

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



Č. j.: UKZUZ 077999/2019

Porovnání různých systémů hnojení v podmínkách ekologického zemědělství

Výroční zpráva ze stacionární polní zkoušky za rok 2017

Zpracoval: Ing. Radka Šlapanská
Ing. Milan Gruber

Schválil: Ing. Martin Prudil, Ph.D.

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

Obsah

1. ÚVOD	3
2. MATERIÁL A METODY	4
2.1. Druh polního pokusu	4
2.2. Varianty hnojení	4
2.3. Hnojení a sledování pohybu živin	5
3. POPIS ROKU 2017	7
3.1. Zkoušená plodina.....	7
3.2. Harmonogram prací, vegetační pozorování a sklizeň	7
3.3. Odběry vzorků půdy	9
3.4. Stanovené parametry	9
3.5. Hodnocení vlivu počasí	9
4. VÝSLEDKY	11
4.1. Hodnocení dosažených výnosů	11
4.2. Hodnocení jakostně-technologických vlastností	13
4.3. Hodnocení základních agrochemických vlastností půdy	16
4.4. Vyhodnocení obsahu minerálního dusíku	18
4.5. Bilance živin.....	22
4.6. Vyplavování živin	24
4.6.1. Charakteristika zkušební stanice v Lípě.....	24
4.6.2. Klimatická charakteristika, srážky	24
4.6.3. Živiny a průvodní látky ve srážkové vodě	24
4.6.4. Odběr dusíku sklizenými rostlinami	25
4.6.5. Rozšířená bilance dusíku na ZS LIP	25
5. ZÁVĚR	26

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

OH – organická hmota

ŘVO – řepařská výrobní oblast

BVO – bramborářská výrobní oblast

OVO – obilnářská výrobní oblast

sv – v suchém vzorku

pv – v původní hmotě vzorku

s – v sušině

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 Věrovany (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 2017, kdy byla pokusnou plodinou pšenice špalda.

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. 2/SZV (Metodika dlouhodobého stacionárního pokusu ekologického zemědělství) a č. 23/SZV (Základní metodika přesných polních a nádobových 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. ø úhrn srážek [mm]	Dl. ø 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 založený výhradně na rostlinné produkci (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 1 NK 889/2008
- *statková hnojiva*: hnůj, močůvka. Dávky statkových hnojiv odpovídají vlastnímu chovu zvířat při zatížení 0,8 VDJ.ha⁻¹

Obr. č. 1: Varianty a jejich opakování (ZS VER, 24. 3. 2017)



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 z důvodu pěstování zlepšující předplodiny (hrách/vojtěška) toto hnojení 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).

3. POPIS ROKU 2017

3.1. Zkoušená plodina

V roce 2017 byla zkoušenou plodinou na všech stanovištích pšenice špalda, odrůda Alkor. Rok 2017 je třetím rokem v osevním sledu.

3.2. Harmonogram prací, vegetační pozorování a sklizeň

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.

Během září a začátkem října 2016 proběhlo zpracování půdy a příprava půdy před výsevem. Na podzim byl na všech stanicích u variant 4 a 6 použit intenzifikační vstup Azoter F (pomocná půdní látka - směs mikroorganismů) v dávce 10 l/ha. Aplikace proběhla od 26.9. (ZS VER) do 18.10. (ZS HOR). Tento intenzifikační vstup byl použit před výsevem pšenice špaldy. Pšenice špalda byla vyseta na všech ZS přibližně v první polovině měsíce října. V tomto roce osevního postupu nebylo hnojeno, aby nebyl podpořen dlouhivý růst, který by mohl způsobit polehnutí porostu špaldy. Na všech ZS proběhla regulace plevelů prutovými branami. Pletí prutovými branami bylo v závislosti na konkrétní zkušební stanici provedeno dvakrát až třikrát za vegetaci. Na ZS CAS a HOR proběhla regulace plevelů na jaře ve dvou termínech v počtu dvou jízd za termín. Na ZS JAR proběhla regulace plevelů rovněž na jaře ve dvou termínech v počtu jedné jízdy za termín. Na ZS LIP proběhla regulace plevelů na jaře ve třech termínech v počtu dvou jízd za termín. Na ZS VER proběhla regulace plevelů jedenkrát v listopadu a dvakrát na jaře v počtu jedné jízdy za termín. V porovnání se ZS LIP a VER porost na ZS CAS, HOR, JAR vzcházel pomaleji. Na variantě 5 v opakování C na ZS JAR se vyskytl křeček polní, který poškodil 15 až 20 % porostu. V červnu byla na ZS VER zaznamenána bouřka se silným větrem a kroupami. Došlo k ulámání některých klasů u všech variant ve všech opakováních. Na ZS CAS a JAR, kde byl detekován výskyt padlí pšenice na listu a kohoutka, byl aplikován přípravek na ochranu rostlin na bázi síry Kumulus WG a foliární hnojivo Prev-B2, a to během května a června. Sklizeň pšenice špaldy proběhla koncem července až počátkem srpna. Porost během vegetace nepolehl. U pšenice špaldy byl zjišťován výnos hlavního i vedlejšího sklizňového produktu, tj. zrna a slámy.

Tab. č. 4: Přehled vybraných záznamů

ZS	Výsev	Vzejití	Plná zralost	Sklizeň
CAS	17.10.2016	8.11.2016	18.7.2017	20.7.2017
HOR	18.10.2016	14.11.2016	18.7.2017	31.7.2017
JAR	11.10.2016	1.11.2016	28.7.2017	1.8.2017
LIP	14.10.2016	25.10.2016	28.7.2017	2.8.2017
VER	10.10.2016	21.10.2016	27.7.2017	2.8.2017

Obr. č. 2: Vláčení prutovými branami (ZS JAR, 14. 3. 2017)



Obr. č. 3: Porost pšenice špaldy (ZS JAR, 3. 5. 2017)



3.3. Odběry vzorků půdy

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

Parametry stanovené 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. Byly rovněž odebrány vzorky pro mikrobiologické stanovení (nitrifikace, respirace a amonifikace), nicméně vyhodnocení těchto údajů bude provedeno až po delším časovém období.

3.4. Stanovené parametry

Při sklizni se analyzovaly vzorky rostlin ze všech variant, a to hlavní i vedlejší produkt (zrno i sláma). U zrna pšenice špaldy byly stanoveny N-látky, obsah N, P, K, Mg, Ca, vlhkost, obsah mykotoxinů, HTZ, objemová hmotnost, lepek, gluten index, číslo poklesu, Zelenyho test, tvrdost, výnos (vyloupaného a nevyloupaného) a výtěžnost zrna. U slámy byl stanoven obsah N, P, K, Mg, Ca, vlhkost a výnos.

3.5. Hodnocení vlivu počasí

Tabulky č. 5 a 6 uvádějí průměrné měsíční srážky a teploty za období září 2016 až srpen 2017.

