

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělství

Katedra: Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Hodnocení vlivu vybraných fyziologicky aktivních látek na
výnos zrna a jeho strukturu u modelové odrůdy ozimé pšenice

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Klára Machová

České Budějovice, 2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU).

Jméno a příjmení: **Klára MACHOVÁ**
Osobní číslo: **Z15091**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělství - Prvovýroba**
Název tématu: **Hodnocení vlivu vybraných fyziologicky aktivních látek na
výnos zrna a jeho strukturu u modelové odrůdy ozimé pšenice**
Zadávací katedra: **Katedra speciální produkce rostlinné**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Ozimá pšenice je nejvýznamnější polní plodinou České republiky pěstující se na ploše přes 750 tis. ha (více než 25 % orné půdy ČR). Ekonomika pěstování ozimé pšenice závisí jak na jednotkových nákladech pěstování a výkupní ceně, tak i na dosaženém výnosu zrna z 1 ha. Současné odrůdy ozimé pšenice mají vysoký výnosový potenciál (přes 15 t/ha). Pro jeho naplnění je potřeba nejen ideálních podmínek prostředí, ale taktéž zajištění plnohodnotné výživy porostů v kombinaci s jejich kvalitní ochranou proti škodlivým biotickým činitelům a využíváním fyziologicky aktivních látek umožňujících zasahovat do formování výnosových prvků.

Cílem bakalářské práce (BP) bude hodnocení vlivu vybraných fyziologicky aktivních látek na výnos zrna a na formování základních výnosových prvků. BP bude řešena formou polního maloparcelkového experimentu na stanovišti Lukavec, který již byl pro tento účel založen v září/říjnu roku 2016 s využitím modelové rané odrůdy ozimé pšenice "Pannonia". V průběhu vegetace bude provedeno několik variant aplikace (4 - 6) vybraných fyziologicky aktivních látek či jejich kombinací v různých časových termínech s ohledem na růstovou fázi porostu. V průběhu vegetace bude sledován nástup hlavních růstových fází (podle BBCH stupnice), stav a mohutnost kořenové soustavy, intenzita odnožování (počet odnoží a formování stébel), pokryvnost listoví, průměrný počet klasů na plošnou jednotku, průměrný počet zrn v klasu. Po sklizni bude stanoven výnos zrna a hmotnost tisíce zrn. Získaná data budou zpracována do přehledných tabulek nebo grafů a budou kompletně vyhodnocena statisticky pomocí analýzy rozptylu a korelační analýzy.


Literární přehled BP bude shrnovat dostupné poznatky z vědecké, odborné i firemní literatury (resp. zdrojů) českých a zahraničních autorů.

Formálně bude BP zpracována podle platného sdělení děkana ZF JU pro vypracování bakalářských a diplomových prací (Opatření děkana ZF JU č. 4/2014, viz web ZFJU).


Rozsah grafických prací: **5 stran**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 35 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

Horáčková V., Dvořáčková O. (2016): Seznam doporučených odrůd 2016 - pšenice ozimá, ječmen jarní, ječmen ozimý, tritikale ozimé, oves setý (pluchatý). ÚKZÚZ v Brně, Brno, 187 s. (ISBN 978-80-7401-125-2)
Petr J., Černý V., Hruška L. a kol. (1980): Tvorba výnosu hlavních polních plodin. SZN, Praha, 448 s.
Procházka S., Macháčková I., Krekule J., Šebánek J. a kol. (1998): Fyziologie rostlin. Academia, Praha, vydání 1., 484 s. (ISBN 80-200-0586-2)
Reynolds M.P., Rajaram S., McNab A. eds. (1996): Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers. CIMMYT, Mexico, 238 s. (ISBN 968-6923-69-1)
Zimolka J. et al. (2005): Pšenice - pěstování, hodnocení a užití zrna. ProfiPress, Praha, 180 s. (ISBN 80-86726-09-6)
Odborné časopisy: Úroda, Agromanuál, on-line databáze: Web of Science, Scopus aj.
Odborné časopisy: Úroda, Agromanuál, on-line databáze: Web of Science, Scopus aj.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.**
Katedra speciální produkce rostlinné
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jaroslav Mach**
Datum zadání bakalářské práce: **30. března 2017**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2018**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentická 1988, 370 05 České Budějovice


prof. Ing. Vladislav Čurný, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 30. dubna 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: 25. 4. 2019

Podpis studenta:

Klára Machová

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Janu Bártovi, Ph.D. za pomoc, cenné rady a připomínky při zpracování bakalářské práce. Děkuji svému konzultantovi, Ing. Jaroslavu Machovi, za ochotu při konzultování problematiky použití huminových látek a věcné připomínky k práci. Děkuji také Ing. Kamilu Krausovi, za pomoc při vyhodnocování pokusu a pokusné stanici Lukavec, za kvalitní provedení polního maloparcelkového pokusu. Dále děkuji firmě EGT system spol. s r.o., za možnost spolupráce na výzkumném programu a poskytnutí přípravků a účinných látek.

Abstrakt

Hlavním tématem této bakalářské práce je hodnocení vlivu vybraných fyziologicky aktivních látek na výnos zrna a jeho strukturu u modelové odrůdy ozimé pšenice. Pro účely práce byl v září 2016 založen polní maloparcelkový pokus na pokusné stanici Lukavec. Pro pokus byly zvoleny fyziologicky aktivní látky se složkami charakteru huminových látek. Pokusné varianty obsahovaly, samostatně i v kombinacích, komerční přípravek ENERGEN FULHUM PLUS a fyziologicky aktivní látku Lignofen. Použita byla odrůda pšenice ozimé *Pannonia*.

Hodnocen byl vliv těchto aplikací na výnos zrna a tvorbu výnosových prvků, kterými jsou: počet klasů na plošnou jednotku, počet zrn v klasu a hmotnost tisíce zrn. Dále byly hodnoceny kvalitativní parametry zrna, kterými jsou: obsah dusíkatých látek, Zeleného test, pádové číslo, obsah lepku, Gluten index a objemová hmotnost.

Klíčová slova: ozimá pšenice, tvorba výnosu, výnosové prvky, fyziologicky aktivní látky, huminové látky

Abstract

The main topic of this bachelor thesis is the evaluation of effect of selected physiologically active substances on grain yield and its structure in model cultivar of winter wheat. For this purpose it was founded a one-year small-land experiment on the land of the experimental station Lukavec, in september 2016. For this experiment, have been selected a physiologically active substances, with components of humic substances character. The experimental variants contained, separately and in combination, the commercial product ENERGEN FULHUM PLUS and the physiologically active substance named Lignofen. For this experiment, it was selected the winter wheat variety *Pannonia*.

The influence of these applications was evaluated in parameters of actual yield and yield components creation, which is – number of ears, number of grains per ear, and weight of a thousand grains. Further, was evaluated the influence of these applications on grain quality parameters, which is - amount of N-substances, Zeleny sedimentaition velue, falling number, amount of gluten, Gluten index and volume weight.

Key words: winter wheat, yield creation, yield components creation, physiologically active substances, humic substances

OBSAH

1.	ÚVOD.....	9
2.	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	11
2.1.	Význam obilnin	11
2.2	Význam pšenice seté (<i>Triticum aestivum</i>).....	11
2.3	Postavení pšenice seté v zemědělství ČR.....	11
2.4	Botanická charakteristika pšenice (<i>Triticum L.</i>)	12
2.4.1	Vegetativní orgány pšenice.....	12
2.4.2	Generativní orgány pšenice.....	13
2.4.3	Růst a vývoj pšenice	13
2.5	Chemické složení zrna pšenice.....	14
2.6	Rozdělení odrůd pšenic dle užitkového směru a kvality zrna	14
2.6.1	Rozdělení odrůd pšenic dle užitkového směru.....	14
2.6.2	Rozdělení odrůd pšenice podle kvality zrna	15
2.7	Tvorba výnosových prvků pšenice	15
2.7.1	Počet klasů na m ²	16
2.7.2	Počet zrn v klasu	16
2.7.3	Hmotnost tisíce zrn (HTZ).....	16
2.8	Agrotechnika pšenice.....	17
2.8.1	Předplodina	17
2.8.2	Příprava půdy a setí.....	17
2.8.3	Výživa a hnojení	18
2.8.4	Ochrana před škodlivými faktory.....	18
2.9	Fyziologicky aktivní látky v zemědělství.....	19
2.10	Huminové látky	19
2.10.1	Působení huminových látek na rostliny	20
3.	CÍL PRÁCE	21
4.	MATERIÁL A METODIKA.....	21
4.1	Charakteristika stanoviště	21
4.1.1	Podmínky a popis pokusné stanice Lukavec.....	21
4.1.2	Podmínky v sezoně 2016/2017	22
4.1.3	Charakteristika pozemku.....	24
4.2	Charakteristika vybrané odrůdy	24
4.3	Přípravky a účinné látky v pokusu.....	25
4.4	Pokusné varianty.....	26

4.4.1	Popis jednotlivých variant.....	26
4.5	Agrotechnika pokusu a vedení porostů.....	27
4.5.1	Založení porostu.....	27
4.5.2	Termíny všech zásahů.....	28
4.5.3	Způsob aplikace pokusných látek	29
4.6	Sledované hodnoty a použité metody	29
4.6.1	Výnos v t/ha	29
4.6.2	Počet zrn v klase	29
4.6.3	Počet klasů na m ²	29
4.6.4	Hmotnost tisíce zrn (HTZ).....	30
4.7	Kvalitativní rozborů.....	30
4.7.1	Obsah dusíkatých látek	30
4.7.2	Zeleného test	30
4.7.3	Pádové číslo	30
4.7.4	Obsah lepku	30
4.7.5	Gluten index.....	30
4.7.6	Objemová hmotnost	31
4.8	Využití statistiky ve zpracování výsledků.....	31
5.	VÝSLEDKY A DISKUZE	31
5.1	Porovnání výsledků výnosových parametrů jednotlivých variant	31
5.1.1	Počet klasů na m ²	31
5.1.2	Výnos zrna v t/ha	32
5.1.3	Hmotnost tisíce zrn (HTZ).....	34
5.1.4	Počet zrn v klasech.....	34
5.2	Porovnání výsledků kvalitativních rozborů.....	36
5.2.1	Obsah dusíkatých látek	36
5.2.2	Zeleného test	36
5.2.3	Pádové číslo	37
5.2.4	Obsah mokrého lepku	38
5.2.5	Gluten index.....	39
5.2.6	Objemová hmotnost	40
6.	ZÁVĚR.....	42
7.	LITERATURA A ZDROJE.....	44

1. ÚVOD

Bakalářská práce je zaměřena na výzkum působení modifikovaných fyziologicky aktivních látek přírodního původu na vývoj rostlin a posouzení praktického vlivu těchto látek na pšenici ozimou (*Triticum aestivum*) a její výnosové prvky.

