice v počtu dvou jízd v jeden den. Další regulace plevelů prutovými branami byla provedena dvakrát v červnu na všech variantách v počtu dvou jízd v jeden den. Stupeň zaplevelení na všech variantách byl nízký a z plevelů se nejvíce vyskytovala violka rolní, heřmánkovité plevele a pcháč oset. Z chorob se v pšenici vyskytovalo v dubnu a červnu padlí travní, koncem června pak nejvíce listová skvrnitost a začátkem července braničnatka v klase a rez pšeničná. V ječmeni bylo v květnu a červnu zaznamenáno padlí travní a během června se v porostu ječmene objevila nespecifická skvrnitost. Na všech variantách byl použit koncem května přípravek Kumulus WG proti padlí a braničnatkám s velmi dobrou účinností.

Na ZS VER byl v porostu zaznamenán nepatrný výskyt plevelů laskavce srstnatého, merlíku bílého a opletky obecné. Prutové brány k regulaci plevelů byly použity v březnu a dubnu v počtu jedné jízdy v jeden den. V dubnu a květnu se v porostu pšenice objevilo padlí, v červnu pak hnědá rzivost. Koncem června byla zaznamenána v porostu ječmene hnědá rzivost a růžovění klasu. Na variantách 1–4 byl počátkem května aplikován přípravek Kumulus WG proti padlí, který byl neúčinný. Největším problémem byl hraboš polní, jehož aktivita se od jara neustále zvyšovala a postupně se hraboš dostal do celého porostu, který ve velké míře zničil. Největší poškození hraboši bylo zaznamenáno ve vojtěšce.

Tab. č. 4: Hnojení

Druh hnojení	Termín aplikace/zapravení na ZS				
	CAS	HOR	JAR	LIP	VER
Digestát (V3 a 4)	2.4.2019	11.4.2019	3.4.2019	5.4.2019	29.3.2019
intenzif. vstup VermiFit B (1. aplikace u V4)	15.4.2019	18.4.2019	18.4.2019	17.4.2019	8.4.2019
intenzif. vstup VermiFit B (2. aplikace u V4)	13.5.2019	15.5.2019	10.5.2019	13.5.2019	2.5.2019
intenzif. vstup VermiFit B (1. aplikace u V6)	13.5.2019	15.5.2019	10.5.2019	6.5.2019	2.5.2019
intenzif. vstup VermiFit B (2. aplikace u V6)	13.6.2019	6.6.2019	31.5.2019	28.5.2019	30.5.2019

Tab. č. 5: Přehled vybraných záznamů u pšenice, ječmene a vojtěšky

Typ záznamu	ZS				
	CAS	HOR	JAR	LIP	VER
Pšenice					
výsev	18.10.2018	8.10.2018	3.10.2018	10.10.2018	12.10.2018
vzejití	6.11.2018	23.10.2018	15.10.2018	23.10.2018	22.10.2018
sklizeň	29.7.2019	17.7.2019	6.8.2019	7.8.2019	10.7.2019
Ječmen					
výsev	3.4.2019	5.4.2019	8.4.2019	5.4.2019	26.3.2019
vzejití	14.4.2019	17.4.2019	23.4.2019	18.4.2019	6.4.2019
sklizeň	29.7.2019	8.8.2019	6.8.2019	7.8.2019	23.7.2019
Vojtěška					
výsev	3.4.2019	5.4.2019	8.4.2019	5.4.2019	26.3.2019
vzejití	23.4.2019	23.4.2019	23.4.2019	29.4.2019	5.4.2019

Obr. č. 2: Aplikace digestátu (ZS LIP, 5. 4. 2019)



Obr. č. 3: Nízký stupeň zaplevelení porostu pšenice (ZS CAS, 28. 6. 2019)



3.4. Odběry vzorků a sledované analytické parametry

Parametry stanovené v půdě na jaře: N-NH₄, N-NO₃, N_{min}.

Parametry stanovené v půdě po sklizni: N-NH₄, N-NO₃, N_{min}. Metodou Mehlich III byl stanoven obsah živin P, K, Mg, Ca, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B. Dále byl stanoven glomalin, C_{ox}, pH a CaCO₃.

Při sklizni se analyzovaly vzorky rostlin, a to zrno a sláma pšenice a ječmene. U zrna pšenice a ječmene byly stanoveny N-látky, obsah N, P, K, Ca, Mg, vlhkost, škrob, obsah mykotoxinů, HTZ, objemová hmotnost a výnos. U zrna pšenice se dále stanovil lepek, gluten index, pádové číslo a Zelenyho test. U slámy byl stanoven výnos a obsah živin N, P, K, Mg a Ca.

Při sklizni vojtěšky se analyzovaly vzorky na obsah N, P, K, Ca, Mg, mykotoxinů a byl stanoven výnos.

3.5. Hodnocení vlivu počasí

Tabulky č. 6 a 7 uvádějí průměrné měsíční srážky a teploty za období září 2018 až srpen 2019. Z důvodu seče vojtěšky v září a říjnu zpráva uvádí i přehled srážek a teplot za podzimní období roku 2019. Tyto údaje uvádí tab. č. 8 a 9.

Tab. č. 6: Průměrné měsíční srážky v roce 2018/2019

ZS	Průměrné měsíční srážky [mm]												Σ
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	roční
CAS													
suma měs. srážek [mm]	54,9	39,6	17,4	130,6	58,2	63	40,7	11,2	87,6	20	60,2	69	652,4
měsíční normál [mm]	50	32	36	30	27	22	33	36	66	73	83	67	555

% normálu	110	124	48	435	216	286	123	31	133	27	73	103	118
HOR													
suma měs. srážek [mm]	66,4	23,2	9,2	58,2	30,2	31,0	25,8	26,8	65,5	56,3	37,2	66,5	496,3
měsíční normál [mm]	45	39	38	35	32	25	37	37	59	74	87	77	585
% normálu	148	59	24	166	94	124	70	72	111	76	43	86	85
JAR													
suma měs. srážek [mm]	94,0	23,8	25,7	34,0	19,7	12,9	31,9	17,8	84,8	40,1	62,4	48,5	495,6
měsíční normál [mm]	40	29	32	27	24	22	25	32	57	64	71	58	481
% normálu	235	82	80	126	82	59	128	56	149	63	88	84	103
LIP													
suma měs. srážek [mm]	64,7	37,0	23,5	77,4	61,5	28,4	48,5	11,3	100,3	66,9	80,3	51,5	651,3
měsíční normál [mm]	51	36	42	39	36	28	38	36	59	77	81	71	594
% normálu	127	103	56	198	171	101	128	31	170	87	99	73	110
VER													
suma měs. srážek [mm]	93,1	46,8	12,6	23,8	17,3	29,2	14,9	21,8	77,2	88,7	79,9	58,8	564,1
měsíční normál [mm]	47	36	36	26	22	18	25	33	61	70	71	57	502
% normálu	198	130	35	92	79	162	60	66	127	127	113	103	112

Tab. č. 7: Průměrné měsíční teploty v roce 2018/2019

ZS	Průměrné měsíční teploty [°C]												x̄ roční [°C]
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
CAS													
x̄ teplota [°C]	16,5	11,5	5,3	2,6	-0,1	3,1	7,3	10,8	12,4	22,7	20,9	21,2	11,2
měsíční normál [°C]	14,0	8,9	3,6	0,7	-1,0	0,4	4,3	8,6	14,0	16,6	18,4	18,3	8,9
HOR													
x̄ teplota [°C]	13,5	8,5	3,3	1,6	-1,0	1,1	5,5	8,3	10,7	21,4	20,3	19,1	9,4
měsíční normál [°C]	12,9	8,1	2,4	0,1	-1,9	-1,0	3,4	7,2	12,5	15,4	17,2	17,0	7,8
JAR													
x̄ teplota [°C]	15,5	10,5	4,4	0,8	-1,3	2,0	5,9	10,1	11,6	21,9	20,3	20,6	10,2
měsíční normál [°C]	13,4	8,0	2,3	-0,9	-2,4	-0,8	3,1	7,8	13,3	16,4	18,2	18,1	8,0
LIP													
x̄ teplota [°C]	14,2	9,7	4,0	0,6	-2,2	1,5	5,3	8,7	10,7	21,1	18,7	19,3	9,3
měsíční normál [°C]	12,8	7,9	2,3	-0,6	-2,1	-1,0	2,8	6,7	12,5	15,3	17,0	16,9	7,5
VER													
x̄ teplota [°C]	16,1	11,1	5,4	1,3	-1,7	1,7	7,2	12,0	13,1	22,8	21,1	21,8	11,0
měsíční normál [°C]	13,8	8,7	3,1	-0,4	-2,0	-0,3	3,9	8,9	14,3	17,1	18,9	18,7	8,7

Podzimní období v roce 2018 bylo na ZS HOR teplotně normální a na ZS LIP teplé. Na ZS CAS, JAR a VER byl začátek podzimu velmi teplý, později teplý. Srážkově byl začátek podzimu na ZS CAS normální, na ZS HOR a LIP pak vlhký. Velmi vlhký podzim byl zaznamenán na ZS VER. Mimořádně vlhký začátek podzimu byl na ZS JAR, kde v měsíci září

spadlo 235 % srážkového normálu. Zbytek podzimního období byl na ZS JAR normální. Na ostatních ZS byl konec podzimu suchý až mimořádně suchý, kdy nejméně srážek spadlo v listopadu na ZS HOR (24 % normálu). Začátek zimního období byl na ZS HOR, JAR a VER teplý, na ZS HOR a LIP pak normální. Leden byl na všech ZS teplotně normální, konec zimy pak byl na všech ZS teplý. Celé zimní období na ZS CAS bylo mimořádně vlhké, kdy bylo naměřeno v prosinci 435 % normálu. Podobně tomu bylo na ZS LIP a HOR, kdy byla zima velmi vlhká, později normální. Na ZS JAR zpočátku převládalo vlhké zimní období, později bylo srážkově normální až suché. V prosinci a lednu byly srážky na ZS VER normální, únor pak byl velmi vlhký. Nástup jarního období byl na všech ZS teplý, na ZS VER pak velmi teplý. V dubnu bylo teplé až mimořádně teplé počasí, které se výrazně změnilo v květnu, kdy se ochladilo a počasí bylo teplotně studené a srážkově vlhké až velmi vlhké (mimo ZS HOR, kde byl květen srážkově normální). Měsíc březen byl na ZS CAS srážkově normální, později velmi suchý. Na ZS HOR a VER byl březen i duben srážkově suchý. Vlhký březen byl zaznamenán na ZS JAR a LIP, avšak duben byl suchý až velmi suchý. Celé letní období na všech ZS bylo teplé až mimořádně teplé, srážkově vlhké až velmi suché. Pokud jde o sumu srážek a průměrné teploty za období září 2018 až srpen 2019, bylo toto období oproti dlouhodobým normálům o 2 °C teplejší a srážkově normální. Největší průměrný roční teplotní rozdíl oproti dlouhodobému normálu byl zjištěn na ZS CAS a VER, a to o 2,3 °C. Nejmenší průměrný roční teplotní rozdíl oproti dlouhodobému normálu byl naměřen na ZS HOR, a to 1,6 °C.