Tab. č. 5: Průměrné měsíční srážky v roce 2016/2017

ZS	Průměrné měsíční srážky [mm]												Σ
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	roční
CAS													
suma měs. srážek [mm]	7,4	57,4	22,3	13,0	28,1	15,2	33,6	95,9	40,6	84,0	93,2	65,9	556,6
měsíční normál [mm]	50	32	36	30	27	22	33	36	66	73	83	67	555
% normálu	15	179	62	43	104	69	102	266	62	115	112	98	100
HOR													
suma měs. srážek [mm]	38,7	48,2	36,3	14,7	17,6	18,7	40,9	94,0	42,1	52,2	54,3	77,9	535,6
měsíční normál [mm]	45	39	38	35	32	25	37	37	59	74	87	77	585
% normálu	86	124	96	42	55	75	111	254	71	71	62	101	92
JAR													
suma měs. srážek [mm]	16,4	48,8	21,2	17,6	16,5	11,6	24,6	48,2	23,2	24,8	82,4	38,4	373,7
měsíční normál [mm]	40	29	32	27	24	22	25	32	57	64	71	58	481
% normálu	41	168	66	65	69	53	98	151	41	39	116	66	78
LIP													
suma měs. srážek [mm]	11,4	46,3	26,6	39,0	20,7	24,8	39,7	88,4	42,5	64,4	56,8	31,3	491,9
měsíční normál [mm]	51	36	42	39	36	28	38	36	59	77	81	71	594
% normálu	22	129	63	100	58	89	104	246	72	84	70	44	83
VER													
suma měs. srážek [mm]	31,9	44,6	35,6	5,9	4,2	20,7	19,7	48,6	38,3	44,7	78,2	42,1	414,5
měsíční normál [mm]	47	36	36	26	22	18	25	33	61	70	71	57	502
% normálu	68	124	99	23	19	115	79	147	63	64	110	74	83

Tab. č. 6: Průměrné měsíční teploty v roce 2016/2017

ZS	Průměrné měsíční teploty [°C]												Ø
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	roční [°C]
CAS													
Ø denní teplota [°C]	18,0	8,8	3,7	0,8	-4,5	2,3	7,5	8,5	15,5	19,6	20,1	20,4	10,1
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													
Ø denní teplota [°C]	15,2	7,1	2,9	-0,3	-6,2	1,1	5,8	6,7	13,1	18,0	18,5	18,6	8,4
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													
Ø denní teplota [°C]	16,8	7,5	2,4	-0,8	-6,0	0,9	6,5	7,2	14,6	19,7	19,8	20,1	9,1
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													
Ø denní teplota [°C]	15,6	7,0	2,2	-1,1	-6,2	0,6	5,6	6,3	13,3	17,5	18,3	18,8	8,2
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													
Ø denní teplota [°C]	18,4	8,3	3,9	-0,8	-5,9	0,7	7,2	8,5	15,4	19,8	20,1	20,9	9,7
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 2016 bylo zpočátku teplejší, později teplotně normální. Srážkově byl začátek podzimu suchý, později vlhký až normální. Konec podzimu byl srážkově suchý. Nástup zimního období byl teplotně normální, v lednu teploty klesly na všech stanicích pod bod mrazu, a to výrazně oproti měsíčnímu normálu. V únoru se oteplilo a konec zimy byl teplý až velmi teplý. Zimní období bylo srážkově suché, později normální. Začátek jarního období byl teplý, později normální a konec jara byl opět teplý. Srážkově byl začátek jara normální, duben byl srážkově velmi vlhký, kdy srážky dosahovaly na všech stanicích od 147 % normálu (ZS VER) do 266 % normálu (ZS CAS). Konec jara byl srážkově suchý až normální. Léto bylo teplé, srážkově normální až suché. Pokud jde o sumu srážek a průměrné teploty za období září 2016 až srpen 2017, bylo toto období oproti dlouhodobým normálům teplé a srážkově podprůměrné. Největší průměrný roční teplotní rozdíl oproti dlouhodobému normálu byl zjištěn na ZS JAR, a to 1,1 °C. Nejmenší průměrný roční teplotní rozdíl oproti dlouhodobému normálu byl naměřen na ZS HOR, a to 0,6 °C.

4. VÝSLEDKY

4.1. Hodnocení dosažených výnosů

Tabulky č. 7, 8 a 9 zobrazují výnosy zrna a slámy pšenice špaldy.

Tab. č. 7: Výnos nevydloupaného zrna u pšenice špaldy [t/ha]

ZS	Varianta hnojení						Ø výnos
	1	2	3	4	5	6	
CAS	5,23	5,24	5,90	5,98	6,14	5,59	5,68
HOR	3,50	3,51	3,28	3,30	3,93	4,24	3,63
JAR	5,33	5,67	6,16	6,41	6,59	6,54	6,11
LIP	4,20	4,73	5,05	4,63	4,88	4,76	4,71
VER	5,91	5,86	6,16	5,85	6,16	6,12	6,01
Ø	4,83 A	5,00 A	5,31 BC	5,24 B	5,54 D	5,45 CD	5,23
%	100	104	110	108	115	113	-

Pozn.: rozdílná písmena mezi variantami znamenají statisticky průkazný rozdíl.

Nejvyšší průměrný výnos nevydloupaného zrna byl dosažen na variantě č. 5, přičemž oproti kontrolní variantě č. 1 byl vyšší o 15 %. V porovnání jednotlivých zkušebních stanic byly nejvyšší výnosy dosaženy na ZS JAR (6,11 t/ha), zatímco nejnižší na ZS HOR (3,63 t/ha).

Průměrný výnos za jednotlivé varianty byl statisticky vyhodnocen. Výnos na variantách č. 1 a 2 byl oproti ostatním variantám průkazně nižší. Naopak výnos na variantě č. 5 byl průkazně vyšší oproti všem ostatním variantám s výjimkou varianty č. 6. Použití intenzifikačního vstupu na variantách č. 4 a 6 nemělo statisticky průkazný vliv na výnos nevydloupaného zrna.

Tab. č. 8: Výnos vyloupaného zrna u pšenice špaldy [t/ha]

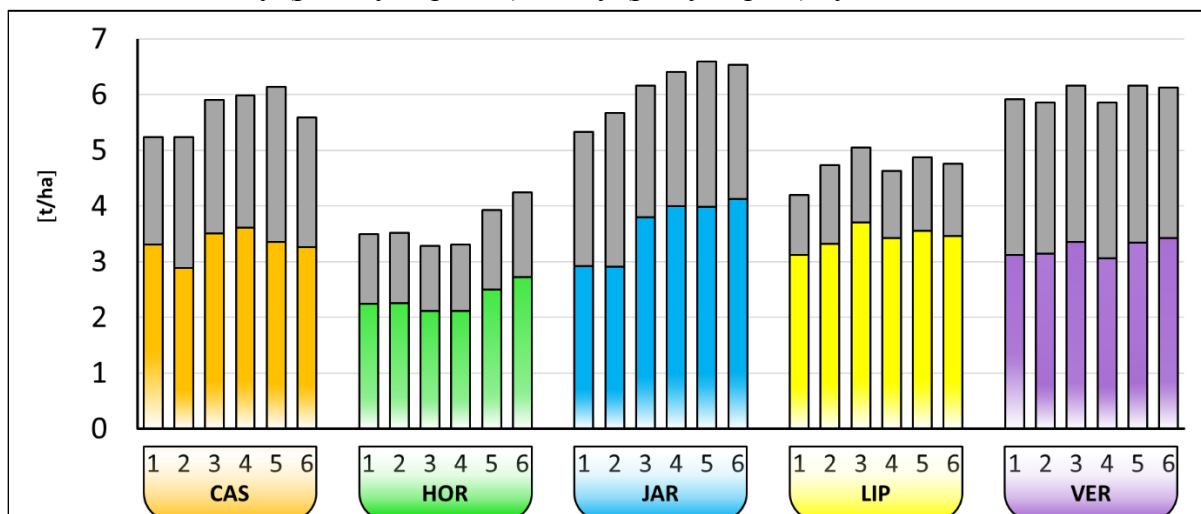
ZS	Varianta hnojení						Ø výnos
	1	2	3	4	5	6	
CAS	3,30	2,88	3,51	3,61	3,36	3,25	3,32
HOR	2,24	2,25	2,11	2,11	2,50	2,72	2,32
JAR	2,92	2,90	3,80	3,99	3,98	4,12	3,62
LIP	3,12	3,32	3,71	3,42	3,55	3,46	3,43
VER	3,11	3,14	3,35	3,06	3,34	3,42	3,24
Ø	2,94	2,90	3,29	3,24	3,35	3,40	3,19
%	100	99	112	110	114	116	-

Nejvyšší průměrný výnos vyloupaného zrna byl dosažen na variantě č. 6, kde byl použit intenzifikační vstup. Zvýšení výnosu oproti variantě č. 1 byl o 16 %. Oproti variantě č. 1 se průměrný výnos zvýšil u všech variant kromě varianty č. 2, kde byl průměrný výnos o 1 % nižší.