K přiblížení se výnosovému potenciálu pšenice, je v praxi vedle agrotechnických postupů a metod ochrany rostlin, využíváno také aplikací účinných látek výživového, stimulačního a regulačního charakteru. Pro pokusnou část této práce, byla vybrána raná modelová odrůda pšenice ozimé „*Pannonia*“. Náplní pokusné části v rámci maloparcelkového pokusu na rostlinách této odrůdy, byly aplikace rostlinných extraktů fenolické povahy. Tyto látky jsou získávány ze směsí různých huminových látek, jejichž některé složky jsou používány v komerčním stimulačním přípravku „ENERGEN FULHUM PLUS“. Tyto látky byly kombinovány v různých poměrech. Následným krokem bylo vyhodnocení účinků těchto aplikací po stránce vlivu na vývoj rostlin a ovlivnění výnosových prvků.

Pšenice setá (*Triticum aestivum*) patří mezi nejstarší kulturně pěstované plodiny. V ČR i řadě jiných zemí je dominantní obilovinou. Taxonomicky je řazena k rodu *Triticum*. Z botanického hlediska se vyskytují dvě rozdílné variety dle barevnosti (bílá a červená) a dvě rozdílné variety dle osinatosti (bezosinná a osinatá). V našich podmínkách převažuje pěstování odrůd bílých bezosinných. Pšenice je pěstována dvěma způsoby – ozimou a jarní formou. K 15.6.2017 bylo v ČR registrováno 33 odrůd jarních a 132 ozimých odrůd.

Podle údajů FAO se v roce 2003 vyprodukovalo zhruba 556,4 mil. tun pšenice, což představuje více než 30 % světové produkce cereálií. Většina produkované pšenice je určena pro lidskou spotřebu a vzhledem k jejím jedinečným vlastnostem se z ní vyrábí celá řada nejrůznějších ingrediencí a potravin (KOPÁČOVÁ, 2007).

Hospodářský výnos představuje tu část produkce rostlin, kterou využíváme k výživě, krmení, průmyslovému zpracování, k energickým či jiným účelům lidské činnosti. Vztah biologického a hospodářského výnosu může být různý podle podílu hospodářsky využívaných částí z celkové biomasy (PETR, HÚSKA, 1997).

Díky intenzivnímu hospodaření na našich půdách, jejich meliorizací a odvodem vody z krajiny se půdy stávají méně výživné, vysílené a dochází k vyčerpání půdního potenciálu. Nabízí se zde tedy otázka, jak tento stav našich půd zlepšit anebo alespoň stabilizovat. Půda je totiž nenahraditelná a její plocha je značně omezená. Vzhledem ke stále vyšším požadavkům na množství vypěstovaných plodin je třeba se o její kvalitu začít starat. V dnešní době je tedy použití růstových regulátorů pro zvýšení odolnosti, výnosu a kvality rostlin nutné. Díky celoročnímu obdělávání půdy zde dochází k velkému úbytku humusu, který je třeba pro vývoj a život rostliny nahradit (RICHTER et al., 2005).

Pomocné rostlinné přípravky neobsahují významnější množství živin. Jsou deklarovány jako látky, které velmi často svým (někdy i zcela nespecifickým) účinkem působí na rostlinu. Převážně zlepšují využití živin, které má rostlina na dosah, urychlují regeneraci poškozených míst rostliny a zvyšují odolnost ke stresu. Jejich působení na samotnou rostlinu je odvozováno od mechanismu účinku fytohormonů nebo syntetických růstových regulátorů. Funkční látky v těchto

přípravcích se zde vyskytují ve velmi nízkých koncentracích. Velmi často se pohybují na samotné spodní hranici funkční účinnosti (RICHTER et al., 2005).

Pravděpodobně žádný jiný přírodní materiál není tak univerzální a nezastává tolik funkcí na tak různých místech jako huminové látky. Především pro svoji schopnost stimulovat růst rostlin a zvyšovat tak produkci některých plodin, našly tyto látky uplatnění původně v zemědělství, ale jejich další výzkum ukázal, že mohou být využity v jiných oblastech lidské činnosti jako je průmysl, lékařství, farmakologie, sanace kontaminovaných půd a odpadních vod a mnoha dalších. V dnešní době jsou huminové látky využívány především v oblasti ochrany životního prostředí (ENEV, 2011).

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. Význam obilnin

Výživa lidstva spočívá asi na 15 druzích rostlin a z toho polovinu tvoří obilniny, pšenice, rýže, kukuřice, ječmen, proso, čiroky, žito a oves a ještě v malé míře další druhy. Postavení obilnin je zcela dominantní a hlavním pěstovaným obilním druhem v dané oblasti je ten, kterému přírodní podmínky nejlépe vyhovují.

Obilniny tedy zajišťují výživu lidí v různých zeměpisných polohách. To souvisí s velkou genetickou rozmanitostí obilních druhů a s jejich neobyčejnou schopností využívat široké rozpětí vnějších, tj. půdních a povětrnostních podmínek. Tato vlastnost se u dnešních vysoce prošlechtěných odrůd zachovala v největší pozitivní reakci na intenzifikační faktory. Na hnojení, kultivaci, závlahu apod. obilniny reagují relativně největším zvýšením výnosu ze všech kulturních rostlin.

Obilniny mají také příznivý množitelý koeficient (1:20 a více) a málo náročnou technologii pěstování (PETR, 1983). Výhodou většiny obilnin je relativně jednoduchá pěstitelská technologie, možnost dlouhodobého skladování, snadná manipulace a vysoká koncentrace nutričních látek (ŠNOBL, PULKRÁBEK et al., 2005).

Kromě přímého konzumu v různých formách úpravy jsou obilniny také důležitou surovinou v potravinářském průmyslu k výrobě sladu pro vaření piva a k výrobě lihu. Mimo to se využívají i k výrobě lepidel, apretur a farmaceutických přípravků (sladové výtažky, vitamíny a další).

V menší míře se obilniny pěstují jako objemné krmivo na zelené krmení, seno, senáž či siláž, popřípadě se horkovzdušně suší. Stále větší význam má sláma, která se částečně zaorává k obohacení půdy organickou hmotou, hlavně se však využívá buď ke krmení skotu jako doplněk objemného krmiva, nebo jako podestýlka (PETR, 1983).

2.2 Význam pšenice seté (*Triticum aestivum*)

Mezi obilninami má pšenice zcela dominantní postavení a patří mezi celosvětově nejpěstovanější zemědělské plodiny. K zemím s největší produkcí patří Čína, Indie, Spojené státy, Rusko a Francie (MARTIN, WALDREN, STAMP, 2006). Pšenice poskytuje zrno, které se používá jako potravina, krmivo i jako surovina. Zpracovávají se také stébla (sláma) a otruby (semenné slupky a mouka). Výhodou pšenice, tak jako u jiných obilovin, je poměrně jednoduchá skladovatelnost a poměrně dlouhá trvanlivost (PULKRÁBEK, CAPOUCHOVÁ, HAMOUZ, 2003).

2.3 Postavení pšenice seté v zemědělství ČR

Pšenice obecná je u nás nejrozšířenější plodinou a zaujímá téměř čtvrtinu orné půdy v ČR a polovinu ploch obilnin. Pšenice se pěstuje ve dvou formách – ozimé (94%) a jarní (6%). Význam pšenice spočívá v širokém uplatnění pro výživu lidí i hospodářských zvířat. Rozsah pěstování je také dán značnou přizpůsobivostí pšenice různým pěstitelským podmínkám, vysokou výnosností a širokou využitelností zrna (ŠROLLER, 2005).

Výjimečnost postavení pšenice v České republice vyplývá především z jejího zastoupení ve struktuře obilnin i plodin pěstovaných na orné půdě, kde v obou případech je na prvním místě obdobně jako v celosvětovém měřítku. Současný stav jejího pěstování i situaci v užití zrna u nás však nelze považovat za tomu odpovídající. Vedle stagnace výnosů a jakosti zrna dochází ke značnému meziročnímu kolísání pěstitelských ploch a tím i celkového objemu produkce. Zatímco největší podíl produkce se zkrmuje, větší část osevních ploch je pěstována s cílem dosažení potravinářské kvality a tím i vyšší realizační ceny. Proto u nás v osevu dominují odrůdy jakostní skupiny A a E. Tento přístup prvovýroby, ač je do určité míry pochopitelný, není trvale možný, neboť nezohledňuje stávající, tím méně perspektivní strukturu spotřeby a využití zrna. Není tak rovněž respektován princip rajonizace pěstování pšenice z hlediska dosahování potravinářské jakosti i využití výnosového potenciálu odrůd. Logicky pak část potravinářské pšenice putuje do krmných fondů, ačkoliv z hlediska krmivářských požadavků na skladbu bílkovin zrna tomuto účelu naprosto nevyhovuje (ZIMOLKA et al., 2005).

2.4 Botanická charakteristika pšenice (*Triticum L.*)

Do rodu pšenice *Triticum L.*, který náleží do čeledi lipnicovitých Poaceae, patří několik druhů. Její klas je složený z vícekvětých klásků, které jsou umístěny na jednotlivých člancích klasového větene. Mohou být 1 – 2, ale až 7květé, z nichž zpravidla 1 – 4 jsou plodné (ZIMOLKA et al., 2005). Základní chromozómové číslo je $n = 7$ a podle počtu chromozómů rod *Triticum* zahrnuje tři skupiny (diploidní, tetraploidní a hexaploidní). Do skupiny diploidních pšeníc ($2n = 14$) patří pšenice planá jednozrnka (*Triticum boeoticum*) a kulturní jednozrnka (*Triticum monococcum L.*). Větší pěstitelský význam má skupina tetraploidních ($2n = 28$), do které patří například: pšenice planá dvouzrnka (*Triticum dicocoides L.*), pšenice dvouzrnka (*Triticum dicocoides Schrank*), pšenice naduřelá (*Triticum turgidum L.*), pšenice polská (*Triticum polonicum*) či pšenice tvrdá (*Triticum durum Desf.*). Pěstitelsky nejvýznamnější je skupina hexaploidních ($2n = 42$), do které patří pšenice špalda (*Triticum spelta L.*) a pšenice setá (*Triticum aestivum L.*) (ZIMOLKA et al., 2005).

Nejvíce ve světě i u nás pěstovaným druhem je pšenice setá. Má nelámavý klas, osinatý nebo bezosinný, různě hustý. Plevy i pluchy jsou vejčité nebo podlouhle vejčité, se zřetelným kýlem. Obilky jsou nahé, buclatější, na řezu oblé, s mírně vystouplým klíčkem, na protilehlé straně ochmýřené. Pšenice setá vznikla pravděpodobně ze špaldy a vyskytuje se ve čtyřech varietách:

lutescens, s bezosinným či osinkatým klasem, bílé barvy,

milturum, s bezosinným či osinkatým klasem červené barvy,

erythrospermum, s osinatým klasem, bílé barvy,

ferrugineum, s osinatým klasem, červené barvy.

V ČR převažují odrůdy náležející do variety *lutescens* (ZIMOLKA et al., 2005).