Tab. č. 8: Průměrné měsíční srážky v období září až prosinec 2019

ZS	Průměrné měsíční srážky [mm]				Σ roční
	IX	X	XI	XII	
CAS					
suma měs. srážek [mm]	46,4	41,8	52,6	17,1	157,9
měsíční normál [mm]	50	32	36	30	148
% normálu	93	131	146	57	107
HOR					
suma měs. srážek [mm]	32,5	24,3	27,9	13,8	98,5
měsíční normál [mm]	45	39	38	35	157
% normálu	72	62	73	39	63
JAR					
suma měs. srážek [mm]	65,8	25,4	34,1	31,4	156,7
měsíční normál [mm]	40	29	32	27	128
% normálu	165	88	107	116	122
LIP					
suma měs. srážek [mm]	57,6	31,1	47,9	32,4	169,0
měsíční normál [mm]	51	36	42	39	168
% normálu	113	86	114	83	101
VER					
suma měs. srážek [mm]	61,9	41,4	35,3	43,2	181,8
měsíční normál [mm]	47	36	36	26	145
% normálu	132	115	98	166	125

Tab. č. 9: Průměrné měsíční teploty v období září až prosinec 2019

ZS	Průměrné měsíční teploty [°C]				$\bar{x}$ roční [°C]
	IX	X	XI	XII	
CAS					
$\bar{x}$ teplota [°C]	15,6	11,0	7,2	3,7	9,4
měsíční normál [°C]	14,0	8,9	3,6	0,7	6,8
HOR					
$\bar{x}$ teplota [°C]	14,0	9,6	4,8	2,4	7,7
měsíční normál [°C]	12,9	8,1	2,4	0,1	5,9
JAR					
$\bar{x}$ teplota [°C]	14,3	9,6	5,9	1,4	7,8
měsíční normál [°C]	13,4	8,0	2,3	-0,9	5,7
LIP					
$\bar{x}$ teplota [°C]	13,5	9,6	6,0	2,2	7,8
měsíční normál [°C]	12,8	7,9	2,3	-0,6	5,6
VER					
$\bar{x}$ teplota [°C]	15,9	11,1	8,2	2,8	9,5
měsíční normál [°C]	13,8	8,7	3,1	-0,4	6,3

V roce 2019 byl začátek podzimního období na ZS JAR a VER normální, na ostatních stanicích pak po celý podzim a nástup zimního období převládalo teplé až mimořádně teplé počasí. Srážkově byl začátek podzimního období na ZS CAS normální, později vlhký. S nástupem zimního období pak srážkově suchý. Na ZS HOR byl podzim suchý a začátek zimy velmi suchý. Na ZS JAR byl velmi vlhký nástup podzimního období, kdy následoval normální podzim i začátek zimy. Na ZS LIP po celý podzim i začátek zimy panovalo normální srážkové období. Na ZS VER byl podzim zpočátku srážkově vlhký, později normální. Nástup zimního období byl na ZS VER srážkově velmi vlhký.

4. VÝSLEDKY

4.1. Hodnocení dosažených výnosů

V sezóně 2019 se jednotlivé ZS potýkaly s přemnožením hraboše polního, který ovlivnil výši výnosů na všech zkušebních stanicích. Největší škody hraboš polní způsobil na ZS VER, kde byl porost ve velké míře hraboši znehodnocen. Sledování výnosů na ZS VER bylo nicméně nezbytné pro stanovení bilance živin. Tab. č. 10 až 13 zobrazují výnosy zrna a slámy u pšenice a ječmene. Tab. č. 14 uvádí výnos vojtěšky ve sklizňové sušině a absolutní sušině.

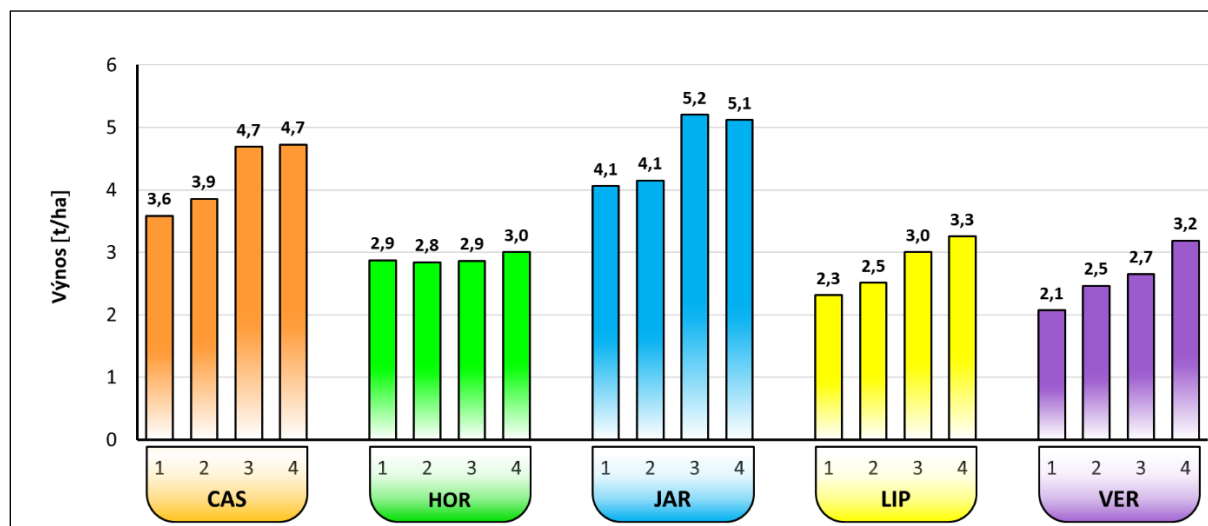
Tab. č. 10: Výnos zrna pšenice [t/ha]

ZS	Varianta hnojení				$\bar{x}$
	1	2	3	4	
CAS	3,59	3,86	4,69	4,72	4,21
HOR	2,87	2,84	2,86	3,00	2,90
JAR	4,06	4,15	5,20	5,12	4,63
LIP	2,32	2,51	3,00	3,25	2,77
VER	2,07*	2,46*	2,66*	3,19*	2,59*
$\bar{x}$	2,98	3,17	3,68	3,86	3,42
%	100	106	123	129	-

* Výnos pšenice na ZS VER byl ovlivněn kalamitním výskytem hraboše polního. Z tohoto důvodu nelze výsledky použít pro případné statistické vyhodnocení.

Nejvyšší průměrný výnos zrna u pšenice byl dosažen na V4, přičemž oproti kontrolní V1 byl vyšší o 29 %. V porovnání jednotlivých zkušebních stanic byl nejvyšší průměrný výnos dosažen na ZS JAR (4,63 t/ha), zatímco nejnižšího průměrného výnosu bylo dosaženo na ZS VER (2,59 t/ha).

Graf. č. 1: Výnos zrna pšenice [t/ha]



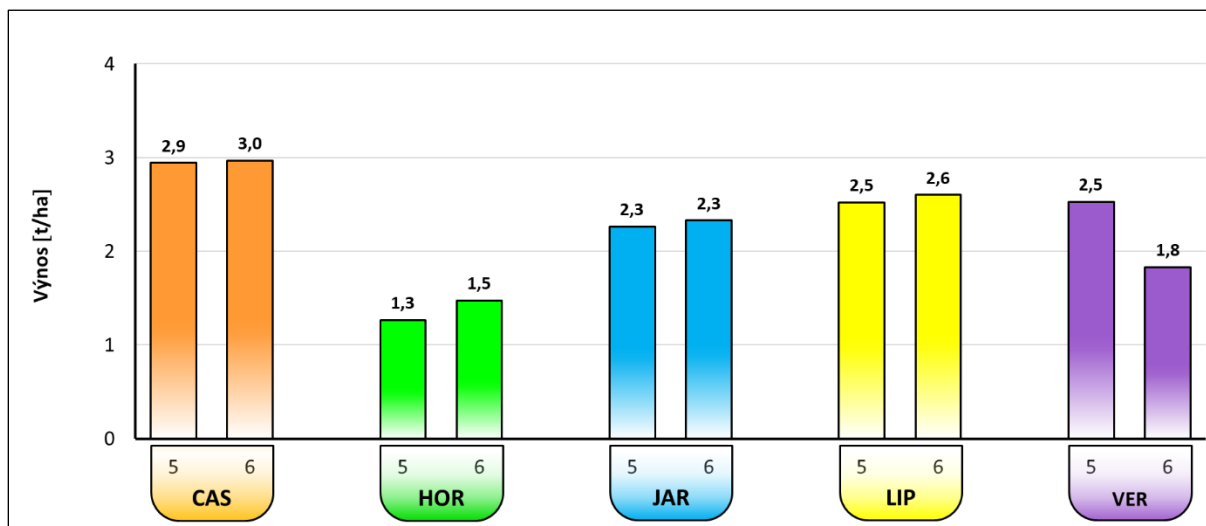
Tab. č. 11: Výnos zrna ječmene [t/ha]

ZS	Varianta hnojení		$\bar{x}$
	5	6	
CAS	2,94	2,97	2,96
HOR	1,27	1,48	1,37
JAR	2,27	2,33	2,30
LIP	2,52	2,60	2,56
VER	2,53*	1,83*	2,18*
$\bar{x}$	2,31	2,24	2,27

* Výnos ječmene na ZS VER byl ovlivněn kalamitním výskytem hraboše polního. Z tohoto důvodu nelze výsledky použít pro případné statistické vyhodnocení.