V porovnání jednotlivých zkušebních stanic byly nejvyšší průměrné výnosy dosaženy na ZS JAR (3,62 t/ha), zatímco nejnižší na ZS HOR (2,32 t/ha).

Výtěžnost vyloupaného zrna byla kromě jiného ovlivněna použitím odlišných sklízecích mlátiček na jednotlivých zkušebních stanicích.

Graf. č. 1: Hrubý (před vyloupáním) a čistý (po vyloupání) výnos zrna

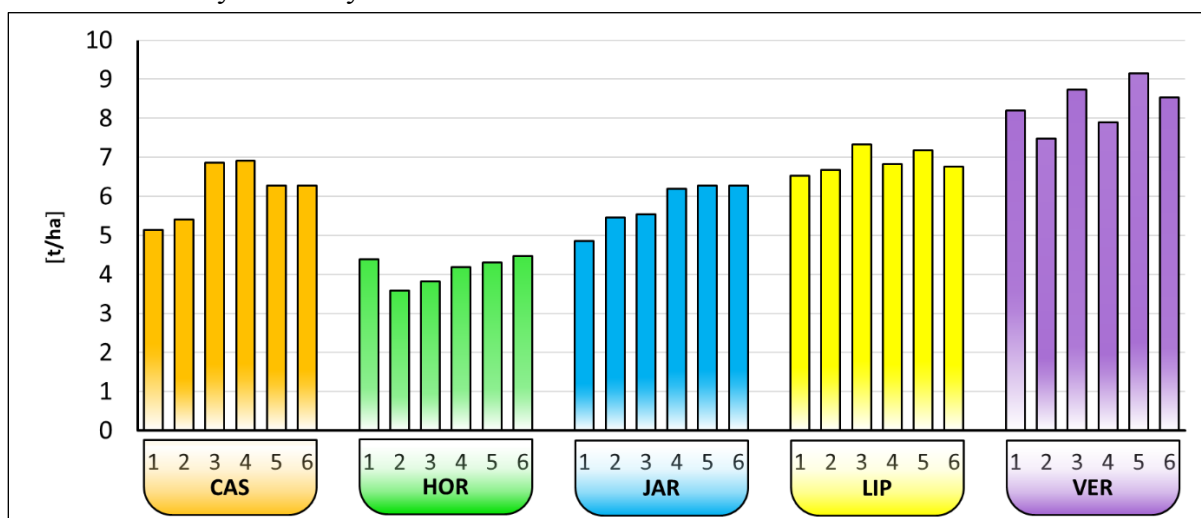


Tab. č. 9: Výnos slámy u pšenice špaldy [t/ha]

ZS	Varianta hnojení						Ø výnos
	1	2	3	4	5	6	
CAS	5,15	5,40	6,86	6,91	6,27	6,27	6,14
HOR	4,39	3,59	3,82	4,19	4,30	4,47	4,13
JAR	4,85	5,45	5,53	6,18	6,28	6,27	5,76
LIP	6,52	6,67	7,33	6,82	7,17	6,76	6,88
VER	8,20	7,48	8,73	7,90	9,15	8,53	8,33
Ø	5,82	5,72	6,46	6,40	6,63	6,46	6,25
%	100	98	111	110	114	111	-

Nejvyšší výnos u slámy byl dosažen na variantě č. 5, přičemž oproti kontrolní variantě č. 1 byl vyšší o 14 %. Výnos slámy u ostatních variant byl oproti variantě č. 1 přibližně o 10 % vyšší. Pouze u varianty č. 2 byl zaznamenán pokles výnosu vůči variantě č. 1 o 2 %. V porovnání jednotlivých zkušebních stanic byly nejvyšší výnosy slámy dosaženy na ZS VER (8,33 t/ha), zatímco nejnižší na ZS HOR (4,13 t/ha).

Graf. č. 2: Výnos slámy



Obr. č. 4: Sklizeň pšenice špaldy (ZS LIP, 2. 8. 2017)



4.2. Hodnocení jakostně-technologických vlastností zrna

U pšenice špaldy byl sledován obsah N-látek, hmotnost tisíce zrn (HTZ), objemová hmotnost, výtěžnost, Zelenyho test, pádové číslo, tvrdost, obsah mokrého lepku a gluten index. Výsledky analýz uvádí tab. č. 10.

Tab. č. 10: Jakostně-technologické parametry zrna pšenice špaldy

ZS	Stanovení	Varianta hnojení						Ø
		1	2	3	4	5	6	
CAS	Obsah N-látek [%]	10,9	11,1	11,4	11,3	11,6	11,1	11,2
	HTZ [g]	47,2	46,1	46,9	47,2	44,0	47,4	46,5
	Objemová hmotnost [g/l]	814	812	814	818	815	812	814
	Zelenyho test [ml]	7,0	8,0	9,0	9,0	10,0	8,0	8,5
	Pádové číslo [sec]	267	279	281	279	274	280	277
	Tvrdost [%]	30,0	31,5	31,3	30,4	31,4	30,8	30,9
	Obsah mokrého lepku [%]	25,8	26,5	27,8	27,9	28,6	27,3	27,3
	Gluten Index	19,0	12,0	12,0	15,0	11,0	16,0	14,2
HOR	Obsah N-látek [%]	11,3	11,0	11,1	11,3	11,6	11,5	11,3
	HTZ [g]	39,1	38,2	34,3	33,2	35,7	39,8	36,7
	Objemová hmotnost [g/l]	797	781	767	783	796	787	785
	Zelenyho test [ml]	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,7
	Pádové číslo [sec]	293	279	288	297	285	288	288
	Tvrdost [%]	32,4	31,5	30,9	31,7	30,8	30,9	31,4
	Obsah mokrého lepku [%]	26,5	25,7	27,3	27,5	27,8	28,3	27,2
	Gluten Index	8,0	14,0	31,0	14,0	7,0	15,0	14,8