2.4.1 Vegetativní orgány pšenice

Primární kořínky (zárodečné) mají obvykle 2-4 kořínky. Druhotné sekundární kořínky jsou obvykle svazčité, zakládají se v ornici a se začínají vytvářet v období

odnožování. Rozvoj kořenového systému je silně závislý na kvalitě půdy (DIVIŠ et al., 2010). Stéblo pšenice je poměrně silné, střední výšky, od báze se směrem ke klasu zužuje a je duté, je tvořeno zpravidla pěti články (internodia), oddělené kolénky (ZIMOLKA et al., 2005). Listy tvoří pšenice přisedlé, složené z čepele a pochvy. Na přechodu pochvy a čepele je jazýček a při něm po stranách listové pochvy je pár oušek. Jazýček je krátký, po okraji vroubkovaný, ouška malá, často řídce obrvená trichomy, nebo lysá. Ouška nejsou u prvních listů plně vyvinutá, většinou tvoří pouze rudimenty, rovněž u posledního listu bývají zaschlá, proto se sledují u druhého listu odshora (předposledního) (ZIMOLKA et al., 2005). Postupně směrem dolů listy zasychají při zrání rostliny (DIVIŠ et al., 2010).

2.4.2 Generativní orgány pšenice

Pšenice je samosprašná, opylení cizím pylem nastává velmi zřídka. Jejím květenstvím je klas, který je složený z vícekvětých klásků, které jsou umístěny na jednotlivých článcích klasového větene (ZIMOLKA et al., 2005). Klásek tvoří dvě bezosinné plevy a příslušný počet (2 až 5 i více) kvítků, které obaluje z vnější strany plucha, z vnitřní pluška. U osinatých klasů z pluchy vyrůstá osina. Dalšími součástmi kvítků jsou pestíky a tyčinky. Pestík sestává ze dvou pěřitých blizen, pod nimi se nachází semeník. Otvírání kvítku pro jeho opylení zajišťují dvě plenky (lodikuly), které jsou umístěny na spodní straně semeníku z jeho vnější strany. Ze semeníku vyrůstají tyčinky složené z nitek a prašníků, každý se dvěma pouzdry vyplněnými pylem (ZIMOLKA et al., 2005).

Plodem je *obilka*, která má tři části: obaly, endosperm (jádro) a embryo (zárodek). Obaly obilky tvoří oplodí a osemení, které k sobě těsně přilínají. Pod osemením je vrstva aleuronových buněk, která přiléhá k endospermu. Buňky endospermu na příčném řezu mají tvar nepravidelného trojúhelníku až mnohoúhelníku, jsou vyplněny škrobem. Škrobová zrna jsou různé velikosti, čočkovitého tvaru, soustředěně vrstevnatá (ZIMOLKA et al., 2005).

Na hřbetní straně obilky je uložen zárodek krytý oplodím a osemením. Štítkem přiléhá k endospermu. Na apikální straně je vegetační vrchol s listy, na protilehlé se nachází hypokotyl a základy kořínků (ZIMOLKA et al., 2005).

2.4.3 Růst a vývoj pšenice

V průběhu vegetační doby od zasetí do vytvoření nového semene a jeho dozrání dochází v rostlinách k fyziologickým a morfologickým změnám, které označujeme souhrnně jako růst a vývoj (ŠROLLER et al., 1997). Zahrnuje období od nabobtnání a vyklíčení obilky do vytvoření nové obilky, přičemž za růstové změny považujeme kvantitativní přírůstky organické hmoty (růst a diferenciaci buněk, pletiv), tvorbu rostlinných orgánů a jejich prostorové uspořádání. I během růstu dochází ke 19 kvalitativním změnám (diferenciaci) (ZIMOLKA et al., 2005).

Z hlediska praktického využití ontogeneze rostlin zahrnuje tato základní období: vegetativní (klíčení, vzcházení, odnožování), generativní (sloupkování, metání, kvetení, zrání). V rámci uvedení základních období lze přesně pojmenovat fáze sestavené do stupnic fáze růstu, které zaznamenávají momentální stav rostliny v porostech, pro určení optimálních termínů vhodných k agrotechnickým zásahům. K nejčastějších (zároveň nejstarším) patří makrofenologická stupnice dle Feekese, kterou

u nás Petr rozšířil na 12 fází, pro potřeby sblížení s mikrofenologickou stupnicí dle Kupermanové (XII etap organogeneze vzrostného vrcholu) (ZIMOLKA et al., 2005).

Pro účely klasifikace a interpretace růstu se používá makrofenologická mezinárodní desetinná stupnice (DC) podle Zaadockse nebo západoevropská stupnice uváděná pod zkratkou BBCH (DIVIŠ et al., 2010).

2.5 Chemické složení zrna pšenice

Chemické složení zrna je různorodé. Obsahuje škrob, bílkoviny, tuky, cukry, buničinu, popeloviny, fosfáty, vitamíny, fermenty a jiné látky. Velmi důležitou složku pšeničného zrna tvoří bílkoviny (PRUGAR, HRAŠKA, 1989). Zásobní bílkoviny tvoří gliadiny - prolaminu a gluteniny, jsou to frakce ve vodě a v solných roztocích nerozpustné, rozpouštějí se jen v ethanolu. Tyto frakce mají vysoký obsah kyseliny glutamové a prolinu a nízký obsah lyzinu. Jsou obsaženy především v endospermu. Jsou velmi významné pro pekařskou jakost pšenice, protože tvoří množství a kvalitu lepku (PETR et al. 1980).

Sacharidy tvoří nejpodstatnější podíl pšeničného zrna. Sem patří především polysacharidy: škrob, celulóza, hemicelulóza, pentosany, slizy; oligosacharidy a monosacharidy a sacharidy jako součást komplexů s bílkovinami - glykolipidy a glykoproteiny. Škrob se skládá ze dvou polysacharidů, a to jednak z amylosy s přímým řetězcem glukosových zbytků a jednak z amylopektinu (PRUGAR et al., 2008).

V zrně pšenice je přítomno 1,5 - 3 % lipidů, tvořených jednak vlastními tuky složenými hlavně z kyseliny linolové a olejové a jednak fosfatidy, které obsahují kyselinu fosforečnou a dusíkatou bázi (PRUGAR et al., 2008).

2.6 Rozdělení odrůd pšenic dle užitkového směru a kvality zrna

2.6.1 Rozdělení odrůd pšenic dle užitkového směru

Rozdělením podle užitkového směru, rozumíme rozlišení účelu použití vypěstované pšenice. Základními skupinami tohoto dělení jsou:

Potravinářská pšenice

Pro potravinářské využití jsou vhodné odrůdy pšenice seté ozimé i jarní formy. Pro kynutá těsta musí mít požadovanou mlynářskou a pekařskou jakost. Odrůdy jsou podle jakosti zatříděny do skupin: E – elitní, A – kvalitní a B – chlebové (PETR, 2001).

Pšenice krmná

Pšenice krmná tvoří největší podíl využití pšenice. Jde o nepotravinářské odrůdy pšenice s menším podílem nerozpustných frakcí bílkovin (prolaminu, gluteninu) a vysokým bílkovinným produkčním indexem (PER). To je poměr mezi hmotnostním přírůstkem a množstvím přijatých bílkovin (PETR, 2001).

Pšenice průmyslová

Pro produkci škrobu jsou vhodné odrůdy pšenice obecné s vysokým obsahem škrobu, s dobrou vypíratelností lepku nebo i vyšším obsahem lepku pro získání vitálního lepku jako hlavního produktu. Pro produkci etanolu se většinou používají odrůdy s vyšším obsahem škrobu a vyšší aktivitou enzymů, s vysokou výtěžností bioetanolu. Pšenice je také využívána pro energetické účely (PETR, 2001).

2.6.2 Rozdělení odrůd pšenice podle kvality zrna

Cílem je zařadit každou odrůdu do přesně definované jakostní kategorie a tím umožnit spotřebiteli zvolit optimální odrůdu pro daný užitkový směr. Pšenice vhodné pro pekařské zpracování (převážně pro výrobu kynutých těst) jsou členěny dle jakosti na skupiny:

Elitní pšenice E – dříve označované jako velmi dobré, zlepšující.

Kvalitní pšenice A – dříve označované jako dobré, samostatně zpracovatelné.

Chlebová pšenice B – dříve označované jako doplňkové, zpracovatelné ve směsi.

Nevhodné pšenice C – odrůdy nevhodné pro výrobu kynutých těst.

Pečivářenské – CK – pro výrobu oplatků, sušenek.

Systém pro hodnocení pekařské kvality zahrnuje přímá i nepřímá hodnocení, která jsou dle významu rozdělena na hlavní (mající vliv na zařazení odrůdy do jakostní kategorie) a doplňková (sloužící k další specifikaci jakosti odrůdy) (HORÁKOVÁ 2013).

2.7 Tvorba výnosových prvků pšenice

Základem rostlinné výroby je fotosyntetická asimilace. Při ní se mění sluneční záření na energii chemické organické vazby a tvoří se biomasa (DIVIŠ et al., 2010). Šlechtění rostlin i agrotechnika musí směřovat k vytvoření optimálních podmínek pro maximální intenzitu fotosyntetického procesu a zároveň by měl největší podíl vytvořené biomasy připadnout na hospodářsky cenné části rostliny (zrno) (ŠROLLER et al., 1997).

Veškerá produkce biomasy porostu je nazývána biologický výnos. Podíl hospodářsky využitelné biomasy se nazývá analogicky hospodářský výnos. Odrůdy pšenice jsou dosud pěstovány především pro produkci zrna, ať už k potravinářským, krmným nebo technickým účelům. Jako hospodářský výnos je tedy u nich chápána produkce zrna z plochy (DIVIŠ et al., 2010).

Tvorba výnosu je proces dynamický, kdy jednotlivé výnosové prvky se tvoří postupně v čase a jsou ovlivňovány jak průběhem počasí, dynamikou uvolňování živin z půdy, agrotechnickými zásahy i škodlivými činiteli (PETR, HÚSKA et al., 1997). Při formování každého výnosového prvku dochází nejprve k jeho založení, poté dosažení maximální úrovně a posléze jeho kvantitativní redukci. Tyto fáze probíhají v časové posloupnosti. Tvorba jednotlivých výnosových prvků se navzájem časově prolíná a navazuje na sebe, což umožňuje jejich vzájemnou kompenzaci a tím i určitou stabilitu výnosu (LIPAVSKÝ, 2000).

Počet plodných stébel a počet zrn v květenství je formován ve třech fázích: 1. základní, 2. maximální úrovně, 3. redukce. Kvalitativní úroveň dříve vytvořeného výnosového prvku může být kompenzována úrovní dalšího výnosového prvku (např. nižší počet klasů – vyšším počtem zrn v klasu). Tyto kompenzační vztahy jsou u obilnin významnou schopností autoregulace. Na základě stavu a vývoje porostu během vegetace je možné podpořit tvorbu nebo omezit redukci výnosového prvku vhodným agrotechnickým zásahem (např. přihnojením, regulátory růstu) (ŠNOBL, PULKRÁBEK et al., 2005).

Hlavními třemi parametry hospodářského výnosu jsou:

1. Počet klasů na plošnou jednotku
2. Počet zrn v klasu
3. Hmotnost obilek (HTZ) (FAMĚRA, 1993).

2.7.1 Počet klasů na m²

Pro vysoký výnos zrna jsou důležité plodné odnože, resp. počet klasů. V průběhu vegetace se počet odnoží mění podle vnějších faktorů. (PETR, 1983) Optimální produktivní hustota porostu se pohybuje v rozmezí 500-700 klasů na m² (KUCHTÍK et al., 2005).