V porovnání jednotlivých zkušebních stanic byl nejvyšší výnos ječmene dosažen na ZS CAS (2,96 t/ha), zatímco nejnižšího výnosu bylo dosaženo na ZS HOR (1,37 t/ha).

Graf. č. 2: Výnos zrna ječmene [t/ha]



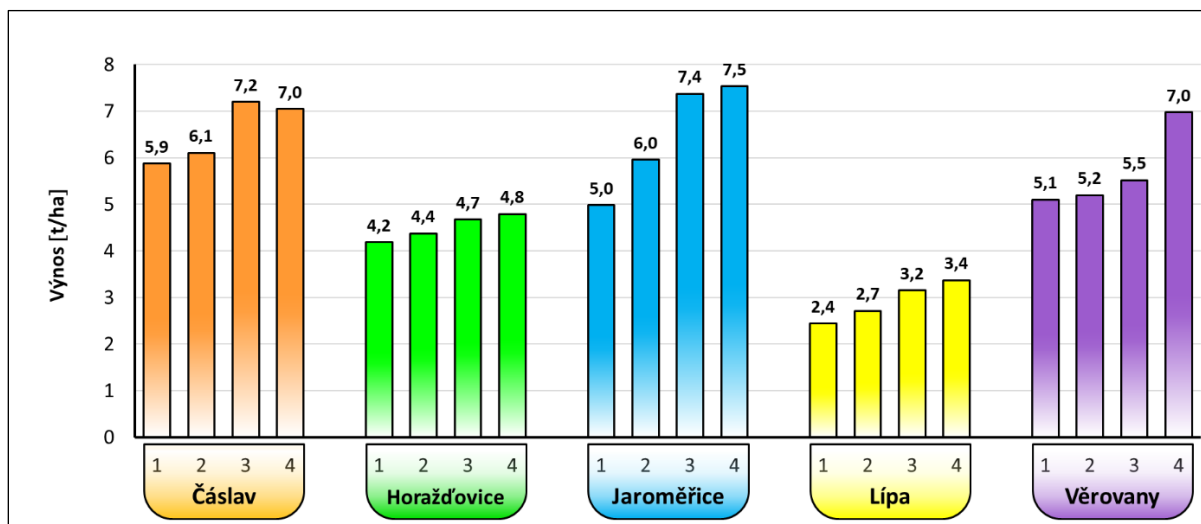
Tab. č. 12: Výnos slámy pšenice

ZS	Varianta hnojení				$\bar{x}$
	1	2	3	4	
CAS	5,87	6,10	7,20	7,04	6,55
HOR	4,19	4,37	4,68	4,79	4,51
JAR	4,98	5,96	7,37	7,54	6,46
LIP	2,44	2,71	3,15	3,37	2,92
VER	5,10*	5,20*	5,52*	6,97*	5,70*
$\bar{x}$	4,52	4,87	5,58	5,94	5,23
%	100	108	124	132	-

* Výnos slámy pšenice na ZS VER byl ovlivněn kalamitním výskytem hraboše polního. Z tohoto důvodu nelze výsledky použít pro případné statistické vyhodnocení.

Nejvyšší průměrný výnos slámy z pšenice byl dosažen na V4, přičemž oproti kontrolní V1 byl vyšší o 32 %. V porovnání jednotlivých zkušebních stanic byl nejvyšší výnos dosažen na ZS CAS (6,55 t/ha), zatímco nejnižšího výnosu bylo dosaženo na ZS LIP (2,92 t/ha).

Graf. č. 3: Výnos slámy pšenice



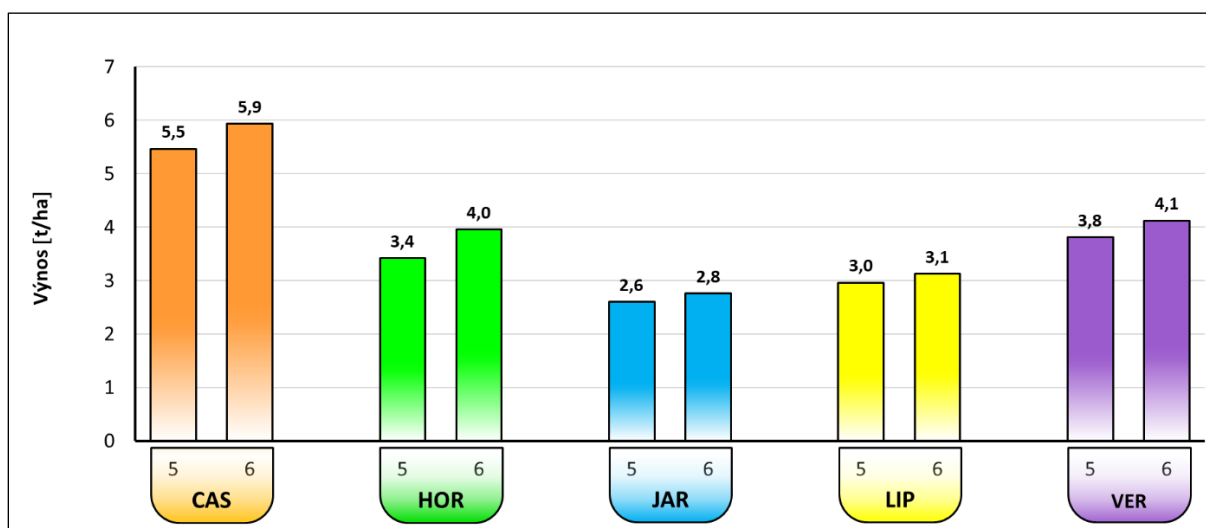
Tab. č. 13: Výnos slámy ječmene

ZS	Varianta hnojení		$\bar{x}$
	5	6	
CAS	5,47	5,94	5,70
HOR	3,42	3,96	3,69
JAR	2,60	2,76	2,68
LIP	2,96	3,13	3,05
VER	3,81*	4,12*	3,96*
$\bar{x}$	3,65	3,98	-

* Výnos slámy ječmene na ZS VER byl ovlivněn kalamitním výskytem hraboše polního. Z tohoto důvodu nelze výsledky použít pro případné statistické vyhodnocení.

V porovnání jednotlivých zkušebních stanic bylo nejvyššího výnosu slámy z ječmene dosaženo na ZS CAS (5,70 t/ha), zatímco nejnižšího výnosu bylo dosaženo na ZS JAR (2,68 t/ha).

Graf. č. 4: Výnos slámy ječmene



Obr. č. 4: Hrabošem zdecimovaný porost (ZS VER, 2. 7. 2019)



Tab. č. 14: Výnos vojtěšky ve sklizňové sušině a absolutní sušině [t/ha]

ZS	Seč	Výnos ve sklizňové sušině			Výnos v absolutní sušině		
		Varianta hnojení		$\bar{x}$	Varianta hnojení		$\bar{x}$
		5	6		5	6	
CAS	1.	9,41	9,65	9,53	2,39	2,34	2,37
	2.	1,73	1,74	1,74	0,42	0,42	0,42
HOR	1.	0,73	0,86	0,79	0,29	0,35	0,32
	2.	seč neproběhla					
JAR	1.	seč neproběhla z důvodu likvidace porostu hrabošem					
	2.						
LIP	1.	2,39	2,30	2,34	1,01	0,94	0,97
	2.	seč neproběhla					
VER	1.	seč neproběhla z důvodu likvidace porostu hrabošem					
	2.						

První seč vojtěšky proběhla na ZS CAS, HOR a LIP koncem září. Druhá seč vojtěšky proběhla pouze na ZS CAS v druhé polovině října z důvodu odstranění úkrytů pro hraboše. Na ZS HOR druhá seč vojtěšky neproběhla z důvodu nízkého porostu. Na ZS JAR a VER byl porost vojtěšky na podzim 2019 zaorán z důvodu kalamitního výskytu hraboše polního.

Obr. č. 5: Ječmen s podsevem vojtěšky (ZS LIP, 1. 7. 2019)



4.2. Hodnocení jakostně-technologických vlastností

U pšenice a ječmene byl sledován obsah živin, N-látek, škrob, hmotnost tisíce zrn (HTZ) a objemová hmotnost. U pšenice byl dále sledován lepek, gluten index, pádové číslo a Zelenyho test. U vojtěšky byl sledován obsah živin. U zrna pšenice, ječmene a v zelené hmotě vojtěšky byl dále sledován obsah mykotoxinů. Výsledky analýz uvádí tab. č. 15 a 16.