JAR	Obsah N-látek [%]	9,8	10,9	13,7	13,3	13,8	14,4	12,6
	HTZ [g]	35,4	39,7	35,8	36,5	36,8	35,8	36,7
	Objemová hmotnost [g/l]	762	756	769	785	785	765	770
	Zelenyho test [ml]	6,0	8,0	22,0	22,0	24,0	28,0	18,3
	Pádové číslo [sec]	284	304	352	363	340	374	336
	Tvrdost [%]	33,4	32,8	31,0	30,4	30,5	29,6	31,3
	Obsah mokrého lepku [%]	23,4	26,7	34,5	33,7	35,2	37,1	31,8
	Gluten Index	30,0	35,0	27,0	34,0	30,0	30,0	31,0
LIP	Obsah N-látek [%]	10,3	10,5	10,8	10,9	10,8	10,4	10,6
	HTZ [g]	46,1	44,9	46,7	47,6	44,9	46,9	46,2
	Objemová hmotnost [g/l]	796	812	798	815	815	808	807
	Zelenyho test [ml]	7,0	8,0	9,0	8,0	8,0	7,0	7,8
	Pádové číslo [sec]	252	252	267	264	271	261	261
	Tvrdost [%]	29,0	29,8	29,4	28,7	29,0	28,8	29,1
	Obsah mokrého lepku [%]	24,5	24,1	25,6	26,6	25,9	24,8	25,3
	Gluten Index	14,0	17,0	11,0	9,0	11,0	14,0	12,7
VER	Obsah N-látek [%]	15,7	15,9	16,8	16,9	17,4	16,2	16,5
	HTZ [g]	44,6	41,6	41,6	41,3	44,8	43,5	42,9
	Objemová hmotnost [g/l]	797	788	802	802	806	797	799
	Zelenyho test [ml]	24,0	25,0	28,0	28,0	31,0	27,0	27,2
	Pádové číslo [sec]	283	284	305	301	306	305	297
	Tvrdost [%]	27,7	28,5	27,7	28,3	28,2	28,9	28,2
	Obsah mokrého lepku [%]	41,6	43,1	46,5	46,5	48,5	44,8	45,2
	Gluten Index	21,0	22,0	27,0	24,0	32,0	25,0	25,2
Ø	Obsah N-látek [%]	11,6	11,9	12,8	12,8	13,0	12,7	-
	HTZ [g]	42,5	42,1	41,0	41,2	41,2	42,7	-
	Objemová hmotnost [g/l]	793	790	790	801	803	794	-
	Zelenyho test [ml]	10,2	11,2	15,2	15,0	16,2	15,6	-
	Pádové číslo [sec]	276	280	299	301	295	302	-
	Tvrdost [%]	30,5	30,8	30,1	29,9	30,0	29,8	-
	Obsah mokrého lepku [%]	28,4	29,2	32,3	32,4	33,2	32,5	-
	Gluten Index	18,4	20,0	21,6	19,2	18,2	20,0	-

Pouze zrno ze ZS VER a ZS JAR splňovalo výkupní parametry pro pšenici špaldu, kdy obsah N-látek by měl být min. 12 %, což mnohé ZS nedosáhly, pádové číslo nad 220 sec (splňovaly všechny ZS) a obsah mokrého lepku by neměl klesnout pod 30 % (nesplňovaly ZS CAS, HOR a LIP).

Vybrané souhrnné jakostně-technologické parametry (N-látky, Zelenyho test, pádové číslo, mokrý lepek, gluten index) byly statisticky vyhodnoceny. Mezi jednotlivými pokusnými variantami nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly.

Tab. č. 11: Obsah mykotoxinů u pšenice špaldu

ZS	Varianta	Mykotoxin				
		HT2-toxin [µg/kg]	T2-toxin [µg/kg]	Enniatin A1 [µg/kg]	Enniatin B [µg/kg]	Enniatin B1 [µg/kg]
CAS	2	7,5	-	-	5,6	-
	3	5,8	-	-	-	-
	4	8,1	-	-	-	-
	5	11,7	-	-	-	-
JAR	5	-	5,5	-	-	-

LIP	2	-	-	-	5,8	-
	5	-	-	-	8,9	-
VER	1	-	-	9,6	28,7	25,4
	2	-	-	13,7	62,3	43,4
	3	-	-	14,1	49,0	40,0
	4	-	-	12,5	40,5	37,7
	5	-	-	12,3	38,3	36,0
	6	-	-	9,2	27,2	25,8

Vzorky zrna pšenice špaldy byly analyzovány na přítomnost mykotoxinů. Z celého spektra 17 zjišťovaných mykotoxinů bylo detekováno pět z nich. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 11. Z mykotoxinů, které mají prokazatelný negativní vliv na zdraví člověka a zvířat byl zjištěn HT2-toxin a T2-toxin, a to jen na některých zkušebních stanicích a jen v některých variantách. Nízký výskyt mykotoxinů by mohl být způsoben ochranným efektem pluch, který přispívá k nízké akumulaci mykotoxinů v zrně špaldy. Z pohledu obsahu mykotoxinů v zrně byla produkce velmi kvalitní.

Obr. č. 5: Pěšina v porostu pšenice špaldy (ZS JAR, 7. 6. 2017)



Obr. č. 6: Porost pšenice špaldy (ZS VER, 13. 6. 2017)



4.3. Hodnocení základních agrochemických vlastností půdy

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty výsledků rozborů půdních vzorků. V tabulce č. 12 a 13 jsou uvedeny obsahy živin a jejich kategorizace v půdních vzorcích, odebraných po sklizni pšenice špaldy.

Tab. č. 12: Základní agrochemické vlastnosti půdy (H1: 0-30 cm, po sklizni 2017)

ZS	Parametr	Jednotka	Varianta hnojení					
			1	2	3	4	5	6
CAS	pH (CaCl ₂)	-	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5	6,4
	P	mg/kg	69	68	64	67	49	61
	K	mg/kg	174	168	193	193	164	174
	Mg	mg/kg	150	145	153	153	144	148
	Ca	mg/kg	2981	2976	3044	2977	2949	2881

HOR	pH (CaCl ₂)	-	5,9	6,1	6,2	6,1	5,9	6,2
	P	mg/kg	74	72	86	76	77	73
	K	mg/kg	147	141	174	164	175	172
	Mg	mg/kg	146	165	160	145	156	163
	Ca	mg/kg	1500	1695	1617	1548	1602	1746
JAR	pH (CaCl ₂)	-	6,5	6,5	6,6	6,6	6,7	6,6
	P	mg/kg	84	75	94	98	105	102
	K	mg/kg	199	176	244	241	253	261
	Mg	mg/kg	212	196	203	207	212	222
	Ca	mg/kg	2851	2660	2813	2802	2845	2903
LIP	pH (CaCl ₂)	-	6,7	6,8	6,9	6,9	6,9	6,8
	P	mg/kg	68	64	57	60	70	56
	K	mg/kg	73	70	87	90	100	115
	Mg	mg/kg	143	123	138	133	134	154
	Ca	mg/kg	2638	2631	2728	2650	2711	2737
VER	pH (CaCl ₂)	-	7,0	7,1	7,1	7,2	7,0	7,0
	P	mg/kg	90	87	92	101	105	98
	K	mg/kg	169	165	196	236	209	183
	Mg	mg/kg	126	125	126	136	169	155
	Ca	mg/kg	2989	3118	3176	3142	2814	2825

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, Mg a Ca se výrazně nezměnila. Stav je vyhovující nebo dobrý až na ZS LIP, kde je nízká zásoba K. Na ZS HOR zásoba K mírně vzrostla, naopak na ZS JAR mírně klesla zásoba Ca.