Počet rostlin a počet klasů na plošné jednotce souvisí s výsevkem a stupněm redukce jejich počtu během vegetace. Optimální hustota porostu je daná počtem vysávaných klíčivých obilek na jednotku plochy a u většiny odrůd je v rozmezí 400-500. Výchozím stavem pro tvorbu výnosu je optimální počet 250-350 (400) rostlin a počet klasů 550-600 na m² (GRAMAN a ČURN, 1998).

2.7.2 Počet zrn v klasu

Produktivitu klasu určují další složky, a to počet klásků a kvítků v klasu. Žádoucí jsou dlouhé a plodné klasy, nejméně s 2, lépe s 3 kvítky v klásku, zejména ve střední části klasu. Klásek může tvořit vějíř s 5 - 7 kvítky, ale jen z 30 - 40 % se vyvinou obilky. V klasu se většinou vytvoří 28 - 35 (45) obilek (GRAMAN a ČURN, 1998).

Počet zrn v klasu je založen na:

- genetickém potenciálu produktivity klasu odrůdy (délka klasu, počet klásků a kvítků),
- podmínkách počasí v době formování klasu, klásků a kvítků,
- podmínkách počasí v době kvetení a oplození,
- mohutnosti a aktivitě fyto-syntetického aparátu v období tvorby klasu, klásků a kvítků, popřípadě na schopnosti převodu asimilátů do klasu,
- mezirostlinné a mezistébelné konkurenci,
- výskytu a stupni škodlivosti nepříznivých činitelů – chorob a škůdců (PETR et al., 1980).

2.7.3 Hmotnost tisíce zrn (HTZ)

Hmotnost obilek je geneticky podmíněný znak, je ale ovlivněna i prostředím. Po opylení dochází k rychlé diferenciaci buněk na jednotlivé části obilky a postupnému zvětšování buněk. Vytváří se úložné prostory pro zásobní látky a během fáze rychlého

růstu obilky (15-35 dní po kvetení) se nejvíce zvětšuje její objem a hmotnost. Čím delší je období plnění obilek, tím větší hmotnosti mohou dosáhnout. Vysoké teploty, nedostatek vláhy a živin, především dusíku, klasové a listové choroby a další vlivy poškozují asimilační aparát, přispívají ke zkrácení doby plnění obilek, hmotnost obilek se zvětšuje málo. Hmotnost obilek se udává nejčastěji jako parametr HTZ (hmotnost tisíce zrn) v gramech a pohybuje se běžně u obilovin mezi 30-50 g (DIVIŠ et al., 2010).

Hmotnost obilek je ovlivněna:

- mohutností a délkou aktivní funkce asimilačního aparátu horní části rostliny,
- schopností převést asimiláty do zrna,
- délkou období tvorby obilky,
- podmínkami počasí a výživou v době dozrávání (vláha, teplota, živiny),
- výskytem chorob a škůdců (PETR et al., 1980).

2.8 Agrotechnika pšenice

V České republice se pěstuje pšenice ozimá ve všech výrobních podmínkách, i když v určitých oblastech dosahuje rozdílných výnosů zrna v různé kvalitě podle podmínek stanoviště a použité agrotechniky – výběr půdy, osevni postup, předseťová příprava půdy, zakládání porostu (PRUGAR, HRAŠKA, 1989). Nároky na teplotu se mění během vegetace podle fáze růstu pšenice. Pro úspěšné pěstování jsou důležité podmínky porostu při přezimování. Ozimá pšenice je nejnáročnější obilninou na půdní podmínky a živiny. Nejvhodnější jsou střední až těžší půdy (písčitohlinité, hlinité, jílovitohlinité) s neutrální až slabě kyselou půdní reakcí (pH 6,2-7,0). Pro pšenici jsou nevhodné půdy velmi lehké, písčité (vysýchavé), kyselé a zamokřené. Pšenice využívá živiny z půdní zásoby, takže je nutné je pravidelně dodávat do půdy v různých formách - v průmyslových a organických hnojivech (FAMĚRA, 1993).

2.8.1 Předplodina

Vysoký výnosový potenciál je zpravidla využitý po zlepšujících plodinách (FAMĚRA, 1993). Nejvhodnějšími předplodinami proto jsou ty, které potlačují plevely a zanechávají v půdě dostatek pohotových živin, především dusíku (luskoviny, jeteloviny). Vhodné jsou také plodiny hnojené organickými hnojivy, zanechávající půdu v dobrém strukturním stavu s dostatkem živin (brambory, řepa, olejnin). Jejich vhodnost však závisí na době sklizně (URBAN a ŠARAPATKA, 2006).

2.8.2 Příprava půdy a setí

Způsob a kvalita předseťového zpracování půdy má rozhodující vliv na následné založení porostů, a také ovlivňuje významně i rentabilitu pěstování ozimé pšenice. Včasné a vhodně zvolené způsoby zpracování půdy rozhodujícím způsobem ovlivňují počet rostlin po vzejití, ale také pro přezimování (ZIMOLKA, 2005). Základní zpracování půdy zahrnuje podmítku, orbu a jejich ošetření, kultivační operace nebo hloubkové kypření. Zpracováním půdy se upravuje fyzikální stav půdy, reguluje se poměr mezi vodou a vzduchem v půdě a urychluje se mineralizace organických látek. Podmítka se provádí do hloubky 80-150 mm podmítači (diskovými, radličkovými), orba se provádí do hloubky 180-220 mm (radličnými nebo talířovými pluhy). Orba je základní opatření tradičního zpracování půdy. Také se používá soubor agrotechnických opatření, které mají za úkol urovnat pole, vytvořit hrudkovitou půdní

strukturu a kvalitní set'ové lůžko (smykování, vláčení, kypření). Využívá se také minimalizace zpracování půdy, což je sloučení několika pracovních operací v jednu (např. podmínka se set'ovou orbou, orba s vláčením nebo s utužováním půdy apod.) (FAMĚRA, 1993).

Agrotechnický termín setí je závislý na odrůdě a na výrobních oblastech. Čím je vyšší nadmořská výška a horší vegetační podmínky, tím dříve je nutné provést setí. Obecnou zásadou by mělo být „včasnější setí“. Proto se doporučuje setí v bramborářské výrobní oblasti mezi 20. až 30. září, v řepařských oblastech a ostatních teplejších polohách až do 10. října. Pozdější setí je ve většině případů nežádoucí (DIVIŠ et al., 2010). Ozimou pšenici lze v našich podmínkách vysévat už v první dekádě září. V tom případě, za splnění optimálních parametrů set'ového lůžka, upřednostňujeme nízký výsevek s 2,5-3 MKS/ha. Výše výsevku se stupňuje úměrně s opožděním termínu setí, a to od průměrného 3,5-4,5 až do vysokého 5,5-6 MKS/ha. Výsevek a termín výsevu významně ovlivňují architekturu porostu i konečný výnos (ZIMOLKA et al., 2005). Ohled na půdně-klimatické podmínky optimalizuje hloubku setí mezi 3 až 5 cm. Přílišná hloubka setí zapříčiňuje prodloužení prvního článku listové pochvy a celá rostlina je tak citlivější k mrazu a infekci ze strany houbových chorob (ZIMOLKA et al., 2005). U hustě setých obilnin jsou vhodnější užší řádky – 125 mm a méně. Zmenšením meziřádkové vzdálenosti se zvyšuje vzdálenost obilek od sebe a vytvoří se příznivější podmínky pro jednotlivé rostliny (FAMĚRA, 1993).

2.8.3 Výživa a hnojení

Hnojení rostlin závisí na zásobenosti půdy živinami, na jejich vlastnostech, na průběhu počasí, předplodině, intenzitě pěstování, na odrůdě pšenice a na pěstitelském zaměření. Při výživě rostlin platí tzv. zákon minima. Růst rostlin limituje ta živina, která je rostlině nejméně přístupná (FAMĚRA, 1993). Ozimou pšenici řadíme mezi plodiny se střední spotřebou živin. Na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy a kořenů odčerpává v průměru 25 kg dusíku (N), 5 kg fosforu (P), 20 kg draslíku (K), 2,4 kg hořčíku (Mg), 4 kg síry (S) (ZIMOLKA et al., 2005). Hnojení se tedy projevuje jednak přímo na výnos a jakost zrna, tak i nepřímým vlivem v obnově půdní úrodnosti a v úhradě odebraných živin sklizní. Tím rozhodujícím činitelem, který ovlivňuje výnos a kvalitu zrna pšenice, je výživa a hnojení dusíkem (VANĚK, 2002).

2.8.4 Ochrana před škodlivými faktory

Nejdůležitějším cílem úspěšného zemědělství je zajistit výnos, kvalitu i prodej vyrobených produktů. Pro účinnou ochranu porostů obilnin proti škodlivým činitelům hraje rozhodující úlohu jejich včasné rozpoznání (PRIGGE, GERHARD A HABERMEYER, 2004).

Ošetřování proti škodlivým činitelům, jako jsou plevely, choroby a škůdci je vhodné provádět integrovaným způsobem, tj. využívat nechemických opatření (osevní postupy, výběr vhodného stanoviště a odrůdy atd.) (ŠROLLER et al., 1997).

Pečlivé vybírání z veškerých dostupných metod ochrany rostlin a nápadná integrace vhodných opatření, která potlačují rozvoj populací škodlivých organismů a udržují používání přípravků na ochranu rostlin a jiných forem zásahu na úrovních,

kteřé lze z hospodářského a ekologického hlediska odůvodnit a kteřé snižují či minimalizují ohrožení lidského zdraví nebo životního prostředí. Systém integrované ochrany rostlin klade důraz na růst zdravých plodin při co nejmenším narušení zemědělských ekosystémů a podporuje mechanismy přirozené ochrany proti škodlivým organismům (ACKERMANN et al., 2011).

V průběhu vegetace, podle potřeby a v souladu s metodikami lze aplikovat proti chorobám (padlí, rzi a bráničnatka) fungicidy a proti škůdcům (hrabáč osenní, třásněnky, kohoutci a mšice) insekticidy (KUCHTÍK ET AL., 2005).

Chemická ochrana je proti určitým škodlivým činitelům jediným možným způsobem omezení jejich výskytu. Například v nově vyšlechtěných odrůdách obilnin, které již nemají potřebnou konkurenční schopnost proti plevelům, je nutná aplikace herbicidů. Také rychlé omezení výskytu některé choroby nebo škůdce není možné bez použití pesticidů (Petr et al., 1983).

2.9 Fyziologicky aktivní látky v zemědělství

Nejedná se v pravém smyslu o hnojiva, protože dodávají do rostliny pouze velmi omezené množství rostlinných živin. Bývají také označována jako hnojiva nepřímá. Nedodávají tedy živiny, ale napomáhají zlepšit výživu rostliny úpravou životního prostředí. V druhém případě vstupem do rostliny (většinou přes list, tedy foliárně), kde ovlivňují její metabolismus. Rostliny tak dovedou využívat i živiny, které pro ně byly za určitých okolností blokovány (HLUCHÝ, 2010).