Tab. č. 15: Jakostně-technologické parametry zrna pšenice

ZS	Parametr	Varianta hnojení				$\bar{x}$
		1	2	3	4	
CAS	N-látky NIR/s [%]	11,0	11,1	11,3	11,3	11,2
	škrob NIR/s [%]	67,9	67,6	67,5	67,5	67,6
	HTZ [g]	40,4	36,9	41,7	41,6	40,1
	Obj. hmot. [g/l]	807,8	809,6	809,2	811,6	809,6
	obsah mokrého lepku [%]	22,9	23,9	24,9	24,7	24,1
	gluten index	98,0	97,0	97,0	97,0	97,3
	pádové číslo [sec]	401,0	409,0	419,0	415,0	411,0
	Zelenyho test [ml]	35,0	34,0	36,0	36,0	35,3
HOR	N-látky NIR/s [%]	12,3	12,1	12,1	12,1	12,1
	škrob NIR/s [%]	67,1	67,1	67,1	67,3	67,1
	HTZ [g]	43,1	43,3	41,9	42,7	42,7
	Obj. hmot. [g/l]	828,4	830,4	824,4	828,4	827,9
	obsah mokrého lepku [%]	26,7	27,1	27,4	27,2	27,1
	gluten index	97,0	96,0	98,0	98,0	97,3
	pádové číslo [sec]	407,0	423,0	415,0	419,0	416,0
	Zelenyho test [ml]	42,0	42,0	41,0	43,0	42,0
JAR	N-látky NIR/s [%]	10,3	10,3	11,3	11,1	10,7
	škrob NIR/s [%]	68,7	69,1	68,0	68,4	68,5
	HTZ [g]	39,0	39,9	40,8	40,7	40,1
	Obj. hmot. [g/l]	781,8	786,2	791,2	791,2	787,6
	obsah mokrého lepku [%]	20,3	20,6	24,6	23,6	22,3
	gluten index	99,0	99,0	98,0	96,0	98,0
	pádové číslo [sec]	408,0	404,0	426,0	418,0	414,0
	Zelenyho test [ml]	33,0	33,0	39,0	37,0	35,5
LIP	N-látky NIR/s [%]	11,1	11,1	11,1	10,9	11,0
	škrob NIR/s [%]	68,1	68,6	68,1	68,6	68,4
	HTZ [g]	36,0	34,7	36,0	36,8	35,9
	Obj. hmot. [g/l]	784,2	784,0	787,6	787,2	785,8
	obsah mokrého lepku [%]	25,0	24,3	24,3	23,3	24,2
	gluten index	96,0	97,0	96,0	99,0	97,0
	pádové číslo [sec]	388,0	365,0	380,0	400,0	383,3
	Zelenyho test [ml]	39,0	40,0	40,0	39,0	39,5

VER	N-látky NIR/s [%]	12,9	13,1	13,3	13,8	13,3
	škrob NIR/s [%]	66,7	66,7	66,5	66,0	66,5
	HTZ [g]	39,3	39,4	39,2	39,1	39,3
	Obj. hmot. [g/l]	823,4	823,0	823,2	827,0	824,2
	obsah mokrého lepku [%]	31,3	31,9	33,0	34,0	32,6
	gluten index	94,0	95,0	95,0	93,0	94,3
	pádové číslo [sec]	395,0	403,0	410,0	400,0	402,0
	Zelenyho test [ml]	47,0	52,0	55,0	57,0	52,8
$\bar{x}$	N-látky NIR/s [%]	11,5	11,5	11,8	11,8	-
	škrob NIR/s [%]	67,7	67,8	67,4	67,6	-
	HTZ [g]	39,5	38,8	39,9	40,2	-
	Obj. hmot. [g/l]	805,1	806,6	807,1	809,1	-
	obsah mokrého lepku [%]	25,3	25,5	26,8	26,5	-
	gluten index	96,8	96,8	96,8	96,6	-
	pádové číslo [sec]	399,8	400,8	410,0	410,4	-
	Zelenyho test [ml]	39,2	40,2	42,2	42,4	-

Pouze zrno ze ZS HOR a VER splňovalo parametry normy ČSN 461100-2 pro potravinářskou pšenici, kdy obsah N-látek by měl být min. 11,5 %. Zbývající ZS (CAS, JAR a LIP) se požadované min. hodnotě přiblížily. HTZ se u pšenice pohybuje v rozmezí 30–50 g, čehož dosáhly všechny ZS. Rovněž byl splněn minimální požadavek na objemovou hmotnost na všech ZS, který činí min. 760 g/l. Požadavek na min. obsah mokrého lepku 25 % splnily ZS HOR, VER a LIP (V1). Na všech ZS byla zaznamenána vyšší hodnota gluten indexu oproti jeho optimu 65–90. Pádové číslo na všech ZS výrazně přesahovalo minimální požadovanou hodnotu pro potravinářskou pšenici (225 sec), použití zrna s tak vysokým pádovým číslem by mohlo způsobit drobivost pečiva. V případě Zelenyho testu zrno na všech ZS vyhovělo požadavku ČSN pro tento parametr (30 ml).

Tab. č. 16: Jakostně-technologické parametry zrna ječmene

ZS	Parametr	Varianta hnojení		$\bar{x}$
		5	6	
CAS	N-látky NIR/s [%]	11,7	11,7	11,7
	škrob NIR/s [%]	60,3	60,2	60,3
	HTZ [g]	47,4	47,2	47,3
	Obj. hmot. [g/l]	599,0	603,8	601,4
HOR	N-látky NIR/s [%]	14,2	13,5	13,8
	škrob NIR/s [%]	57,5	58,5	58,0
	HTZ [g]	47,2	49,3	48,3
	Obj. hmot. [g/l]	602,4	612,8	607,6
JAR	N-látky NIR/s [%]	12,3	12,0	12,1
	škrob NIR/s [%]	59,6	59,9	59,7
	HTZ [g]	46,2	44,6	45,4
	Obj. hmot. [g/l]	602,4	605,4	603,9

LIP	N-látky NIR/s [%]	11,7	11,2	11,5
	škrob NIR/s [%]	59,7	60,4	60,0
	HTZ [g]	41,4	35,4	38,4
	Obj. hmot. [g/l]	632,0	623,6	627,8
VER	N-látky NIR/s [%]	12,5	13,7	13,1
	škrob NIR/s [%]	59,2	58,4	58,8
	HTZ [g]	49,5	48,7	49,1
	Obj. hmot. [g/l]	630,0	634,0	632,0
$\bar{x}$	N-látky NIR/s [%]	12,5	12,4	-
	škrob NIR/s [%]	59,3	59,5	-
	HTZ [g]	46,3	45,0	-
	Obj. hmot. [g/l]	613,2	615,9	-

Nejvyšší obsah N-látek u zrna ječmene byl zaznamenán na ZS HOR a JAR, naopak nejméně N-látek bylo zaznamenáno na ZS LIP a CAS. HTZ se pohybovala mezi jednotlivými ZS ve stejném rozsahu, mimo ZS LIP, kde byla HTZ nižší. Objemová hmotnost se pohybovala na všech ZS kolem 600 g/l.

Tabulky č. 17 až 19 zobrazují přehled zjištěných mykotoxinů u pšenice, ječmene a vojtěšky.

Tab. č. 17: Obsah mykotoxinů u zrna pšenice [μg/kg]

ZS	Varianta	Mykotoxin	
		Enniatin B	Enniatin B1
VER	4	10,2	12,8

Tab. č. 18: Obsah mykotoxinů u zrna ječmene [μg/kg]

ZS	Varianta	Mykotoxin									
		Deoxynivalenol (vomitoxin)	Fumonisin B1	HT2-toxin	T2-toxin	Beauvericin	Enniatin A	Enniatin A1	Enniatin B	Enniatin B1	Nivalenol
CAS	5	-	12,3	187,3	47,9	5,3	14,7	98,6	353,4	364,0	-
	6	-	-	172,0	39,0	-	14,3	97,9	364,8	368,9	-
HOR	5	-	-	62,4	12,5	10,0	27,2	20,9	154,3	44,9	108,7
	6	-	-	73,7	23,5	12,1	-	12,9	290,4	98,6	120,6
JAR	5	79,1	-	190,4	52,9	-	28,2	177,2	650,8	650,2	-
	6	77,8	-	213,0	41,0	-	35,4	214,1	608,4	664,4	-
LIP	5	-	-	16,8	7,6	8,5	-	7,5	30,4	28,2	140,9
	6	-	-	46,5	23,9	7,2	-	-	39,8	16,7	145,7
VER	5	66,6	-	240,0	54,8	-	70,2	416,2	962,5	1039,0	-
	6	68,0	-	207,6	53,0	-	46,1	283,5	841,7	919,4	-

Tab. č. 19: Obsah mykotoxinů u vojtěšky [μg/kg]

Seč	ZS	Varianta	Mykotoxin						
			T2-toxin	Zearalenon	Beauvericin	Enniatin A	Enniatin A1	Enniatin B	Enniatin B1
1.	CAS	5	-	-	5,8	-	24,8	53,1	68,0
		6	6,7	-	-	12,0	53,9	94,6	134,8
	HOR	5	-	28,3	30,4	5,3	9,3	25,0	18,5
		6	-	24,5	10,8	11,8	13,9	47,5	29,9
	LIP	5	-	-	-	-	18,1	40,5	48,8
		6	-	-	-	-	13,3	41,7	37,6
2.	CAS	5	-	67,3	64,7	34,6	154,5	255,0	363,6
		6	-	20,7	22,0	13,9	63,0	115,4	152,8

Vzorky zrna pšenice, ječmene a seč vojtěšky byly analyzovány na přítomnost mykotoxinů. Z celého spektra 17 zjišťovaných mykotoxinů byly detekovány u pšenice dva mykotoxiny, u ječmene deset mykotoxinů, u vojtěšky při první seči sedm mykotoxinů a při druhé seči vojtěšky šest mykotoxinů. Z mykotoxinů, které mají prokazatelný negativní vliv na zdraví člověka a zvířat byl zjištěn deoxynivalenol, HT2-toxin, T2-toxin a nivalenol, a to u ječmene na některých zkušebních stanicích. U vojtěšky byl zjištěn T2-toxin na ZS CAS při první seči. Zearalenon pak byl zjištěn na ZS CAS při druhé seči a na ZS HOR při první seči vojtěšky. U pšenice nebyl deoxynivalenol, HT2-toxin, T2-toxin, nivalenol a zearalenon detekován. Nálezy v ječmeni byly ze všech tří analyzovaných plodin (pšenice, ječmen a vojtěška) nejvyšší. Zjištěné hladiny těchto mykotoxinů nicméně nebyly tak vysoké, aby mohly ohrozit zdraví lidí či zvířat.

4.3. Hodnocení základních agrochemických vlastností půdy

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty výsledků rozborů půdních vzorků. V tab. č. 20 a 21 jsou uvedeny obsahy živin a jejich kategorizace v půdních vzorcích, odebraných po sklizni pšenice ozimé a ječmene jarního s podsevem vojtěšky.