Tab. č. 13: Obsah mikroprvků v půdě (H1: 0-30 cm, po sklizni 2017)

ZS	Parametr	Jednotka	Varianta hnojení					
			1	2	3	4	5	6
CAS	S	mg/kg	4,7	4,4	4,6	4,5	3,9	3,6
	Cu	mg/kg	6,5	6,7	6,2	6,6	5,5	6,2
	Zn	mg/kg	5,2	4,7	4,5	4,9	3,3	3,9
	Fe	mg/kg	422,7	388,1	372,2	312,0	318,2	368,1
	Mn	mg/kg	170,8	166,8	158,9	158,6	145,0	158,2
	B	mg/kg	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3
HOR	S	mg/kg	5,8	5,5	5,7	5,0	6,3	6,3
	Cu	mg/kg	4,7	4,8	5,2	4,5	4,5	4,7
	Zn	mg/kg	3,4	3,2	4,2	3,1	3,7	3,0
	Fe	mg/kg	359,1	340,5	384,2	323,6	334,5	334,1
	Mn	mg/kg	71,8	74,4	77,8	64,6	68,9	72,6
	B	mg/kg	<0,50	<0,50	0,6	<0,50	0,5	0,5

JAR	S	mg/kg	4,3	4,4	7,5	7,1	6,6	8,8
	Cu	mg/kg	5,6	5,3	6,9	5,7	5,6	6,8
	Zn	mg/kg	2,7	2,4	3,3	3,4	4,0	4,1
	Fe	mg/kg	319,6	269,9	298,8	286,4	402,5	361,6
	Mn	mg/kg	163,6	149,7	158,8	165,4	178,4	176,5
	B	mg/kg	0,8	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8
LIP	S	mg/kg	<3,00	<3,00	3,3	<3,00	3,2	4,4
	Cu	mg/kg	4,5	3,7	5,3	4,1	3,7	5,6
	Zn	mg/kg	2,3	2,4	2,4	3,4	2,7	2,4
	Fe	mg/kg	374,4	367,9	322,5	324,5	361,6	343,1
	Mn	mg/kg	142,1	142,7	138,1	134,2	152,8	146,2
	B	mg/kg	0,5	0,5	0,5	<0,50	0,5	0,5
VER	S	mg/kg	4,3	4,8	5,4	4,9	5,8	4,9
	Cu	mg/kg	4,6	4,1	4,0	4,5	4,2	4,5
	Zn	mg/kg	3,7	3,3	3,4	3,6	3,9	4,1
	Fe	mg/kg	245,7	228,7	197,9	216,6	196,7	212,8
	Mn	mg/kg	184,8	178,1	178,6	183,1	172,0	182,4
	B	mg/kg	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3

Legenda:

	velmi nízký
	nízký
	vyhovující
	dobrý
	vysoký

Zásoba S je velmi nízká na všech zkušebních stanicích. Naopak zásoba Cu je na ZS CAS, HOR a JAR vysoká. Na ostatních stanicích je zásoba Cu dobrá. Ve srovnání s rokem 2014 zásoba Cu mírně vzrostla. Obsah Zn, Fe a Mn je dobrý. V porovnání před založením pokusu nedošlo ke 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 spodních 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 2017 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. 2/SZV (Metodika dlouhodobého stacionárního pokusu ekologického zemědělství).

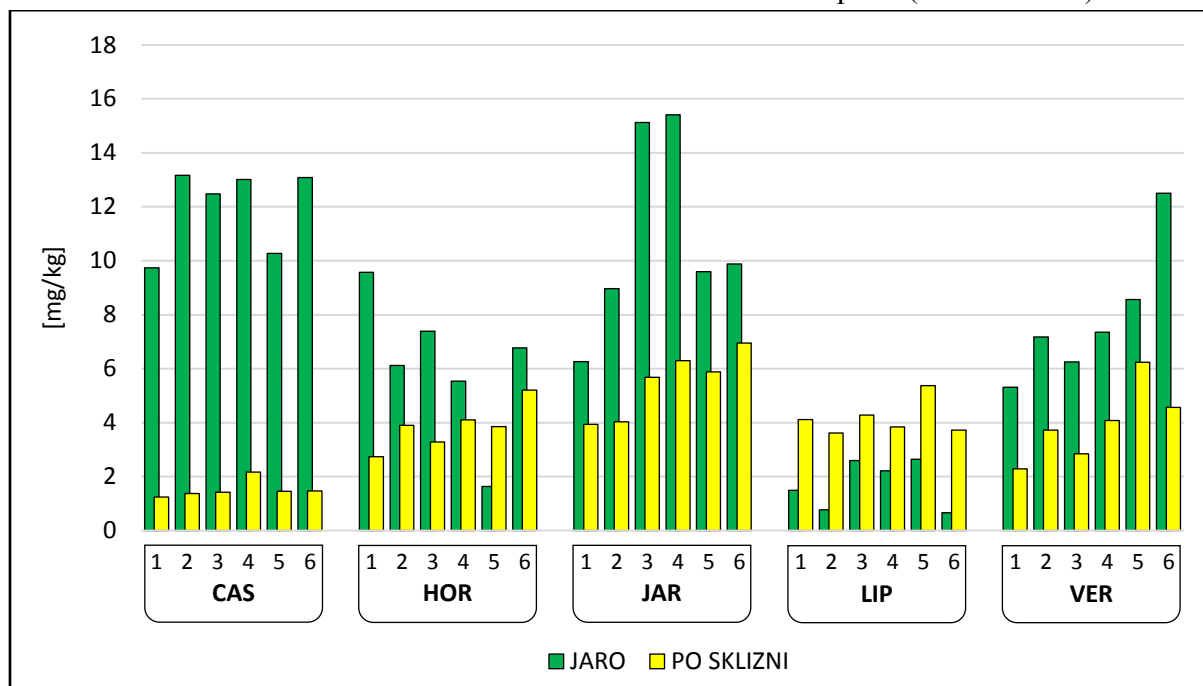
Tab. č. 14: Obsahy dusíků v půdě (H1: 0-30 cm) v roce 2017

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	3,1	9,7	12,8	<0,2	1,2	1,2
	2	4,0	13,2	17,2	<0,2	1,4	1,4
	3	3,1	12,5	15,6	<0,2	1,4	1,4
	4	3,2	13,0	16,3	<0,2	2,2	2,2
	5	1,3	10,3	11,5	<0,2	1,5	1,5
	6	1,8	13,1	14,9	<0,2	1,5	1,5
HOR	1	1,2	9,6	10,8	<0,2	2,7	2,7
	2	1,4	6,1	7,5	<0,2	3,9	3,9
	3	1,2	7,4	8,6	<0,2	3,3	3,3
	4	1,1	5,5	6,6	<0,2	4,1	4,1
	5	2,9	1,6	4,5	<0,2	3,9	3,9
	6	1,9	6,8	8,7	<0,2	5,2	5,2
JAR	1	0,2	6,3	6,3	<0,2	3,9	3,9
	2	<0,2	9,0	9,0	<0,2	4,0	4,0
	3	<0,2	15,1	15,1	<0,2	5,7	5,7
	4	<0,2	15,4	15,4	<0,2	6,3	6,3
	5	1,0	9,6	10,6	<0,2	5,9	5,9
	6	<0,2	9,9	9,9	<0,2	7,0	7,0
LIP	1	2,4	1,5	3,9	0,2	4,1	4,1
	2	2,0	0,8	2,7	<0,2	3,6	3,6
	3	2,2	2,6	4,8	<0,2	4,3	4,3
	4	2,3	2,2	4,5	<0,2	3,8	3,8
	5	2,1	2,6	4,7	<0,2	5,4	5,4
	6	2,2	0,7	2,9	<0,2	3,7	3,7
VER	1	<0,2	5,3	5,3	<0,2	2,3	2,3
	2	<0,2	7,2	7,2	<0,2	3,7	3,7
	3	<0,2	6,2	6,2	<0,2	2,8	2,8
	4	<0,2	7,4	7,4	<0,2	4,1	4,1
	5	<0,2	8,6	8,6	<0,2	6,2	6,2
	6	<0,2	12,5	12,5	<0,2	4,6	4,6

Legenda:

	velmi bezpečný
	bezpečný
	přiměřený
	nadměrný
	rizikový

Graf. č. 3: Grafické znázornění obsahu nitrátového dusíku v půdě (H1: 0–30 cm)