Biologicky aktivní látky mohou obsahovat malé množství živin, ale především látky ovlivňující růst a vývoj nadzemních a podzemních částí rostlin. Na trhu se dnes objevuje široké spektrum biologicky aktivních látek, které obsahují látky nebo mikroorganismy, jejichž úkolem je při aplikaci na rostlinu stimulovat přirozené procesy rostliny s cílem zvýšit příjem a účinnost živin, toleranci vůči abiotickému stresu a příznivě ovlivnit kvalitu produkce. Biologicky aktivní látky mohou být jak přírodního, tak syntetického charakteru (URBAN, PULKRÁBEK, 2018).

2.10 Huminové látky

Huminové látky jsou pravděpodobně nejrozšířenější přírodní organické sloučeniny na zemském povrchu, které vznikly chemickým a biologickým rozkladem organické hmoty a syntetickou činností mikroorganismů. Jsou pokládány za nejdůležitější zdroj organického uhlíku v půdním i vodním prostředí a mají klíčovou úlohu v přírodě, protože stimulují růst rostlin, jsou zodpovědné za strukturu a fyzikálně-chemické vlastnosti půdy a též se spojují s většinou povrchových jevů, které v půdě nastávají (SKYBOVÁ, 2006).

Pod názvem huminové látky se skrývá směs nízkomolekulárních a vysokomolekulárních látek. Jejich vznik je spojen s rozkladem (tlením) zbytků organických látek v půdě a to především rostlinných zbytků v tzv. procesu humifikace, kdy vznikají látky tmavé barvy povahy přírodního humusu. Všeobecně se tedy vyskytují jako směs organické hmoty obsažené v půdě nebo v rašelině, hnědém uhlí a lignitu (MACH, 2008).

Huminové látky jsou složeny z několika částí: huminových kyselin, fulvokyselin, huminů a huminového uhlí (KOVÁŘ, 2003).

Základními prvkovými složkami jsou C, H, O, přičemž jejich množství kolísá podle způsobu vzniku a přípravy. Jejich povaha je typická pro kyseliny, s kationtem velmi ochotně tvoří soli. Měřením vodivosti bylo zjištěno, že huminová kyselina se chová jako troj až čtyřsytná (KOVÁŘ, 2003).

Huminové látky obsahují ve své struktuře celou řadu fragmentů pocházející z doposud nehumifikované organické hmoty. Jedná se především o polysacharidy, polypeptidy, mastné kyseliny, ligniny, estery, fenoly, ethery, karbonylové sloučeniny, chinony, peroxidy, ale také deriváty benzenu, acetalu, laktony a alifatické uhlovodíky. Společným znakem těchto sloučenin (huminových látek) je jejich velká stabilita vůči degradaci, avšak jejich rezistence může být oslabena působením oxidujících látek (PETTIT, 2008).

Huminové látky v terestriálních sedimentech (rašelina, uhlí) jsou obvykle výsledkem mikrobiálního a chemického rozkladu a resyntézy rostlinných zbytků. Na druhé straně ve vodě rozpustné a sedimentující huminové látky v mořích, řekách a jezerech jsou odvozeny převážně z vodní flóry. Obsah uhlíku a poměr uhlíku k dusíku je u těchto látek zpravidla vyšší (MIKULÁŠKOVÁ, 1997)

2.10.1 Působení huminových látek na rostliny

Prvotní uplatnění našly huminové kyseliny v oblasti zemědělství. Je pro ně typické, že i při jejich velmi nízké koncentraci v půdě se docílí pozitivního vlivu na rostlinu. Následné zvýšení koncentrace HK přinese zvýšení tohoto efektu jen tehdy, zvýší-li se současně úroveň i dalších faktorů např. minerálních živin nebo slunečního svitu. Huminové kyseliny jsou v běžných půdních podmínkách pevně vázány na minerální podíl půdy a jsou ve vodě nerozpustné. V tomto stavu jsou ovšem fyziologicky neúčinné. Laboratorně lze sice připravit HK v rozpustném stavu, ale po aplikaci do půdy se znovu váže na minerální podíl půdy a stává se opět nerozpustnou. Z pohledu zemědělské produkce jsou proto prakticky významné jen ve vodě rozpustné soli huminových kyselin, především humáty amonné a vápenaté (KUČERA, 2007).

Díky intenzivnímu hospodaření na našich půdách, jejich meliorizací a odvodem vody z krajiny se půdy stávají méně výživné, vysílené a dochází k vyčerpání půdního potenciálu. Nabízí se zde tedy otázka, jak tento stav našich půd zlepšit anebo alespoň stabilizovat. Půda je totiž nenahraditelná a její plocha je značně omezená. Vzhledem ke stále vyšším požadavkům na množství vypěstovaných plodin je třeba se o její kvalitu začít starat. V dnešní době je tedy použití růstových regulátorů pro zvýšení odolnosti, výnosu a kvality rostlin nutné. Díky celoročnímu obdělávání půdy zde dochází k velkému úbytku humusu, který je třeba pro vývoj a život rostliny nahradit (RICHTER et al., 2005).

Huminové látky působí na rostliny pomalým, kumulativním, auxinovým účinkem. V nízkých koncentracích, při mimokořenových aplikacích na list v dávkách od 50 do 300 gramů sušiny na hektar, razantně podporují tvorbu bohatého, kořenového vlášení. Ve vyšších dávkách nad 500 gramů sušiny na hektar již méně ovlivňují tvorbu kořenů a více zvyšují apikální dominanci nadzemních částí rostlin. Při dávkách nad 5 kg sušiny na hektar a více, mohou působit na mnoho rostlinných druhů inhibičně.

Významným účinkem huminových látek je jejich schopnost podporovat bazipetální tok systémově působících pesticidů (fungicidů, insekticidů) do kořenů rostlin. Tento účinek se také projevuje u souběžně dodávané listové výživy, kde je nejvyšší u listové výživy fosforem. Jediným významným prvkem, jehož příjem rostlinami mírně blokuje je zinek (MACH, 2018).

3. CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce bylo porovnat účinky vybraných fyziologicky aktivních látek na výnos zrna a na formování základních výnosových prvků.

Pro tento účel byl v září roku 2016 založen polní maloparcelkový pokus na pokusné stanici Lukavec, s využitím modelové rané odrůdy pšenice ozimé *Pannonia*. Účelem pokusu bylo porovnat účinky komerčního přípravku ENREGEN FULHUM PLUS+, založeného na působení huminových látek a účinky pokusné látky Lignofen, která je extraktem z huminového komplexu. Porovnávány byly i jejich kombinace. Celkem bylo vytvořeno 5 pokusných variant a 1 kontrolní.

Hodnocen byl vliv těchto aplikací na výnos zrna, výnosové prvky a kvalitu zrna.

4. MATERIÁL A METODIKA

Na základě cíle práce, byl stanoven metodický postup. Pokus byl založen 30.9.2016, na zemědělském pozemku Pokusné stanice Lukavec, okres Pelhřimov. Veškeré práce na pokusu pak probíhaly v sezoně 2016/2017. Zvolena byla odrůda pšenice ozimé, *Pannonia*. Pokus byl proveden v maloparcelkovém systému pěstování, v pěti opakováních, v uspořádání metodou znárodněných bloků.

4.1 Charakteristika stanoviště

4.1.1 Podmínky a popis pokusné stanice Lukavec

Pokusná stanice rostlinné výroby v Lukavci spadá do podhoří Českomoravské vysočiny se středem velké rulové oblasti (Pacovská vrchovina) s polohou kolem 610 m nad mořem, se značně členěným reliéfem terénu a s hojnějším výskytem jehličnatých lesů.

Zeměpisná poloha: 49°34'00'' severní šířky a 14°59'30'' východní délky.

Z hlediska geomorfológie náleží pokusné stanoviště k výrobnímu typu B2 (VELETA, 2019).

Půdní podmínky:

Stanoviště se nachází na dvou geologických útvarech. Útvary krystalických břidlic a nejmladší náplavy holocenní. Půda je hnědá, podzolová oglejená. Půdotvorný substrát je rula. Druhově jde o půdu středně těžkou, spíše lehčí drobnost, která se vyznačuje vyšším obsahem IV. kategorie hrubého písku, a to u ornice 30-40 % a spodin 40-60 %. Obsah jílnatých částic se pohybuje u ornice mezi 40-60 %. Půdní profil má humózní horizont mocnosti 18-25 cm písčitohlinité až hlinité textury (VELETA, 2019).

Agrochemické vlastnosti ornice:

pH 5,6

obsah humusu 3,25%

P 114

K 221

Mg 81,8 (VELETA, 2019).

Charakteristika klimatických podmínek lokality

Klimatická oblast mírně teplá, klimatický okrsek B5 (mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinový).

Agroklimatické členění (makrooblast, oblast a podoblast): chladná, mírně chladná, mírně suchá (VELETA, 2019).