Tab. č. 20: Základní agrochemické vlastnosti půdy (H1: 0-30 cm, po sklizni 2019)

ZS	Parametr	Jednotka	Varianta hnojení					
			1	2	3	4	5	6
CAS	pH (CaCl ₂)	-	6,5	6,5	6,7	6,6	6,5	6,6
	P	mg/kg	56	57	59	62	51	62
	K	mg/kg	162	162	184	191	166	166
	Mg	mg/kg	166	154	174	170	159	151
	Ca	mg/kg	3035	2915	3160	3037	2888	2860
HOR	pH (CaCl ₂)	-	6,4	6,7	6,8	6,7	6,3	6,5
	P	mg/kg	49	38	57	49	50	49
	K	mg/kg	117	117	116	109	129	126
	Mg	mg/kg	167	217	135	156	227	161
	Ca	mg/kg	1608	2114	1237	1469	2090	1516
JAR	pH (CaCl ₂)	-	6,6	6,6	6,8	6,8	6,8	6,8
	P	mg/kg	83	70	89	95	99	120
	K	mg/kg	214	192	268	279	256	269
	Mg	mg/kg	223	215	229	233	230	251
	Ca	mg/kg	3040	2805	2981	3040	2922	2953
LIP	pH (CaCl ₂)	-	6,8	6,9	7,0	7,0	6,9	6,9
	P	mg/kg	63	63	68	69	67	57
	K	mg/kg	86	71	147	148	97	98
	Mg	mg/kg	134	111	145	139	135	133
	Ca	mg/kg	2504	2362	2931	2858	2474	2543
VER	pH (CaCl ₂)	-	7,3	7,2	7,3	7,3	7,3	7,3
	P	mg/kg	99	93	99	105	103	101
	K	mg/kg	216	195	254	262	235	216
	Mg	mg/kg	161	145	145	156	153	170
	Ca	mg/kg	3245	3491	3645	3689	3504	3283

Legenda:

	nízký
	vyhovující
	dobrý
	vysoký
	velmi vysoký

Hodnota pH se ve srovnání s hodnotami před založením pokusu výrazněji nezměnila. Na všech stanicích i variantách je pH slabě kyselé až neutrální. Zásoba P, K, a Mg se výrazně nezměnila. Pouze na ZS HOR byl zaznamenán pokles P z dříve vyhovující na nyní nízkou zásobu. Naopak na ZS LIP vzrostla zásoba K z původně nízké na vyhovující zásobu. Stav P, K a Mg je vyhovující nebo dobrý až na ZS HOR, kde je nízká zásoba P. Na ZS CAS, HOR a JAR

vzrostla zásoba Mg. Obsah Ca vzrostl na ZS LIP a VER, na ZS JAR byl zaznamenán jeho pokles. Zastoupení Ca v půdě je vyhovující nebo dobré, na ZS VER je pak stav vysoký.

Tab. č. 21: Obsah mikroprvků v půdě (H1: 0-30 cm, po sklizni 2019)

ZS	Parametr	Jednotka	Varianta hnojení					
			1	2	3	4	5	6
CAS	S	mg/kg	9,4	10,0	10,2	10,5	8,7	9,0
	Cu	mg/kg	6,6	6,5	6,5	6,2	6,1	6,8
	Zn	mg/kg	3,8	3,6	4,0	4,2	3,4	4,2
	Fe	mg/kg	299,0	312,9	261,0	304,9	274,5	292,9
	Mn	mg/kg	154,3	150,0	147,8	148,7	143,6	158,3
	B	mg/kg	1,2	1,1	1,2	1,3	1,0	1,1
HOR	S	mg/kg	6,8	5,8	6,2	6,0	14,2	7,4
	Cu	mg/kg	2,4	2,1	2,4	2,3	2,7	2,4
	Zn	mg/kg	3,2	2,2	2,1	2,1	2,4	2,2
	Fe	mg/kg	322,8	333,6	412,4	364,5	364,0	378,3
	Mn	mg/kg	52,7	88,3	68,5	74,1	68,1	78,1
	B	mg/kg	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
JAR	S	mg/kg	10,0	9,1	11,9	11,7	11,6	13,8
	Cu	mg/kg	6,0	5,2	5,6	5,5	5,8	5,8
	Zn	mg/kg	3,4	3,6	3,4	3,6	4,0	5,2
	Fe	mg/kg	344,1	359,2	298,0	327,3	369,9	335,0
	Mn	mg/kg	175,6	171,4	164,0	178,8	176,5	174,6
	B	mg/kg	0,8	0,7	0,9	1,0	0,8	0,9
LIP	S	mg/kg	9,9	10,4	12,8	10,6	9,5	9,8
	Cu	mg/kg	4,2	4,2	5,0	3,9	4,4	3,7
	Zn	mg/kg	2,7	3,3	3,1	3,2	2,6	2,4
	Fe	mg/kg	312,0	293,6	305,1	299,5	283,0	258,6
	Mn	mg/kg	141,9	129,5	135,0	130,1	138,8	131,5
	B	mg/kg	0,6	0,5	0,9	0,8	0,6	0,6
VER	S	mg/kg	13,2	12,1	13,1	13,6	12,3	12,5
	Cu	mg/kg	4,6	4,8	5,2	4,8	4,8	4,9
	Zn	mg/kg	3,9	4,6	3,8	4,0	3,8	4,6
	Fe	mg/kg	224,0	246,4	228,7	243,8	222,9	214,2
	Mn	mg/kg	191,3	201,0	202,5	198,9	194,0	186,8
	B	mg/kg	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4	1,3

Legenda:

	velmi nízký
	nízký
	vyhovující
	dobrá
	vysoký

Obsah S je velmi nízký na ZA CAS, HOR (vyjma V5, kde je zásoba S nízká) a LIP (vyjma V3, kde je zásoba S nízká). Na ZS VER a JAR (vyjma V1 a 2, kde je velmi nízký obsah S) je zásoba S nízká. Zásoba Cu je na ZS HOR a LIP (vyjma vysoké zásoby na V3) dobrá. Na ostatních stanicích je zásoba Cu vysoká. Ve srovnání s rokem 2014 zásoba Cu mírně vzrostla na všech

zkušebních stanicích, vyjma ZS HOR, kde naopak mírně klesla. Obsah Zn, Fe a Mn je dobrý. V porovnání s výsledky rozborů před založením pokusu nedošlo k výrazným změnám. Stav B je stejný jako v roce 2014. Na ZS CAS a VER je stav vysoký, přičemž na ostatních ZS je obsah B nízký. Celkově lze říci, že se obsah mikroprvků výrazně nezměnil.

4.4. Vyhodnocení obsahu minerálního dusíku

V rámci pokusu bylo provedeno vstupní stanovení obsahu minerálního dusíku ($N_{\min}$), který je součtem obsahu nitrátového a amonného dusíku ($N-NO_3$ a $N-NH_4$). Stanovení obsahu nitrátového a amonného dusíku se v zemědělské praxi provádí za účelem zjištění zásobenosti půd pohotovým dusíkem a pro jeho případné doplnění formou jarního regeneračního a produkčního hnojení u ozimých zemědělských plodin. Sledování rovněž slouží ke zjištění obsahu nitrátového dusíku ($N-NO_3$), který je značně mobilní a může být vyplavován do hlubších vrstev půdy a negativně ovlivňovat kvalitu povrchových i podzemních vod. Největším rizikem je jeho vysoký obsah v půdě na konci podzimu, kdy již není předpoklad jeho využití vegetací. Pro porovnání zjištěných obsahů byla použita kritéria hodnocení nitrátového dusíku ($N-NO_3$) v půdě dle nadmořské výšky stanoviště.

V roce 2019 byly vzorky půdy pro stanovení forem minerálního dusíku odebírány dvakrát (na jaře a po sklizni) ze dvou půdních horizontů (H1 0–30 cm, H2 30–60 cm), a to v souladu s metodickým pokynem ÚKZÚZ č. 01/OdEZ (Porovnávání různých systémů hnojení v podmínkách EZ).

Tab. č. 22: Obsahy dusíků v půdě (H1: 0-30 cm) v roce 2019

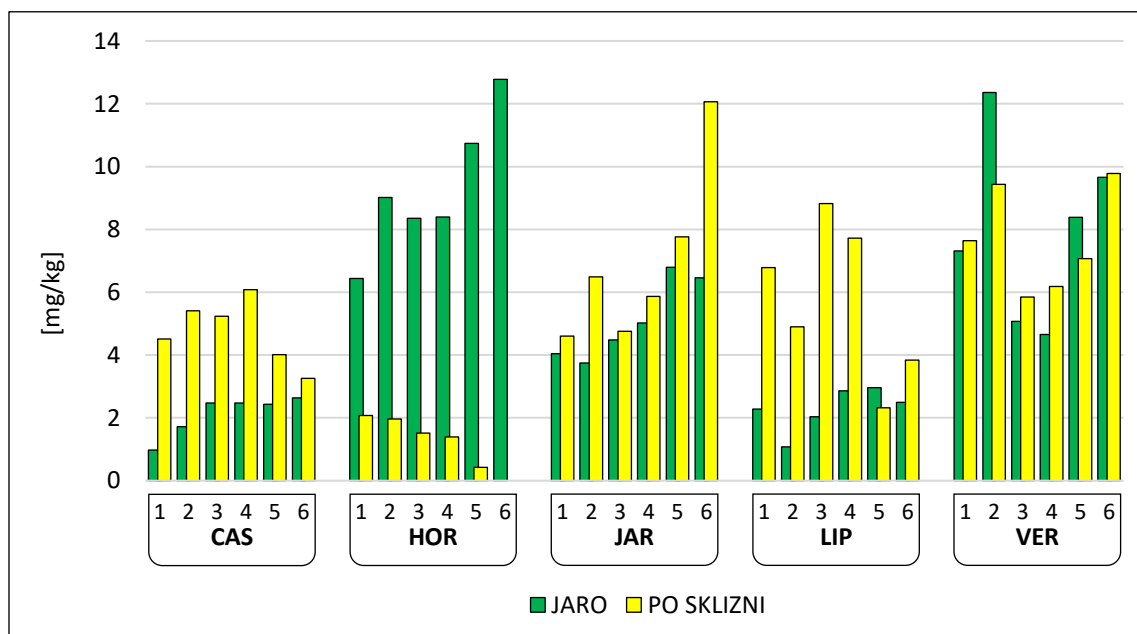
ZS	Varianta	Jaro			Po sklizni		
		N- NH ₄ /s [mg/kg]	N- NO ₃ /s [mg/kg]	N _{min} /s [mg/kg]	N- NH ₄ /s [mg/kg]	N- NO ₃ /s [mg/kg]	N _{min} /s [mg/kg]
CAS	1	5,3	1,0	6,3	<0,2	4,5	4,5
	2	1,3	1,7	3,1	<0,2	5,4	5,4
	3	1,6	2,5	4,1	<0,2	5,2	5,2
	4	1,7	2,5	4,2	<0,2	6,1	6,1
	5	1,0	2,4	3,5	1,3	4,0	5,3
	6	1,7	2,6	4,3	<0,2	3,3	3,3
HOR	1	0,7	6,4	7,1	<0,2	2,1	2,1
	2	0,5	9,0	9,5	<0,2	2,0	2,0
	3	0,6	8,4	8,9	<0,2	1,5	1,5
	4	0,4	8,4	8,8	<0,2	1,4	1,4
	5	0,3	10,7	11,1	<0,2	0,4	0,4
	6	0,4	12,8	13,2	1,9	<0,2	1,9
JAR	1	<0,2	4,0	4,0	<0,2	4,6	4,6
	2	<0,2	3,7	3,7	<0,2	6,5	6,5
	3	<0,2	4,5	4,5	<0,2	4,8	4,8
	4	<0,2	5,0	5,0	<0,2	5,9	5,9
	5	<0,2	6,8	6,8	<0,2	7,8	7,8