Tab. č. 15: Obsahy dusíků v půdě (H2: 30-60 cm) v roce 2017

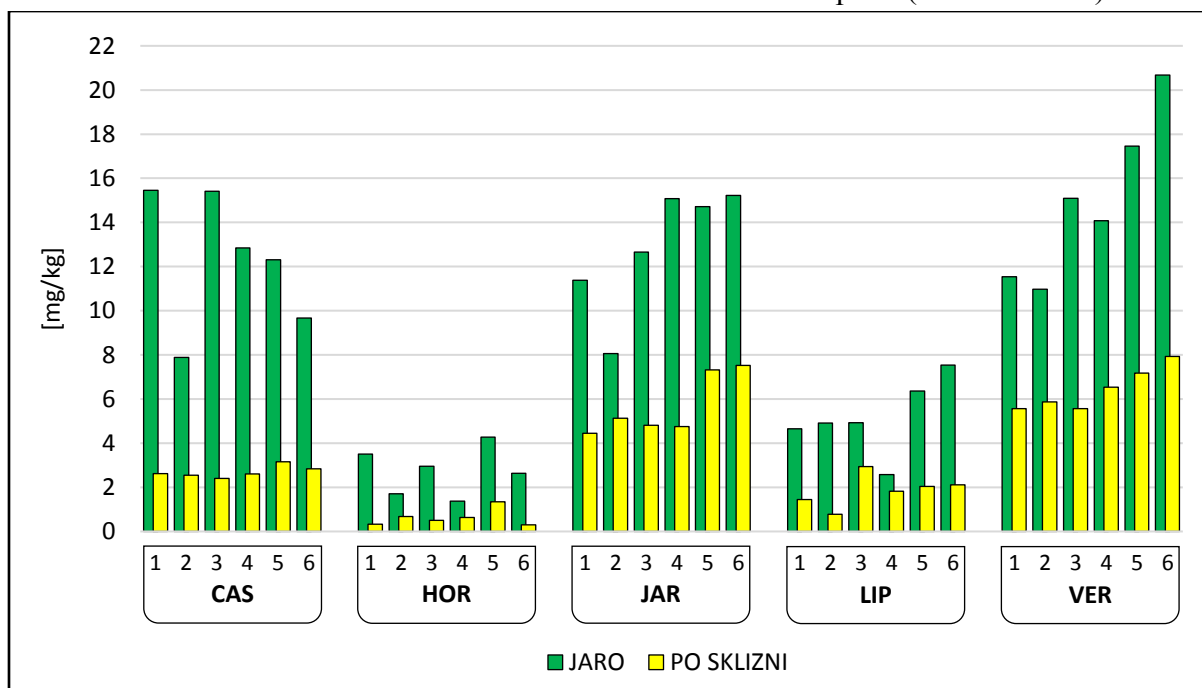
ZS	Varianta	Jaro			Po sklizni		
		N- NH ₄ /s [mg/kg]	N- NO ₃ /s [mg/kg]	N _{min} /s [mg/kg]	N- NH ₄ /s [mg/kg]	N- NO ₃ /s [mg/kg]	N _{min} /s [mg/kg]
CAS	1	2,7	15,5	18,2	<0,2	2,6	2,6
	2	1,7	7,9	9,6	<0,2	2,6	2,6
	3	1,0	15,4	16,4	<0,2	2,4	2,4
	4	2,8	12,8	15,7	<0,2	2,6	2,6
	5	2,0	12,3	14,3	<0,2	3,2	3,2
	6	2,3	9,7	12,0	<0,2	2,8	2,8
HOR	1	0,4	3,5	3,9	<0,2	0,3	0,3
	2	0,3	1,7	2,0	<0,2	0,7	0,7
	3	0,4	3,0	3,3	<0,2	0,5	0,5
	4	0,3	1,4	1,7	<0,2	0,6	0,6
	5	0,5	4,3	4,7	<0,2	1,3	1,3
	6	0,6	2,6	3,2	<0,2	0,3	0,3
JAR	1	<0,2	11,4	11,4	<0,2	4,5	4,5
	2	0,3	8,1	8,4	<0,2	5,1	5,1
	3	<0,2	12,7	12,7	<0,2	4,8	4,8
	4	<0,2	15,1	15,1	<0,2	4,7	4,7
	5	<0,2	14,7	14,7	<0,2	7,3	7,3
	6	0,3	15,2	15,6	<0,2	7,5	7,5

LIP	1	1,6	4,7	6,3	0,4	1,4	1,8
	2	1,3	4,9	6,2	<0,2	0,8	0,8
	3	1,7	4,9	6,6	<0,2	2,9	2,9
	4	2,2	2,6	4,7	<0,2	1,8	1,8
	5	3,5	6,4	9,8	<0,2	2,0	2,0
	6	5,1	7,5	12,7	<0,2	2,1	2,1
VER	1	<0,2	11,5	11,5	<0,2	5,6	5,6
	2	<0,2	11,0	11,0	<0,2	5,9	5,9
	3	<0,2	15,1	15,1	<0,2	5,6	5,6
	4	1,2	14,1	15,3	<0,2	6,5	6,5
	5	<0,2	17,5	17,5	<0,2	7,2	7,2
	6	<0,2	20,7	20,7	<0,2	7,9	7,9

Legenda:

	velmi bezpečný
	bezpečný
	přiměřený
	nadměrný
	rizikový

Graf. č. 4: Grafické znázornění obsahu nitrátového dusíku v půdě (H2: 30-60 cm)



Obsah nitrátového dusíku v horizontu 1 (0-30 cm) se po sklizni oproti jarním odběrům snížil u ZS CAS, HOR, JAR a VER. Na ZS LIP obsah nitrátového dusíku vzrostl. Pokud jde o kategorizaci obsahu nitrátového dusíku z pohledu jeho rizikovosti, u ZS CAS se jeho obsah z kategorií přiměřený (u pěti variant) a bezpečný posunul po sklizni do kategorie velmi bezpečný (všechny varianty). U ZS HOR, JAR a VER se obsah nitrátového dusíku pohyboval při jarních odběrech v kategoriích velmi bezpečný až nadměrný a po sklizni jeho obsah klesl na hladinu velmi bezpečný a bezpečný. Výjimkou byla u ZS HOR varianta 5, kde došlo k mírnému nárůstu. U ZS LIP vzrostl obsah nitrátového dusíku na všech variantách. Na variantách 1, 3 a 5 se změnila kategorie z velmi bezpečný na bezpečný.

Pokud jde o obsah nitrátového dusíku v horizontu 2 (30-60 cm), mezi jarními a posklizňovými odběry došlo k jeho výraznému poklesu u všech ZS. Z pohledu kategorizace obsahu nitrátového dusíku došlo k nejvýraznějšímu poklesu u ZS CAS, JAR a VER, kdy se na jaře jeho obsah pohyboval v kategoriích bezpečný až rizikový, zatímco po sklizni se jeho obsah pohyboval v kategoriích velmi bezpečný (ZS CAS) až bezpečný (ZS VER). U ZS LIP obsah nitrátového dusíku oproti jarním hodnotám po sklizni klesl z hladiny bezpečný na hladinu velmi bezpečný. Nejnižší pokles obsahu nitrátového dusíku byl zaznamenán na ZS HOR, kde ve variantě 5 klesla hladina na kategorii velmi bezpečný z původní hladiny bezpečný.