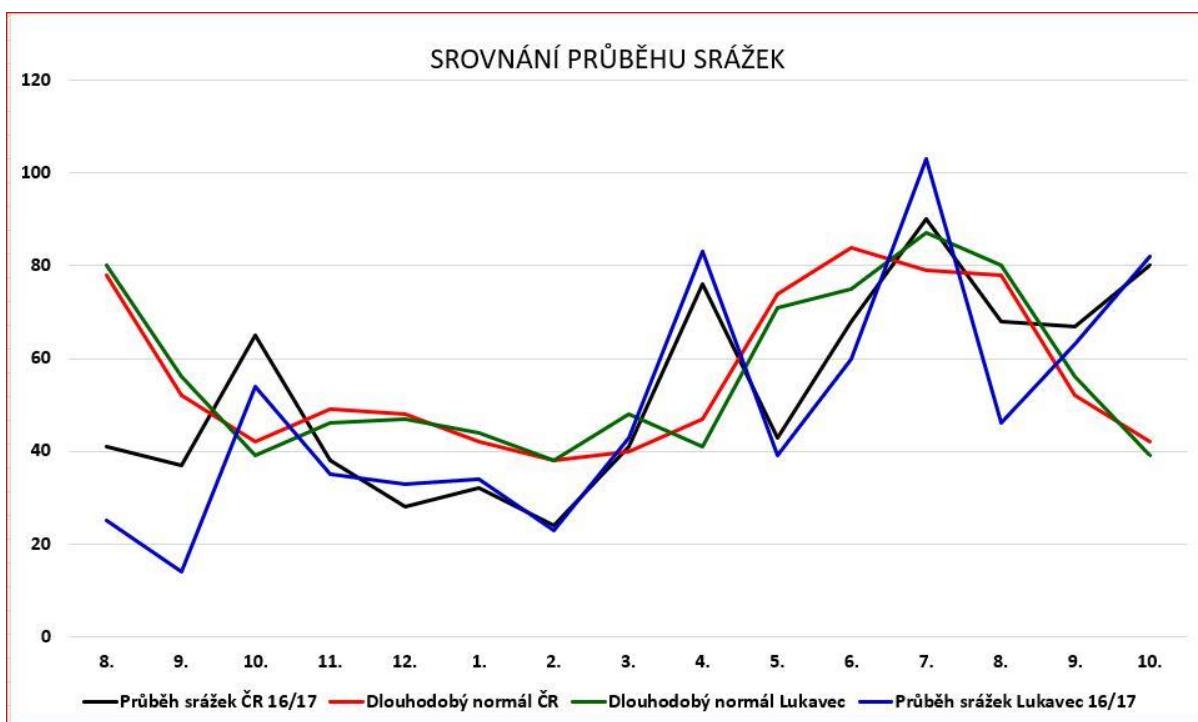
4.1.2 Podmínky v sezoně 2016/2017

Rok 2016 byl s průměrnou teplotou 8,7 °C silně nadnormální, přesto o 0,7 °C chladnější než dva roky předchozí a celkově pátým nejteplejším rokem v řadě teplotních průměrů pro ČR od roku 1771 podle Štěpánka (2005). Odchylka roční teploty od dlouhodobého průměru 1961–1990 byla +1,4 °C. Teplotní odchylka v jednotlivých měsících kolísala od +4,2 °C v únoru, teplotně silně nadnormální měsíc, až po -0,5 °C v říjnu, jediném měsíci v roce, kdy byla teplota nižší než dlouhodobý průměr. Roční srážkový úhrn 639 mm zařazuje rok mezi roky srážkově normální (jen 5 % pod dlouhodobým průměrem). Nejvíce srážek, v průměru 115 mm, což bylo 145 % dlouhodobého průměru, napadlo v České republice v červenci a nejméně, v průměru jen 30 mm, to je 75 % dlouhodobého průměru, v březnu nebo 32 mm v prosinci (63 %). Jen měsíce únor, červenec a říjen byly nadnormální, měsíc srpen byl s 52 % podnormální, měsíce leden, březen až červen, září, listopad a prosinec měly úhrn nižší než je dlouhodobý průměr, ale jsou klasifikovány jako měsíce srážkově normální (Informační portál ČHMU, 2019).

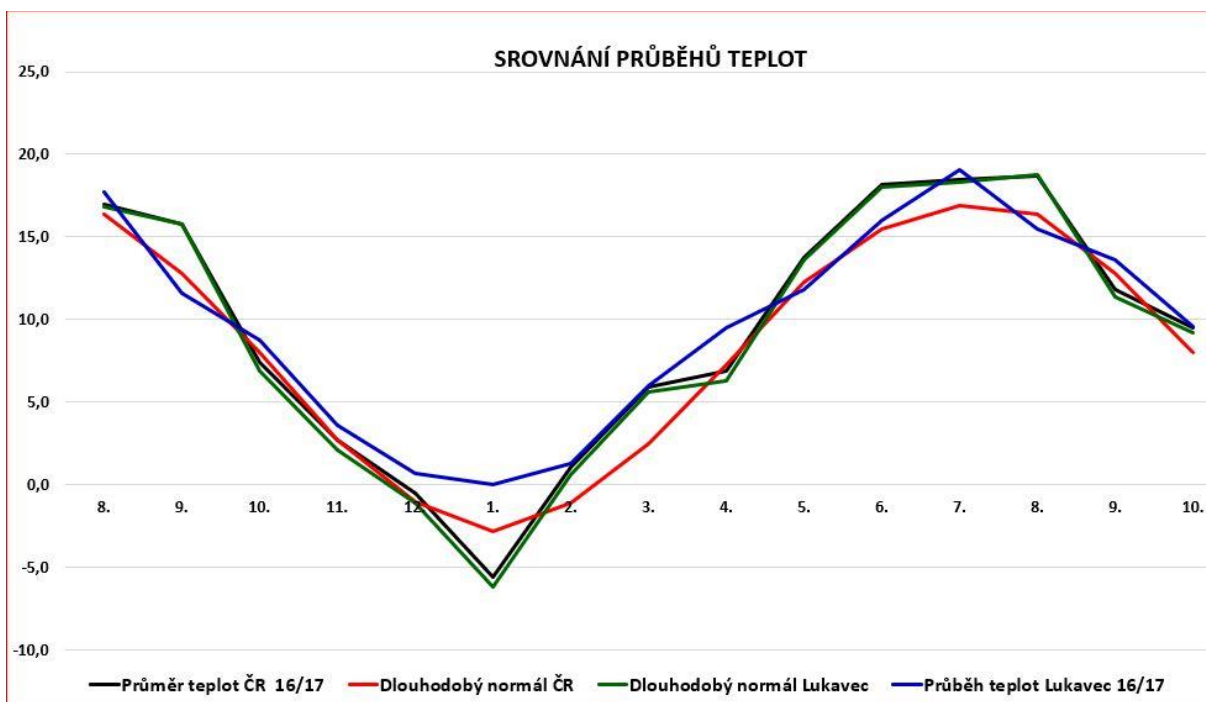
Rok 2017 byl s průměrnou teplotou 8,6 °C a s odchylkou +1,3 °C od normálu 1961–1990 silně nadnormální, stejně jako předchozí roky 2014, 2015 a 2016, které však byly významně teplejší. Teplotní odchylka v jednotlivých měsících kolísala od +3,5 °C v březnu, teplotně silně nadnormální měsíc na hranici měsíce mimořádně nadnormálního, až po -2,8 °C v lednu, který tak byl měsícem teplotně podnormálním. Roční srážkový úhrn 675 mm zařazuje rok mezi roky srážkově normální (normál za období 1961–1990 je v Česku 674 mm). Nejvíce srážek, v průměru 90 mm, což bylo ale jen 113 % normálu, napadlo v České republice v červenci a nejméně, v průměru jen 24 mm, to je 63 % normálu, v únoru. Oba tyto srážkově extrémní měsíce však zůstaly v intervalu měsíců srážkově normálních. Jen měsíce duben a říjen byly silně nadnormální (162 respektive 188 % normálu), měsíc květen byl s 58 % podnormální, měsíce leden, únor, červen, srpen, listopad a prosinec měly úhrn nižší než je normál, ale jsou klasifikovány jako měsíce srážkově normální. V březnu, v červenci a v září byl úhrn vyšší, než je normál, ale jsou klasifikovány rovněž jako měsíce srážkově normální (Informační portál ČHMU, 2019).

Průběh průměrných teplot a úhrnu srážek v sezoně 2016/2017 v celé ČR, na Vysočině a na stanici Lukavec je zobrazen v následujících grafech (Obr. 1 a Obr. 2).

Obr. 1.; Graf srovnání průběhu srážek (ČHMU)



Obr. 2.; Graf srovnání průběhu teplot (ČHMU)



4.1.3 Charakteristika pozemku

Pokus byl prováděn na souvislé polní ploše (Obr. 3), oseté odrůdou pšenice *Pannonia*, formou maloparcelkového pokusu. Pozemek je v rovině a jeho nadmořská výška je 589,93 m. n. m.. Žádná část pozemku není zastíněna. Půda na pokusném pozemku je písčitohlinitá a vodní režim je dobrý.

Obr. 3; Snímek pozemku z LPIS (LPIS; 2019)



4.2 Charakteristika vybrané odrůdy

Odrůda je hospodářská forma určitého kulturního druhu. Je to soubor rostlin se shodnými nebo podobnými biologickými a hospodářskými vlastnostmi, morfologickými znaky a jakostí, kterými se odlišuje od jiných odrůd téhož druhu (ŠNOBL, PULKRÁBEK et al., 2005).

Základní informace o odrůdě uvádí v rámci databáze odrůd ÚKZÚZ (Tab. 1), podrobnější komentář pak uvádí OSEVA a.s., jakožto zmocněnec pro obchodování s odrůdou v ČR.

Tab. 1; Údaje o odrůdě *Pannonia*; (ÚKZÚZ; 2019)

Český název druhu:	Pšenice setá ozimá
Latinský název druhu:	<i>Triticum aestivum L.</i>
Číslo odrůdy:	TTA11055
Kód odrůdy:	5078539
Předběžné označení:	NS 205/98
Název odrůdy:	<i>Pannonia NS</i>
Zmocněnec	OSEVA, a.s. , Potoční 1436 , Bzenec , Česká republika, CZ
Vlastník	Institut za ratarstvo i povrtarstvo , M. Gorkog 30 , Novi Sad , Srbsko, RS

Pannonia NS PO

Odrůda v prodeji na základě Společného katalogu odrůd. Udržovatel IRP Novi Sad, Srbsko, raná osinatá odrůda nižšího vzrůstu s dobrou odolností proti poléhání a nižší odnožovací schopností. Výborná mrazuvzdornost. Zdravotní stav průměrný, střední odolnosti proti napadení padlím travním, braničnatkou a rzí pšeničnou. Pekařská jakost A, vysoká HTZ, vysoká objemová hmotnost. Výsevek 4,5-5,0 MKS/ha v optimálním termínu kolem 1. 10. - 15. 10. Vhodnost do všech oblastí pěstování, velmi dobrá tolerance k suchu. Fungicidní ošetření ve 2 vstupech je nezbytné proti listovým i klasovým chorobám (OSEVA UNI; 2019).

4.3 Přípravky a účinné látky v pokusu

ENERGEN FULHUM PLUS

Sušina v % min. 20%.

Spalitelné látky v sušině v % min. 30%.

Huminové látky a jejich soli v% min 8%.

pH 8 – 10.

ENERGEN FULHUM je upravený a modifikovaný vodný roztok solí látek získaný originálním rozkladem technického lignosulfátu. Jednotlivé části této suroviny působí odlišně na fyziologii rostlin. Podporuje tvorbu jemného kořenového vlášení. V důsledku toho zvyšuje využití vláhy a výživy. Stimuluje růst a výnos. Zvláště podporou toku metabolitů do semen a plodů. Zvětšuje velikost semen. Zvláště při dobré zásobě živin. Příznivě ovlivňuje obsah N v zrna potravinářské pšenice.

Univerzálně použitelný do všech plodin po celou dobu vegetace. Do suchých oblastí s malými a nedostatečnými srážkami.

Výrobce: EGT system spol. s r.o. Na Kopci 38, PSČ 747 81, Otice (VÝROBKOVÝ LIST ENERGEN FULHUM PLUS; 2019).

LIGNOFEN

Jedná se o segment získaný z komplexu huminových látek, který má, jak již vyplývá z předchozích pokusů firmy EGT, auxinový účinek. Jeho vliv na tvorbu kořenové soustavy, byl v předchozích pokusech dokázán ve fytostronu. Silný vliv má i na celkový výkon rostlin při vláhové jistotě. Nicméně silnější auxinové účinky sebou vždy přinášejí i mnohá rizika. Předchozí pokusy byly vždy prováděny v řízených podmínkách, s vysokou vláhovou jistotou, a to pouze do fáze BBCH 21. Polní pokusy jsou proto logickým navázáním na tento výzkum, kdy jedině v reálných podmínkách a v celkové délce vegetace, je možné dokázat plné dopady účinku této látky na rostliny. Roztok účinné látky Lignofen obsahuje 42% sušiny (MACH, 2018).