	6	<0,2	6,5	6,5	<0,2	12,1	12,1
LIP	1	4,6	2,3	6,9	<0,2	6,8	6,8
	2	4,0	1,1	5,0	<0,2	4,9	4,9
	3	5,2	2,0	7,2	<0,2	8,8	8,8
	4	5,9	2,9	8,7	<0,2	7,7	7,7
	5	5,1	3,0	8,1	<0,2	2,3	2,3
	6	3,9	2,5	6,4	<0,2	3,8	3,8
VER	1	<0,2	7,3	7,3	<0,2	7,6	7,6
	2	<0,2	12,4	12,4	1,2	9,4	10,6
	3	<0,2	5,1	5,1	<0,2	5,8	5,8
	4	<0,2	4,7	4,7	<0,2	6,2	6,2
	5	<0,2	8,4	8,4	<0,2	7,1	7,1
	6	<0,2	9,7	9,7	<0,2	9,8	9,8

Legenda:

	velmi bezpečný
	bezpečný
	přiměřený
	nadměrný
	rizikový

Graf. č. 5: Grafické znázornění obsahu nitrátového dusíku v půdě (H1: 0–30 cm)



Obsah nitrátového dusíku v horizontu 1 (0–30 cm) se po sklizni oproti jarním odběrům snížil u ZS HOR na všech pokusných variantách. Na všech pokusných variantách na ZS CAS, JAR, LIP (mimo V5) a VER (mimo V2 a V5) obsah nitrátového dusíku vzrostl. Pokud jde o kategorizaci obsahu nitrátového dusíku z pohledu jeho rizikovosti, u ZS CAS a LIP se jeho obsah pohyboval při jarních odběrech v kategorii velmi bezpečný a po sklizni jeho obsah vzrostl na ZS CAS u V2–4 na hladinu bezpečný. Na ZS LIP pak obsah nitrátového dusíku

po sklizni vzrostl na hladinu bezpečný u V1-2 a V4, u V3 vzrostl na hladinu přiměřený. ZS JAR vykazovala při jarních odběrech půdy (u čtyř variant) velmi bezpečnou hodnotu nitrátového dusíku a u V5-6 bezpečný obsah nitrátového dusíku. Při posklizňových odběrech se hodnoty pohybovaly v kategorii velmi bezpečný až přiměřený. U ZS VER se jeho obsah z kategorie velmi bezpečný posunul do kategorie bezpečný u V4, zatímco u V2 se naopak posunul z kategorie přiměřený do kategorie bezpečný. U ostatních variant zůstal obsah nitrátového dusíku ve stejné kategorii. Z pohledu hodnocení nitrátového dusíku nejlépe dopadla ZS HOR, kdy se jeho obsah při jarních odběrech pohyboval v kategoriích bezpečný (jedna varianta), přiměřený (čtyři varianty) a nadměrný (jedna varianta) a u posklizňových odběrů hladina jeho obsahu klesla na kategorii velmi bezpečný ve všech variantách.

Z tab. č. 22 vyplývá, že obsah dusičnanového dusíku se z pohledu jeho kategorizace pohyboval po sklizni v rozmezí velmi bezpečný a bezpečný na všech zkušebních stanicích. Výjimkou byla V6 na ZS JAR a V3 na ZS LIP, kde byl jeho obsah přiměřený.

Tab. č. 23: Obsahy dusíků v půdě (H2: 30-60 cm) v roce 2019

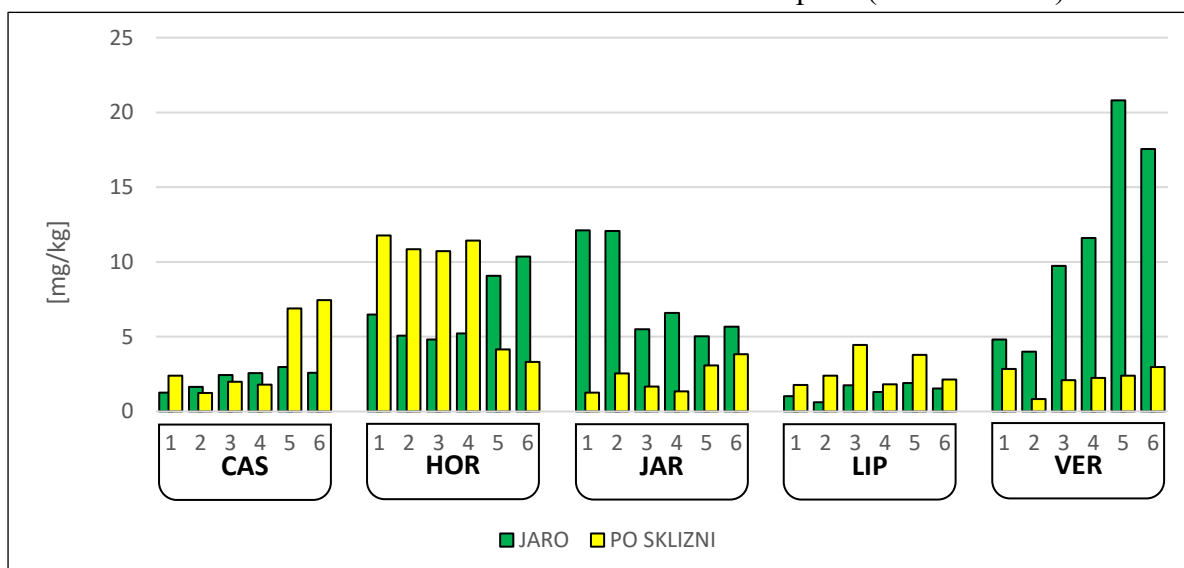
ZS	Varianta	Jaro			Po sklizni		
		N- NH ₄ /s [mg/kg]	N- NO ₃ /s [mg/kg]	N _{min} /s [mg/kg]	N- NH ₄ /s [mg/kg]	N- NO ₃ /s [mg/kg]	N _{min} /s [mg/kg]
CAS	1	1,3	1,3	2,6	0,9	2,4	3,3
	2	1,4	1,6	3,1	<0,2	1,2	1,2
	3	1,3	2,4	3,7	<0,2	2,0	2,0
	4	0,8	2,6	3,4	<0,2	1,8	1,8
	5	0,9	3,0	3,8	1,9	6,9	8,8
	6	0,7	2,6	3,3	2,1	7,5	9,6
HOR	1	0,2	6,5	6,7	<0,2	11,8	11,8
	2	<0,2	5,1	5,1	<0,2	10,9	10,9
	3	0,3	4,8	5,1	0,8	10,7	11,5
	4	<0,2	5,2	5,2	<0,2	11,4	11,4
	5	<0,2	9,1	9,1	<0,2	4,2	4,2
	6	0,9	10,4	11,2	<0,2	3,3	3,3
JAR	1	<0,2	12,1	12,1	<0,2	1,3	1,3
	2	<0,2	12,1	12,1	<0,2	2,5	2,5
	3	<0,2	5,5	5,5	1,2	1,7	2,9
	4	<0,2	6,6	6,6	<0,2	1,3	1,3
	5	<0,2	5,0	5,0	<0,2	3,1	3,1
	6	0,3	5,7	5,9	<0,2	3,8	3,8
LIP	1	4,3	1,0	5,3	<0,2	1,8	1,8
	2	4,6	0,6	5,2	<0,2	2,4	2,4
	3	4,1	1,8	5,8	<0,2	4,4	4,4
	4	4,1	1,3	5,4	<0,2	1,8	1,8
	5	4,8	1,9	6,7	<0,2	3,8	3,8

	6	3,4	1,5	5,0	<0,2	2,1	2,1
VER	1	<0,2	4,8	4,8	<0,2	2,8	2,8
	2	0,5	4,0	4,4	<0,2	0,8	0,8
	3	<0,2	9,7	9,7	<0,2	2,1	2,1
	4	<0,2	11,6	11,6	<0,2	2,2	2,2
	5	<0,2	20,8	20,8	<0,2	2,4	2,4
	6	<0,2	17,6	17,6	<0,2	3,0	3,0

Legenda:

	velmi bezpečný
	bezpečný
	přiměřený
	nadměrný
	rizikový

Graf. č. 6: Grafické znázornění obsahu nitrátového dusíku v půdě (H2: 30-60 cm)