Z tabulky č. 14 a 15 vyplývá, že k nejvýraznějším sezónním změnám v obsahu nitrátového dusíku došlo na ZS CAS, VER a JAR, kde jeho obsahy po sklizni výrazně poklesly, což je z pohledu možného znečištění spodních vod v zimním období pozitivní zjištění.

Lze předpokládat, že klíčový vliv na sezónní změnu obsahu nitrátového, resp. celkového minerálního dusíku v půdě, má jeho odběr sklizenými plodinami. Je tedy ovlivněn výnosem, dosahovaným u pokusných variant na jednotlivých ZS. To by potvrzovala skutečnost, že největšího výnosu, a tedy i největšího odběru dusíku sklizenými plodinami bylo dosaženo na ZS JAR a VER a. Svou roli pak sehrává i půdní charakteristika a ráz 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. Tekutá hnojiva se k dané plodině započítávají celkově v roce aplikace. Do odběru živin sklizní se započítává hlavní produkt a sláma z variant 5 a 6, která se z pokusu odváží. Do bilance se nezapočítávaly intenzifikační vstupy, a to z důvodu zanedbatelného množství dodaných živin.

Výsledky bilance živin z dlouhodobého EZ pokusu jsou uvedeny v tabulkách č. 16 až 20.

Tab. č. 16: Bilance živin na ZS CAS

Varianta	Roční dávky živin dodané hnojením [kg/ha]									Odběr živin sklízni [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	56	16	28	-56	-16	-28
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	15	29	-51	-15	-29
3	0	0	0	35	45	198	35	45	198	63	16	31	-28	29	168
4	0	0	0	35	45	198	35	45	198	63	17	32	-28	28	166
5	0	0	0	47	8	79	47	8	79	74	20	79	-28	-12	0
6	0	0	0	47	8	79	47	8	79	71	20	79	-24	-11	0

Tab. č. 17: 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	37	10	15	-37	-10	-15
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	10	14	-37	-10	-14

3	0	0	0	35	45	198	35	45	198	35	9	14	0	36	184
4	0	0	0	35	45	198	35	45	198	37	10	14	-2	35	184
5	0	0	0	51	12	117	51	12	117	52	13	38	-1	-1	78
6	0	0	0	51	12	117	51	12	117	56	14	39	-5	-2	78

Tab. č. 18: Bilance 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	45	13	17	-45	-13	-17
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	13	18	-51	-13	-18
3	0	0	0	35	45	198	35	45	198	80	16	22	-45	29	177
4	0	0	0	35	45	198	35	45	198	83	18	23	-48	27	176
5	0	0	0	106	41	254	106	41	254	103	21	41	3	20	213
6	0	0	0	106	41	254	106	41	254	111	23	44	-4	19	210

Tab. č. 19: Bilance 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	48	13	16	-48	-13	-16
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	13	17	-51	-13	-17
3	0	0	0	35	45	198	35	45	198	60	16	19	-25	29	180
4	0	0	0	35	45	198	35	45	198	55	14	17	-20	31	181
5	0	0	0	110	21	160	110	21	160	75	18	50	34	4	110
6	0	0	0	110	21	160	110	21	160	71	19	45	38	2	115

Tab. č. 20: Bilance 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	80	15	24	-80	-15	-24
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	15	22	-81	-15	-22
3	0	0	0	35	45	198	35	45	198	91	16	24	-55	29	175
4	0	0	0	35	45	198	35	45	198	83	15	23	-48	30	175
5	0	0	0	88	30	61	88	30	61	132	22	66	-44	8	-5
6	0	0	0	88	30	61	88	30	61	138	23	71	-49	7	-10

Z uvedených hodnot vyplývá, že na ZS JAR a LIP byla na variantách 5 a 6 u všech živin (kromě dusíku v šesté variantě u ZS JAR) dosažena pozitivní bilance. Naopak negativní bilanci vykazovaly nehnojené pokusné varianty, resp. varianta hnojená pouze zeleným hnojením. U ZS CAS, HOR, JAR a LIP byla zjištěna u variant 3 až 6 pozitivní bilance draslíku. Na ZS CAS, HOR a VER byla zjištěna u všech variant negativní bilance dusíku (až na variantu 3 u ZS HOR, kde byla zjištěna vyrovnaná bilance dusíku). Bilance živin byla ovlivněna výnosem zrna

na jednotlivých ZS, kdy tento byl na ZS HOR a LIP oproti ostatním ZS nižší, tudíž i množství živin, odebrané sklizenou plodinou, bylo nižší, což se podepsalo na výsledku bilance živin. Pšenice špalda nebyla hnojena z důvodu předejití poléhavosti. Předplodinou pšenice špaldy byly brambory, které byly hnojeny kompostem/hnojem. Postupné uvolňování živin do půdy z těchto pevných hnojiv je zohledněno v bilanci živin.

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 běžně 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. 24/SZV.

Cílem lyzimetrických sledování ÚKZÚZ je dlouhodobé vyhodnocování procesu translokace živin (zejména dusíku) v půdě, a to především z hlediska počasí, 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. 21: Základní půdně-klimatické údaje ZS LIP

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

4.6.2. Charakteristika počasí na ZS LIP v roce 2017

Rok 2017 byl dle meteorologického sledování celkově teplotně nadnormální, teplotní průměr byl 8,2 °C, což je oproti dlouhodobému normálu o 0,7 °C více. Co se týkalo srážek, jednalo se o rok srážkově lehce nadprůměrný, bylo naměřeno o 15 % více srážek oproti dlouhodobému srážkovému normálu. Nejvíce srážek oproti dlouhodobému průměru spadlo v měsíci říjnu. K záchytu eluátu došlo v roce 2017 v měsících únor, duben a prosinec.

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 2017 uvádí tab. č. 22.

Tab. č. 22: Srážková voda: obsah živin a průvodních látek po přepočtu na hektar (2017)

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
6,3	3,24	1,79	27,31	0,28	19,25	4,59	39,87	11,69	100,7

Srážkovou vodou se do půdy dostalo 5,03 kg N/ha.

4.6.4. Odběr dusíku sklizenými rostlinami

Tab. č. 23: Odběr dusíku sklizenými rostlinami (2017)

Sklizňové produkty	Varianta	N/s [%]	Výnos [t/ha]	Výnos/s [kg/ha]	Odebráno N [kg/ha]
ZRNO	1	1,67	3,12	2685	44,94
	3	1,80	3,71	3189	57,24
	4	1,78	3,42	2941	52,47
	6	1,76	3,46	2978	52,53
OBALY ZRNA	1	0,29	1,08	948	2,73
	3	0,24	1,34	1177	2,79
	4	0,26	1,21	1063	2,73
	6	0,26	1,29	1138	3,00
SLÁMA	6	0,26	6,76	5949	15,71

4.6.5. Rozšířená bilance dusíku na ZS LIP

Základními údaji pro výpočet bilance dusíku jsou jeho vstupy z hnojiv (aplikace po sklizni 2015 - chlévský hnůj, kompost) a výstupy formou sklizně hlavního a vedlejšího produktu. V lyzimetrických sledováních je možné 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. 24 jako $\pm$ N v kg/ha.