4.4 Pokusné varianty

V pokusu bylo prováděno 6 pokusných variant, porovnávaných vzájemně mezi sebou. Jednalo se o 5 variant s aplikací fyziologicky účinných látek a jednu variantu kontrolní. Ve fyziologických aplikacích byly použity kombinace komerčního přípravku firmy EGT System, ENERGEN FULHUM PLUS+ (dále jen „FULHUM“), a účinné látky Lignofen. U všech těchto fyziologických aplikací byl očekáván účinek na modelování kořenové soustavy a jejího výkonu ve vztahu k výnosovým prvkům, tedy především výnosu a jeho kvalitě. Vzhledem k tomu, že se jednalo o ovlivnění výnosových prvků skrze práci s výkonem kořenové soustavy, byly aplikace prováděny na počátku vegetace, kdy se kořenové soustavy teprve formují. Již při samotném zakládání pokusu bylo zřejmé, že mimořádnou roli budou mít celkové vláhové poměry, které mohou ve výkonu upřednostnit některý ze směrů vývoje kořenové soustavy a také ukázat na rizika některých variant. Aplikace byly prováděny postřikem na list, pomocí zádového postřikovače. Kontrolní varianta fyziologicky ošetřena nebyla. Všechny ostatní zásahy do porostu byly prováděny bez rozdílu v rámci variant. Aplikace přípravků testovaných v rámci variant, byly prováděny v dávce 0,5 l/ha, poprvé 18.11, ve stádiu třetího listu (BBCH 13), podruhé 11.5., ve stádiu počátku sloupkování (BBCH 30).

Pokusy prováděné v bakalářské práci byly realizovány v rámci vývojového programu společnosti EGT System spol. s r.o., která je majitelem vlastních receptur výrobků značky ENERGEN a současně je jejich výrobcem.

4.4.1 Popis jednotlivých variant

VARIANTA „K“

První variantou je kontrola bez fyziologického ošetření. Varianta je označována jako „Kontrola“ nebo „K“.

VARIANTA F100

Aplikace přípravku ENERGEN FULHUM PLUS+. Přípravek je ve vztahu k podpoře tvorby kořenů postaven na synergickém účinku komplexu huminových látek, fulvokyselin a dalších příměsí a solí vzniklých v procesu výroby a následné standardizaci výrobku. Je typický svým pomalým, specifickým auxinovým účinkem, který dominantně ovlivňuje tvorbu jemného kořenového vlášení a tím i celkový výkon kořenové soustavy rostlin. Varianta je označována jako „Fulhum“ nebo „F100“.

VARIANTA F70L30

U varianty F70L30, která byla postavena na kombinaci přípravku FULHUM 70 % + Lignofen 30 %, se vychází z předpokladu, že posun ve složení, může mít pozitivní vliv na kořenovou soustavu. Z předchozích pokusů firmy EGT vyplývá, že má Lignofen pomalý, kumulovaný, auxinový účinek, proto se zde dá očekávat mírný posun k auxinovému účinku.

VARIANTA F50L50

V této variantě, bylo přikročeno k razantnějšímu posunu poměrů přípravků, až na poměr FULHUM 50 % + Lignofen 50 %. V předchozích pokusech firmy EGT, prováděných ve fytotronu, měla tato varianta vliv na vývoj silných, vitálních nadzemních částí. V řízených podmínkách byl ale pokus prováděn pouze do fáze počátku odnožování a s vysokou vláhovou jistotou. V této variantě je silně potlačen vliv huminových látek na tvorbu kořenů a je zde výraznější auxinový účinek Lignofenu. Varianta je označována jako „F50L50“.

VARIANTA L25

Ve variantě L25 byla ověřována nižší koncentrace samotného Lignofenu, 25 %. Z varianty by měl vyplývat čistý účinek samotného lignofenu na modelování kořenové soustavy. Z již provedených pokusů byly vyselektovány jako nepřilíš vhodné koncentrace samotného lignofenu vyšší než 25 %.

VARIANTA L15

Varianta L15, tady 15% Lignofen, měla za úkol provést a ověřit změnu vlivu lignofenu na formování kořenové soustavy při nižší koncentraci. Výsledkem srovnání s předchozí variantou a kontrolou by měl být trend směřování pokusů s čistým lignofenem. (MACH; 2019)

4.5 Agrotechnika pokusu a vedení porostů

4.5.1 Založení porostu

Před založením pokusu proběhla na pozemku posklizňová podmínka, dále orba trojradličným pluhem a smykování. Výsev proběhl 30.9.2016 secí kombinací Vitasem 302 s rotačními branami, a to ve výsevku 3,5 milionu klíčivých semen. Pro rozvržení variant do parcelek, byl použit systém uspořádání pokusu metodou znárodných bloků (Tab. 2).

Tab. 2; Uspořádání variant a jejich opakování v rámci pokusu (VELETA, 2017)

5 e	6 e		
1 e	3 e	2 e	4 e
6 a	2 b	4 c	3 d
5 a	4 b	1 c	2 d
4 a	6 b	2 c	1 d
3 a	1 b	5 c	4 d
2 a	5 b	3 c	6 d
1 a	3 b	6 c	5 d

4.5.2 Termíny všech zásahů

Termíny pracovních vstupů do porostu jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 3).

Tab. 3; Termíny pracovních operací; (VELETA, 2017)

Pracovní operace	Dávka	Termín operace
Hnojení - NPKMg 15:15:15:1,8	200 kg/ha = 30 kg N/ha	28.9.
Výsev	-	30.9.
Herbicidní ošetření plevelů – Bizon	1 l/ha	5.11.
První aplikace pokusných látek	0,5 l/ha	18.11
Hnojení - Močovina	100 kg/ha = 46 kg N/ha	17.3.
Hnojení - DASA	200 kg/ha = 52 kg N/ha	14.4.
Krácení - Moddus + CCC	Moddus 0,25 l/ha CCC 0,5 l/ha	6.5.
Druhá aplikace pokusných látek	0,5 l/ha	11.5.

Fungicidní ošetření - Adexar Plus	1,5 l/ha	17.5
Hnojení - LAV 27	150 kg/ha = 40,5 kg N/ha	18.5.
Insekticidní ošetření – Vaztak Active	0,2 l/ha	12.6.
Fungicidní ošetření – Artemis	2 l/ha	20.6.
Sklizení	-	7.8.

4.5.3 Způsob aplikace pokusných látek

Přípravek FULHUM i pokusná látka Lignofen, jsou tekuté povahy. U přípravku FULHUM je dokázán nejlepší fyziologický účinek na obiloviny při foliární aplikaci a stejný předpoklad je i u účinné látky Lignofen. Proto byla pro účely pokusu zvolena foliární aplikace roztoku.

Pro aplikaci pokusných látek, byla vzhledem ke zvolenému systému maloparcelkových pokusů, použita aplikace zádovým postřikovačem. Vzhledem k malým vzdálenostem mezi parcelami, se jedná o metodu s nejnižším rizikem tzv. „přestřiku“ mezi variantami (MACH, 2019).

4.6 Sledované hodnoty a použité metody

Pro vyhodnocení výnosových prvků a kvality produktu, které bylo cílem pokusu, bylo nutno provést zjištění řady hodnot. V období před sklizní bylo proto provedeno v rámci všech variant zjištění průměrných počtů zrn v klasech a průměrných počtů klasů na m². Při sklizni byl potom vyhodnocen průměrný výnos v t/ha a průměrná HTZ z každé varianty. Po sklizni byl pak proveden laboratorní rozbor vzorků zrna ze všech variant. Pro účely zpracování výsledků byla vždy všechna opakování v rámci varianty aritmeticky zprůměrována, statisticky zpracována a byly vytvořeny výsledkové grafy.

4.6.1 Výnos v t/ha

Nejdříve byl po sklizni zjištěn vážením výnos z každé parcelky, ten byl následně přepočítán na hodnoty odpovídající t/ha. Opakování v rámci variant byla aritmeticky zprůměrována.

4.6.2 Počet zrn v klase

Počet zrn v klase byl zjišťován v každé parcele z 20 náhodných klasů, následně aritmeticky zprůměrován v rámci parcely a poté i v rámci opakování varianty.

4.6.3 Počet klasů na m²

Počet klasů na m² byl v každé parcele zjišťován na 2 místech, pomocí tzv. „čtvrtmetrovky“. Výsledek každého odečtu byl vynásoben, aby odpovídal ploše 1m²

a výsledky byly následně aritmeticky zprůměrovány, nejdříve v rámci parcely, poté v rámci opakování dané varianty.

4.6.4 Hmotnost tisíce zrn (HTZ)

Ze zrna z každé parcely bylo odebráno 2*500 zrn. Vzorky byly zváženy a byl vypočítán aritmetický průměr z každé varianty.

4.7 Kvalitativní rozbor

Po sklizni a zjištění hodnot nutných pro určení výnosových prvků, byly provedeny laboratorní rozbor, pro vyhodnocení kvalitativních i kvantitativních parametrů zrna. Firma EGT, pod jejíž záštitou byl pokus prováděn, zadala provedení rozborů firmě RAGT Czech, s.r.o., sídlící v Branišovicích. Zjišťovány byly následující hodnoty:

4.7.1 Obsah dusíkatých látek

Obsah dusíkatých látek je ovlivněn dusíkatým hnojením, předplodinou, teplotními podmínkami prostředí (v teplejších oblastech je vyšší) a ročníkem. Stoupající obsah pozitivně působí na chování pečiva při pečení, má vliv na povahu (jakost) těsta a objem pečiva (PRUGAR et al., 2008)

4.7.2 Zeleného test

Sedimentační test podle Zeleného charakterizuje kvalitu lepkové bílkoviny, pozitivně koreluje s obsahem hrubých bílkovin a objemem pečiva. Je to výrazně geneticky založený znak, umožňující selektovat odrůdy se špatnými viskoelastickými vlastnostmi lepkové bílkoviny (PRUGAR et al., 2008).

4.7.3 Pádové číslo

Číslo poklesu je kritériem pro odhalování poškození zásobních látek endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy, syntetizovanými v zrně v důsledku startu procesu klíčení zrna v klasu před sklizní při nadměrném příjmu vlhkosti. Je to významně ovlivněno průběhem počasí v době dozrávání zrna a sklizně, ale také odrůdou. Mouky s velmi nízkým číslem poklesu (100 s a méně) mají velmi vysokou aktivitu α -amylasy, a tím sklon vytvářet lepkavé a mazlavé těsto. Žádoucí není ani příliš vysoké číslo poklesu (350 - 400 s), protože mouky s nízkou aktivitou α -amylasy mají sklon vytvářet suché těsto i malý objem výrobku (PRUGAR et al., 2008).

4.7.4 Obsah lepku

Lepková bílkovina vzniká v procesu hnětení těsta ze zásobních bílkovin endospermu zrna. Obsah lepkové bílkoviny spolu s jejími viskoelastickými vlastnostmi se podílejí na technologické jakosti potravinářské pšenice. Ne vždy samotný vysoký obsah 26 lepku bez zjištění jeho viskoelastických vlastností znamená vysokou technologickou jakost pšeničné odrůdy (NOVOTNÝ, HUBNÍK, 2006).