Pokud jde o hodnocení nitrátového dusíku v horizontu 2 (30-60 cm), jeho obsah po sklizni vzrostl na ZS LIP ve všech variantách. Další zvýšení oproti jarnímu dusíku bylo zaznamenáno na ZS CAS (V1 a V5-6) a ZS HOR (V1-4). Na ZS JAR a VER došlo naopak ke snížení obsahu nitrátového dusíku po sklizni oproti jarním odběrům. Z pohledu kategorizace obsahu nitrátového dusíku došlo k výraznému poklesu u ZS JAR, kdy se na jaře jeho obsah pohyboval převážně v kategorii bezpečný a přiměřený, zatímco po sklizni se jeho obsah posunul do kategorie velmi bezpečný (u všech variant). Další velice výrazný pokles dusíku byl zaznamenán na ZS VER (V3-6), kdy se při jarních odběrech obsah nitrátového dusíku pohyboval v kategoriích velmi bezpečný až rizikový a po sklizni jeho obsah klesl na hladinu velmi bezpečný na všech pokusných variantách. Naopak na ZS HOR bylo zaznamenáno zvýšení hladiny nitrátového dusíku po sklizni oproti jarním odběrům, a to z hladiny bezpečný na hladinu přiměřený (V1-4). Z tab. č. 23 vyplývá, že i přes nárůst obsahu nitrátového dusíku při odběrech po sklizni na ZS HOR (V1-4, kategorie dusíku přiměřený), se jeho hodnoty pohybovaly na ostatních variantách zkušebních stanic dle kategorizace dusíku v rozmezí velmi bezpečný a bezpečný, což je z pohledu možného znečištění podzemních vod v zimním období pozitivní zjištění.

Z dosažených výsledků je zřejmé, že klíčový vliv na sezónní změnu obsahu nitrátového, resp. celkového minerálního dusíku v půdě má jeho odběr sklizenými plodinami. Obsah nitrátového dusíku je tedy především ovlivňován výnosem, dosahovaným u pokusných variant na jednotlivých ZS. Svoji roli pak sehrává i použité hnojení, půdní charakteristika a vliv počasí (teploty, srážky) v daném roce na jednotlivých zkušebních stanicích.

4.5. Bilance živin

V tomto dlouhodobém polním pokusu jsou prováděny analýzy všech vstupních a výstupních produktů (veškerá organická hnojiva, hlavní a vedlejší sklizené produkty). Výsledky těchto analýz pak slouží jako podklad pro výpočet bilance živin. Při výpočtu bilance živin se v prvním roce po aplikaci kompostu započítává 10 % N, 45 % P, 45 % K; v druhém roce 10 % N, 55 % P a 55 % K. U hnoje je to pak v prvním roce 40 % N, 45 % P, 45 % K; druhý rok se započítává 45 % N, 55 % P a 55 % K. Živiny z tekutých hnojiv se k dané plodině započítávají celkově v roce aplikace. Do odběru živin se započítávají živiny, které odebraly sklizené plodiny odvezené z pokusných ploch. Do bilance se nezapočítávaly intenzifikační vstupy, a to z důvodu zanedbatelného množství dodaných živin. Z důvodu seče vojtěšky v září a říjnu 2019 byla počítána bilance živin za vegetační rok 2018/2019 a měsíce září až prosinec 2019.

Výsledky bilance živin jsou uvedeny v tab. č. 24 až 28.

Tab. č. 24: Bilance živin na ZS CAS

Varianta	Roční dávky živin dodané hnojením [kg/ha]									Odběr živin sklizní [kg/ha]			BILANCE ŽIVIN [kg/ha]		
	Tekutá hnojiva			Pevná hnojiva			Dodáno celkem								
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	14	12	-58	-14	-12
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	15	13	-63	-15	-13
3	59	8	68	39	46	272	99	54	340	79	19	14	20	35	326
4	59	8	68	39	46	272	99	54	340	79	19	16	19	35	325
5	0	0	0	68	18	101	68	18	101	196	30	143	-128	-12	-43
6	0	0	0	68	18	101	68	18	101	195	33	147	-127	-15	-47

Tab. č. 25: Bilance živin na ZS HOR

Varianta	Roční dávky živin dodané hnojením [kg/ha]									Odběr živin sklizní [kg/ha]			BILANCE ŽIVIN [kg/ha]		
	Tekutá hnojiva			Pevná hnojiva			Dodáno celkem								
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	12	9	-52	-12	-9
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	11	9	-50	-11	-9
3	59	8	68	39	46	272	99	54	340	51	12	9	47	42	331
4	59	8	68	39	46	272	99	54	340	54	12	9	44	41	331
5	0	0	0	50	15	68	50	15	68	58	14	62	-8	1	5
6	0	0	0	50	15	68	50	15	68	73	16	72	-23	-1	-4

Tab. č. 26: Balance živin na ZS JAR

Varianta	Roční dávky živin dodané hnojením [kg/ha]									Odběr živin sklizní [kg/ha]			BILANCE ŽIVIN [kg/ha]		
	Tekutá hnojiva			Pevná hnojiva			Dodáno celkem								
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	15	13	-60	-15	-13
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	15	12	-61	-15	-12
3	59	8	68	39	46	272	99	54	340	85	20	15	13	34	325
4	59	8	68	39	46	272	99	54	340	82	19	15	17	35	325
5	0	0	0	117	60	367	117	60	367	50	13	31	67	47	336
6	0	0	0	117	60	367	117	60	367	51	15	33	66	45	334

Tab. č. 27: Balance živin na ZS LIP

Varianta	Roční dávky živin dodané hnojením [kg/ha]									Odběr živin sklizní [kg/ha]			BILANCE ŽIVIN [kg/ha]		
	Tekutá hnojiva			Pevná hnojiva			Dodáno celkem								
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	9	8	-38	-9	-8
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	11	8	-42	-11	-8
3	59	8	68	39	46	272	99	54	340	49	12	10	49	42	330
4	59	8	68	39	46	272	99	54	340	54	13	11	45	41	329
5	0	0	0	88	34	114	88	34	114	105	19	51	-18	14	63
6	0	0	0	88	34	114	88	34	114	117	20	56	-30	14	57

Tab. č. 28: Balance živin na ZS VER

Varianta	Roční dávky živin dodané hnojením [kg/ha]									Odběr živin sklizní [kg/ha]			BILANCE ŽIVIN [kg/ha]		
	Tekutá hnojiva			Pevná hnojiva			Dodáno celkem								
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	9	6	-39	-9	-6
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	10	8	-48	-10	-8
3	59	8	68	39	46	272	99	54	340	52	12	8	47	42	332
4	59	8	68	39	46	272	99	54	340	63	14	10	35	40	330
5	0	0	0	103	35	86	103	35	86	58	16	60	45	18	26
6	0	0	0	103	35	86	103	35	86	56	15	72	47	20	14

Z uvedených hodnot vyplývá, že na všech ZS u V3 a 4 byla zaznamenána pozitivní bilance N, P a K. Pozitivní bilance N, P a K byla dále pozorována na ZS JAR a VER u V5 a 6. Na ZS HOR a LIP u V5 a 6 byla zaznamenána pozitivní bilance P a K (mimo V6 u ZS HOR). Negativní bilanci vykazovaly varianty nehnojené a varianty V5 a 6 na ZS CAS u všech živin. Další negativní bilance N u V5 a 6 byla zaznamenána na ZS HOR a LIP, na ZS HOR pak i u V6 u P a K. Balance živin byla ovlivněna výnosem. Výnos pšenice byl na ZS JAR a CAS vyšší, což se projevilo na výsledku bilance živin. Varianty V3 a 4 byly hnojeny digestátem. Předplodinou pšenice (V1-4) byl ječmen s hrachem, předplodinou ječmene s vojtěškou (V 5 a 6) byla kukuřice. Do bilance byla započtena část živin z kompostu (V3 a 4) a hnoje (V5 a 6) aplikovaných po sklizni 2017.

4.6. Vyplavování živin

Vyplavování živin bylo sledováno na zkušební stanici v Lípě, kde byl instalován lyzimetr před založením pokusu na podzim roku 2014, a to pod pokusnými variantami 1, 3, 4 a 6. Lyzimetr je umístěn na pozemku tak, aby jeho sběrná oblast mohla být obdělávána a hnojena s použitím veškeré mechanizace na pozemku používané.

Sběrné misky pod těmito variantami se nacházejí v hloubce 30 a 60 cm v opakování B. Šachta je umístěna mimo pokusné parcely. Provozování lyzimetru a zhodnocení výsledků je prováděno podle metodického pokynu č. 02/VR (Prováděcí metodiky polních a stacionárních zkoušek).

Cílem lyzimetrických sledování ÚKZÚZ je dlouhodobé vyhodnocování procesu translokace živin (zejména dusíku) v půdě, a to především z hlediska klimatu, půdy a výživy rostlin. Prvořadým záměrem lyzimetrických měření je sledování pohybu živin v půdě na základě analýz eluátu (průsakové vody). Z tohoto hlediska jsou zvlášť významné obsahy živin v eluátu zachyceném v hloubce 60 cm, které většinou představují ztrátu pro rostliny a současně nebezpečí pro kvalitu vod.

4.6.1. Charakteristika zkušební stanice v Lípě

Tab. č. 29: Základní půdně-klimatické údaje ZS LIP

Výrob. oblast	Nadm. výška [m]	Půdní typ	Půdní druh	Dl. $\bar{x}$ úhrn srážek [mm]	Dl. $\bar{x}$ teplota [°C]
BVO	505	kambizem	píščito-hlinitá	594	7,5

4.6.2. Charakteristika počasí na ZS LIP v roce 2019

Rok 2019 byl dle meteorologického sledování celkově teplotně nadprůměrný, teplotní průměr byl 9,5 °C, což je oproti dlouhodobému normálu o 2 °C více. Co se týkalo srážek, jednalo se o rok srážkově normální, bylo naměřeno o 4 % více srážek oproti dlouhodobému srážkovému normálu. Nejvíce srážek oproti dlouhodobému normálu bylo zaznamenáno v měsících leden a květen. V roce 2019 nedošlo k zachytu eluátu a tedy ani k vyplavování živin.