Tab. č. 24: Rozšířená bilance dusíku

Varianta	A – vstupy [kg/ha]			B – výstupy [kg/ha]			BALANCE [kg/ha]
	Hnojení	Srážky	Celkem	Odběr sklizní	Ztráty vyplavením pod 60 cm	Celkem	
1	0	5	5	48	1,87	50	-45
3	35	5	40	60	0,83	61	-21
4	35	5	40	55	1,03	56	-16
6	110	5	115	71	2,1	73	41

Z rozboru srážkové vody vyplývá, že srážkami je dodáván do půdy především dusík v nitrátové formě. Bilance dusíku byla na všech variantách negativní, vyjma varianty č. 6. Negativní bilanci dusíku ovlivnila skutečnost, že pšenice špalda nebyla přímo hnojena. Z rozšířené bilance dusíku dále vyplývá, že v rámci ekologického pokusu u sledovaných pokusných variant došlo k velmi nízkému vyplavování dusíku eluátem pod horizont 60 cm a tedy k minimálnímu 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 2017 byl třetím rokem osevního sledu, kdy pěstovanou plodinou na všech variantách byla pšenice špalda, odrůda Alkor. Hodnocené sklizňové parametry byly výnos a technologické vlastnosti. Dále byly hodnoceny agrochemické vlastnosti půdy, bilance hlavních živin (N, P, K) a dále vyplavování dusíku na ZS Lípa. Z výše uvedených výsledků získaných v tomto roce lze konstatovat následující:

Na zkušební stanici Čáslav a Jaroměřice n. R. byl detekován výskyt padlí pšenice na listu a kohoutka. Z tohoto důvodu byl aplikován přípravek na ochranu rostlin na bázi síry, Kumulus WG a foliární hnojivo Prevl-B2, a to během května a června. Porost během vegetace nepolehl. Nejvyšší průměrný výnos nevyloupaného zrna byl dosažen na variantě č. 5 a to o 15 % oproti variantě č. 1. V porovnání jednotlivých zkušebních stanic byly nejvyšší průměrné výnosy nevyloupaného zrna dosaženy na zkušební stanici Jaroměřice n. R. (6,11 t/ha), zatímco nejnižší na zkušební stanici Horažďovice (3,63 t/ha).

Nejvyšší průměrný výnos vymloupaného zrna byl dosažen na variantě č. 6, kde byl použit intenzifikační vstup. Zvýšení výnosu oproti variantě č. 1 bylo o 16 %. Oproti variantě č. 1 se průměrný výnos zvýšil u všech variant kromě varianty č. 2, kde byl průměrný výnos o 1 % nižší. V porovnání jednotlivých zkušebních stanic byly nejvyšší průměrné výnosy dosaženy na zkušební stanici Jaroměřice n. R. (3,62 t/ha), zatímco nejnižší na zkušební stanici Horažďovice (2,32 t/ha).

Nejvyšší výnos u slámy byl dosažen na variantě č. 5, a to o 14 % oproti variantě č. 1. V porovnání jednotlivých zkušebních stanic byly nejvyšší výnosy slámy dosaženy na zkušební stanici Věrovany (8,33 t/ha), zatímco nejnižší na zkušební stanici Horažďovice (4,13 t/ha).

U pšenice špaldy byl sledován obsah N-látek, hmotnost tisíce zrn (HTZ), objemová hmotnost, výtěžnost zrna, Zelenyho test, pádové číslo, tvrdost zrna, obsah mokrého lepku a gluten index. Hodnocení probíhalo z pohledu jakostních parametrů. Pouze zkušební stanice Věrovany a zkušební stanice Jaroměřice n. R. splňovaly výkupní parametry pro pšenici špaldu, kdy obsah N-látek by měl být min. 12 %, čehož mnohé zkušební stanice nedosáhly, pádové číslo nad 220 sec (splňovaly všechny zkušební stanice) a obsah mokrého lepku by neměl klesnout pod 30 % (splňovaly zkušební stanice Jaroměřice n. R. a Věrovany).

Vzorky zrna pšenice špaldy byly analyzovány na přítomnost mykotoxinů. Z celého spektra 17 zjišťovaných mykotoxinů bylo detekováno pět z nich. Z mykotoxinů, které mají prokazatelný negativní vliv na zdraví člověka a zvířat byl zjištěn HT2-toxin a T2-toxin a to jen na některých zkušebních stanicích a jen v některých variantách. Zjištěné hodnoty těchto dvou mykotoxinů byly nízké, z pohledu možného ohrožení zdraví lidí a zvířat nevýznamné.

V rámci lyzimetrického sledování na zkušební stanici Lípa bylo v roce 2017 naměřeno o 15 % více srážek oproti dlouhodobému srážkovému normálu, rok byl tedy srážkově lehce nadprůměrný. K záchytu eluátu došlo v roce 2017 v měsících únor, duben a prosinec. Teplotně byl tento rok nadnormální, teplotní průměr byl 8,2 °C, což je oproti dlouhodobému normálu o 0,7 °C vyšší teplota. Na základě výsledků analýz lze konstatovat, že dešťovými srážkami je dodáván do půdy především dusík v nitrátové formě. Srážkovou vodou se do půdy dostalo 5 kg celkového N/ha. Bilance dusíku je na všech variantách negativní, vyjma varianty č. 6. Negativní bilanci dusíku ovlivnila skutečnost, že pšenice špalda nebyla přímo hnojena. Z rozšířené bilance dusíku dále vyplývá, že v rámci ekologického pokusu u sledovaných

pokusných variant došlo k velmi nízkému vyplavování dusíku eluátem pod horizont 60 cm a ohrožení spodních vod dusičnanovým dusíkem.

Obsah nitrátového dusíku v horizontu 1 (0-30 cm) se po sklizni oproti jarním odběrům snížil u zkušební stanice Čáslav, Horažďovice, Jaroměřice n. R. a Věrovany. Na zkušební stanici Lípa obsah nitrátového dusíku vzrostl. Pokud jde o kategorizaci obsahu nitrátového dusíku z pohledu jeho rizikovosti, u zkušební stanice Čáslav se jeho obsah z kategorií přiměřený (u pěti variant) a bezpečný posunul po sklizni do kategorie velmi bezpečný (všechny varianty). U zkušební stanice Horažďovice, Jaroměřice n. R. a Věrovany se obsah nitrátového dusíku pohyboval při jarních odběrech v kategoriích velmi bezpečný až nadměrný a po sklizni jeho obsah klesl na hladinu velmi bezpečný a bezpečný. Výjimkou byla u zkušební stanice Horažďovice varianta 5, kde došlo k mírnému nárůstu. U zkušební stanice Lípa vzrostl obsah nitrátového dusíku na všech variantách. Na variantách 1, 3 a 5 se změnila kategorie z velmi bezpečný na bezpečný.

Pokud jde o obsah nitrátového dusíku v horizontu 2 (30-60 cm), mezi jarními a posklizňovými odběry došlo k jeho výraznému poklesu u všech zkušební stanic. Z pohledu kategorizace obsahu nitrátového dusíku došlo k nejvýraznějšímu poklesu u zkušební stanice Čáslav, Jaroměřice n. R. a Věrovany, kdy se na jaře jeho obsah pohyboval v kategoriích bezpečný až rizikový, zatímco po sklizni se jeho obsah pohyboval v kategoriích velmi bezpečný (zkušební stanice Čáslav) až bezpečný (zkušební stanice Věrovany). U zkušební stanice Lípa obsah nitrátového dusíku oproti jarním hodnotám po sklizni klesl z hladiny bezpečný na hladinu velmi bezpečný. Nejnižší pokles obsahu nitrátového dusíku byl zaznamenán na zkušební stanici Horažďovice, kde ve variantě 5 klesla hladina na kategorii velmi bezpečný z původní hladiny bezpečný. K nejvýraznějším sezónním změnám v obsahu nitrátového dusíku došlo na zkušební stanici Čáslav, Věrovany, Jaroměřice n. R. a Lípa, kde jeho obsahy po sklizni výrazně poklesly, což je z pohledu možného znečištění spodních 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 zkušebních stanicích.