4.6.3. Živiny a průvodní látky ve srážkové vodě

Srážková voda představuje z hlediska výživy rostlin nezanedbatelnou dodávku živin a průvodních látek do půdy. Přehled živin a průvodních látek dodaných srážkovou vodou v roce 2019 uvádí tab. č. 30.

Tab. č. 30: Srážková voda: obsah živin a průvodních látek po přepočtu na hektar (2019)

pH	N-NO ₃	N-NH ₄	Cl	P	K	Mg	Ca	Na	SO ₄
-	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
6,8	9,53	4,18	9,15	0,06	21,04	27,45	31,80	26,40	83,17

Srážkovou vodou se do půdy dostalo po zaokrouhlení 14 kg N/ha. Z rozboru srážkové vody vyplývá, že srážkami je dodáván do půdy především dusík v nitrátové formě.

4.6.4. Odběr dusíku sklizenými rostlinami

Tab. č. 31: Odběr dusíku sklizenými rostlinami (2019)

Sklizňové produkty	Varianta	N/s [%]	Výnos [t/ha]	Výnos/s [kg/ha]	Odebráno N [kg/ha]
ZRNO PŠENICE	1	1,91	2,32	1991	38,11
	3	1,92	3,00	2581	49,43
	4	1,92	3,25	2797	53,70
ZRNO JEČMENE	6	2,10	2,60	2240	46,94
SLÁMA JEČMENE	6	1,44	3,13	2753	39,73
1. SEČ VOJTĚŠKY	6	3,25	2,30	938	30,51

4.6.5. Rozšířená bilance dusíku na ZS LIP

Základními údaji pro výpočet bilance dusíku jsou jeho vstupy z hnojiv (kompost a hnůj - aplikace po sklizni 2017, digestát - aplikace březen/duben 2019) a výstupy formou sklizně hlavního a vedlejšího produktu. V lyzimetrických sledováních je vhodné do vstupů zařadit i dusík dodaný dešťovými srážkami. Do výstupů lze zařadit ztrátu dusíku vyplavením z hloubky 60 cm. Výsledky rozšířeného hodnocení dusíku na ZS LIP uvádí tab. č. 32 jako $\pm$ N v kg/ha.

Tab. č. 32: Rozšířená bilance dusíku

Varianta	A – vstupy [kg/ha]			B – výstupy [kg/ha]			BILANCE [kg/ha]
	Hnojení	Srážky	Celkem	Odběr sklizní	Ztráty vyplavením pod 60 cm	Celkem	
1	0	14	14	38	0	38	-24
3	99	14	112	49	0	49	63
4	99	14	112	54	0	54	59
6	88	14	101	117	0	117	-16

Bilance dusíku byla pozitivní na V3 a 4 a negativní na V1 a V6. Z lyzimetrického sledování vyplývá, že v rámci pokusu u sledovaných pokusných variant nedošlo k žádnému vyplavování dusíku eluátem pod horizont 60 cm, a tedy k ohrožení spodních vod dusičnanovým dusíkem.

5. ZÁVĚR

Dlouhodobý polní ekologický pokus si klade za cíl sledování vlivu systému hospodaření s chovem a bez chovu hospodářských zvířat a aplikace vnějších vstupů na výkonnost a zdravotní stav plodin, jakost produktů, půdní vlastnosti, edafon, výskyt škodlivých činitelů a bilanci živin.

Rok 2019 byl pátým rokem osevního sledu, kdy pěstovanou plodinou byla pšenice ozimá a ječmen jarní s podsevem vojtěšky. Na všech zkušebních stanicích byla u varianty 1-4 hlavní zkoušenou plodinou pšenice ozimá, odrůda Wiwa. Na variantách 5 a 6 u všech zkušebních stanic byl zkoušenou plodinou ječmen jarní, odrůda Solist s podsevem vojtěšky seté, odrůda Plato. Hodnocené parametry byly výnos a technologické vlastnosti zrna. Dále byly hodnoceny agrochemické vlastnosti půdy, bilance hlavních živin (N, P, K) a dále vyplavování dusíku na zkušební stanici Lípa. Z výše uvedených výsledků získaných v tomto roce lze konstatovat následující:

Na většině zkušebních stanic se použitím prutových bran podařilo výskyt plevelů regulovat na únosnou míru. Stejně tak výskyt chorob se s použitím přípravků na ochranu rostlin podařilo udržet na takové míře, která na většině zkušebních stanic neovlivnila výnos. Oproti tomu kalamitní výskyt hraboše ovlivnil výnos obilovin na všech zkušebních stanicích, nejvíce ve Věrovanech, kde došlo ke znehodnocení pokusu a výnos byl stanoven pouze pro potřeby výpočtu bilance živin. Hraboš také následně působil velké škody ve vojtěšce, která musela být na zkušebních stanicích v Jaroměřicích n. R. a ve Věrovanech na podzim zaorána.

V porovnání jednotlivých zkušebních stanic byly nejvyšší průměrné výnosy zrna a slámy pšenice dosaženy na zkušebních stanicích Jaroměřice n. R. a Čáslav, zatímco nižšího průměrného výnosu bylo dosaženo na zkušebních stanicích ve Věrovanech, Lípě a v Horažďovicích. Na většině zkušebních stanic bylo nejvyššího výnosu zrna a slámy pšenice dosaženo na hnojených variantách. V České republice se průměrné výnosy zrna pšenice pěstované v režimu ekologického zemědělství pohybují kolem 3 t/ha. O něco nižších výnosů oproti průměru (3 t/ha) bylo dosaženo na zkušební stanici Horažďovice, Lípa a Věrovany. Naopak vyšších výnosů oproti průměrným výnosům bylo dosaženo na zkušební stanici Jaroměřice n. R. a Čáslav.

Na jednotlivých zkušebních stanicích byl nejvyšší výnos zrna a slámy ječmene zaznamenán na zkušební stanici Čáslav. Přibližně poloviční výnos zrna byl oproti tomu zjištěn na zkušební stanici v Horažďovicích, kde je na živiny chudší půda. U slámy ječmene byl na pokusné variantě 6 zaznamenán mírně vyšší výnos oproti variantě 5. V České republice se průměrné výnosy zrna ječmene v ekologickém zemědělství pohybují kolem 2,8 t/ha. Pouze na zkušební stanici Čáslav bylo dosaženo nepatrně vyššího průměrného výnosu oproti republikovému průměru. Na ostatních zkušebních stanicích byly dosažené výnosy nižší. Nižší výnos ječmene ovlivnil nejen hraboš polní, ale i skutečnost, že byl ječmen pěstován s podsevem vojtěšky.

V daném roce se z důvodu kalamitního výskytu hraboše polního musel na zkušebních stanicích Jaroměřice n. R. a Věrovany porost vojtěšky zaorat. Na zkušební stanici Čáslav se podařilo dosáhnout dvou sečí, zatímco na zkušebních stanicích Horažďovice a Lípa proběhla jedna seč. Ve výnosu sklizené hmoty nebyly zaznamenány výraznější rozdíly mezi variantami.

Vzorky zrna pšenice, ječmene a zelené hmoty vojtěšky byly analyzovány na přítomnost mykotoxinů. Nejvíce mykotoxinů bylo zjištěno v ječmeni, naopak nejméně jich bylo detekováno v pšenici. Zjištěné hladiny mykotoxinů nebyly tak vysoké, aby mohly ohrozit zdraví lidí či zvířat.

Na jednotlivých zkušebních stanicích byla vypočtena bilance dusíku, fosforu a draslíku. Pozitivní bilance živin byla zjištěna na všech zkušebních stanicích u variant 3 a 4. V případě variant 1 a 2 byla zjištěna negativní bilance živin na všech zkušebních stanicích. Bilance živin na variantách 5 a 6 byla u některých ZS silně ovlivněna poškozením porostu vojtěšky hraboši, kdy nedošlo ke sklizni, a tedy k odběru živin z pokusných ploch.

Pokud jde o rozšířenou bilanci dusíku sledovanou na zkušební stanici Lípa, rok 2019 byl srážkově normální a teplotně nadprůměrný. Z lyzimetrického sledování dále vyplývá, že u sledovaných pokusných variant nedošlo k vyplavování dusíku pod horizont 60 cm a ohrožení podzemních vod dusičnanovým dusíkem. Srážkovou vodou se do půdy dostalo 14 kg N/ha. Na základě výsledků analýz lze konstatovat, že dešťovými srážkami je dodáván do půdy především dusík v nitrátové formě. Pozitivní bilance dusíku byla zjištěna na pokusných variantách hnojených digestátem.

Na jednotlivých zkušebních stanicích se obsah nitrátového dusíku v půdě, v horizontu 1 (0-30 cm) při jarních i posklizňových odběrech pohyboval v rozmezí kategorií velmi bezpečný až přiměřený. Pouze při jarních odběrech byl v jednom případě (na zkušební stanici Horažďovice) zjištěn nadměrný obsah nitrátového dusíku, který při posklizňových odběrech klesl na kategorii velmi bezpečný.

Obsah nitrátového dusíku v půdě, v horizontu 2 (30-60 cm) se při jarních odběrech pohyboval v kategoriích velmi bezpečný až rizikový, přičemž v nežádoucí rizikové kategorii nadměrný a rizikový byl zjištěn pouze ve dvou případech, a to na zkušební stanici Věrovany. Při posklizňových odběrech došlo ve Věrovanech na všech pokusných variantách k poklesu na kategorii velmi bezpečný. U ostatních zkušebních stanic se obsah nitrátového dusíku v horizontu 2 při posklizňových odběrech pohyboval převážně v kategorii velmi bezpečný, dále pak bezpečný a přiměřený.

Z dosažených výsledků je zřejmé, že klíčový vliv na sezónní změnu obsahu nitrátového, resp. celkového minerálního dusíku v půdě má jeho odběr sklizenými plodinami. Obsah nitrátového dusíku je tedy především ovlivňován dosahovaným výnosem. Svoji roli pak sehrává i použité hnojení, půdní charakteristika a vliv počasí (teploty, srážky) v daném roce.