4.7.5 Gluten index

Jedná se o metodu založenou na průchodu lepku jemným sítkem v odstředivce při odstředování. Zatímco ukazatele – jakými jsou obsah lepku, jeho pružnost a tažnost

mají prokazatelný vliv na kvalitu pečiva, vztah mezi objemem pečiva a gluten indexem není lineární (ČEPIČKA et al., 1995).

4.7.6 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost se stanovuje pomocí tzv. objemové váhy. Vyjadřuje se v g/cm^3 , g/l nebo kg/hl .

Objemová hmotnost je ukazatelem mlynářské jakosti, souvisí s výtěžností mouky. Závisí na pěstitelských podmínkách, ročníku, zdravotním stavu, polehlosti a odrůdě. V meteorologicky nevhodných ročnících bývá jedním z nejdůležitějších ukazatelů při výkupu potravinářské pšenice (NOVOTNÝ, HUBNÍK, 2006).

4.8 Využití statistiky ve zpracování výsledků

Získaná data byla vyhodnocena pomocí programu Statistica (verze 12) prostřednictvím jednofaktoriální analýzy rozptylu. Rozdíly středních hodnoty byly analyzovány pomocí Tukeyho HSD testu.

5. VÝSLEDKY A DISKUZE

Všechna zjištěná data byla vyhodnocena pomocí statistického programu a zpracována do tabulek a grafů. Na základě tohoto zpracování byly následně vytvořeny závěry.

5.1 Porovnání výsledků výnosových parametrů jednotlivých variant

5.1.1 Počet klasů na m^2

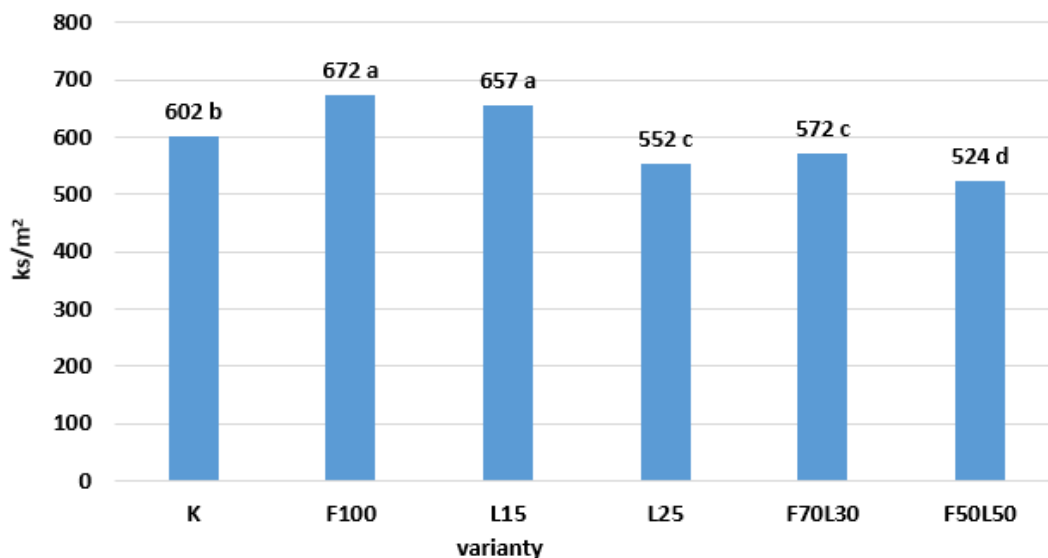
Výsledky sčítání počtu klasů na m^2 , jsou uvedeny v grafu (Obr. 4).

V porovnání počtu klasů na 1m^2 , je prokazatelná tendence snížení počtu klasů u variant s vyšší dávkou účinné látky Lignofen. Varianta F50L50, která obsahuje nejvyšší dávku Lignofenu, snížila počet klasů o téměř 13% oproti kontrole a dokonce o 22% oproti variantě F100, která jakožto komerční přípravek FULHUM má prokázaný vliv na podporu zvětšení objemu kořenového vlášení a tím i silnou podporu odnožování.

Tyto výsledky napovídají, že účinná látka Lignofen má auxinový účinek, díky kterému zvyšuje apikální dominanci nadzemní části a ředí tak porost pšenice, a že tento efekt se zvyšuje se zvyšující se koncentrací a dávkou.

Podle KUCHTÍKA et al. (2005), by počty klasů na m^2 měly odpovídat množství 500–700. PETR, HŮSKA et al. (1997) uvádí optimální počet klasů 600–750 na m^2 . GRAMAN, ČURN (1998) uvádí hustotu pro optimální produktivitu 550–600 klasů na m^2 . Výsledné hodnoty počtu klasů na jednotku plochy těmito rozmezím přesně nebo velmi blízce odpovídají.

Obr. 4; Průměrný počet klasů na 1m²



Pozn.: Odlišná písmena mezi sledovanými variantami vyjadřují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

Pozn. 2: Zkratky názvů variant: K – kontrolní varianta, F100 – samostatná aplikace přípravku Fulhum, L15 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 15%, L25 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 25%, F70L30 – kombinace přípravku Fulhum 70% a Lignofen 30%, F50L50 – kombinace přípravku Fulhum 50% a Lignofen 50%.

5.1.2 Výnos zrna v t/ha

Výsledky porovnání tohoto výnosového prvku, zjištěné při sklizni, jsou uvedeny v grafu (Obr. 5).

Z výsledků porovnání výnosu zrna v t/ha vyplývá, že Lignofen za daných podmínek působí na zvýšení výnosu nejlépe v nízké koncentraci. Všechny pokusné varianty, měly s různou mírou prokazatelnosti, vyšší výnos než varianta kontrolní. S úplnou prokazatelností pak výnos oproti kontrolní variantě zvýšila varianta L15, s nejnižší dávkou Lignofenu, a to o 8,5%.

Nejvyššího výnosu dosáhla varianta F100, tedy aplikace samostatného přípravku Fulhum. Tento výsledek je možno přičíst vláhové nejistotě, ve které přípravek Fulhum dosahuje stabilně kvalitních výsledků, díky výbornému vlivu na kořenový systém.

Z výnosových výsledků je patrná jasná tendence navýšení výnosu se snižující se dávkou Lignofenu. Z tohoto jevu, je možno vyvodit způsob účinku Lignofenu na tvar a výkon kořenové soustavy v raných fázích vývoje. Zde díky podzimní aplikaci došlo k celkovému navýšení výnosu všech variant vzhledem ke kontrole, ale zvyšující se koncentrace Lignofenu výnos v rámci variant relativně snižovala.

Tento výsledek je možno přičíst auxinovému účinku, který sílí se zvyšující se koncentrací účinné látky, čímž snižuje apikální dominanci kořenů. To má za následek bohaté větvení, ale také zkracování kořenové soustavy.

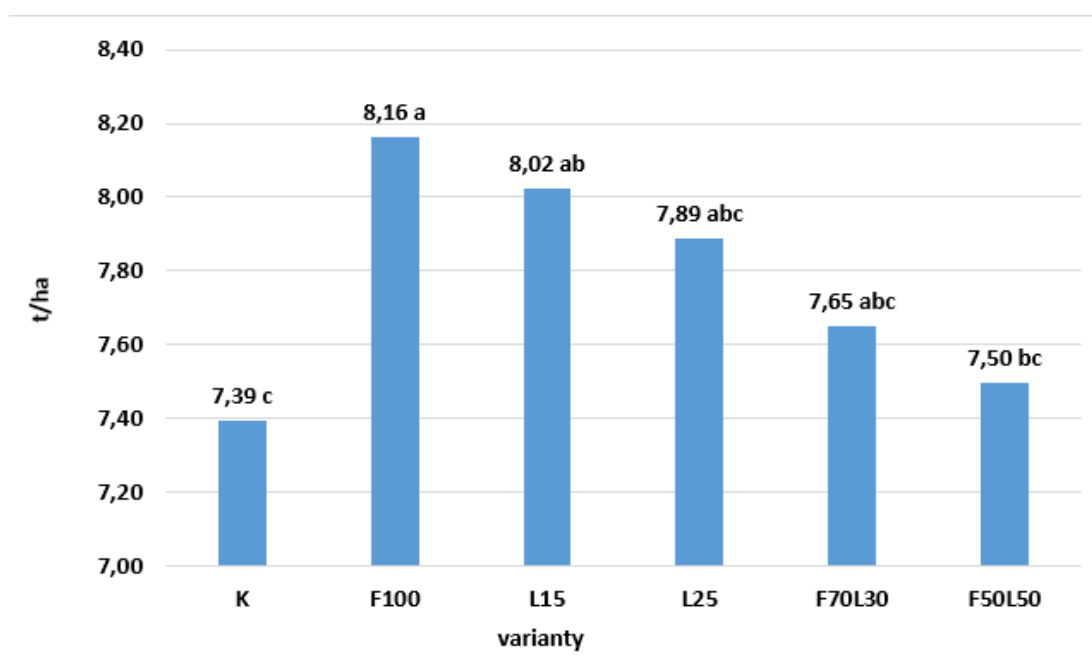
V souvislosti s tím, že druhá pokusná aplikace byla provedena v květnovém přísušku, snižovala se pak u variant s vyšší koncentrací Lignofenu schopnost dosažení na kapilární vodu. Tuto teorii vzájemně potvrzují výsledky výnosu ve vztahu k počtu klasů.

Dá se předpokládat, že v silnějším přísušku by byl výnosový propad variant s vyšší koncentrací Lignofenu ještě výraznější. Při vysoké vláhové jistotě by naopak varianty s vysokou koncentrací Lignofenu pracovaly lépe. Toto tvrzení je podloženo výsledky předchozích pokusů firmy EGT, prováděných v řízených podmínkách.

Podle údajů Českého statistického úřadu (2017), byl průměrný výnos ozimé pšenice v sezoně 2016/2017 v ČR 5,77 t/ha, v kraji Vysočina pak 5,62 t/ha. Výnosy všech pokusných variant byly výrazně vyšší, to je ale jev u maloparcelkových pokusů běžný.

Celkově vyšší výnosy mohou být podpořeny včasným termínem výsevu. Jak uvádí DIVIŠ et al. (2010), včasné setí umožňuje dobrý růst a vývoj porostu již v době podzimní vegetace tak, aby rostliny ještě na podzim přiměřeně odnožily, čímž jsou dobře připraveny na přezimování. Čím vyšší je nadmořská výška a horší vegetační podmínky, tím dříve je nutné provést setí. Obecnou zásadou by mělo být raději včasné setí.

Obr. 5; Výnos zrna v t/ha



Pozn.: Odlišná písmena mezi sledovanými variantami vyjadřují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

Pozn. 2: Zkratky názvů variant: K – kontrolní varianta, F100 – samostatná aplikace přípravku Fulhum, L15 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 15%, L25 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 25%, F70L30 – kombinace přípravku Fulhum 70% a Lignofen 30%, F50L50 – kombinace přípravku Fulhum 50% a Lignofen 50%.

5.1.3 Hmotnost tisíce zrn (HTZ)

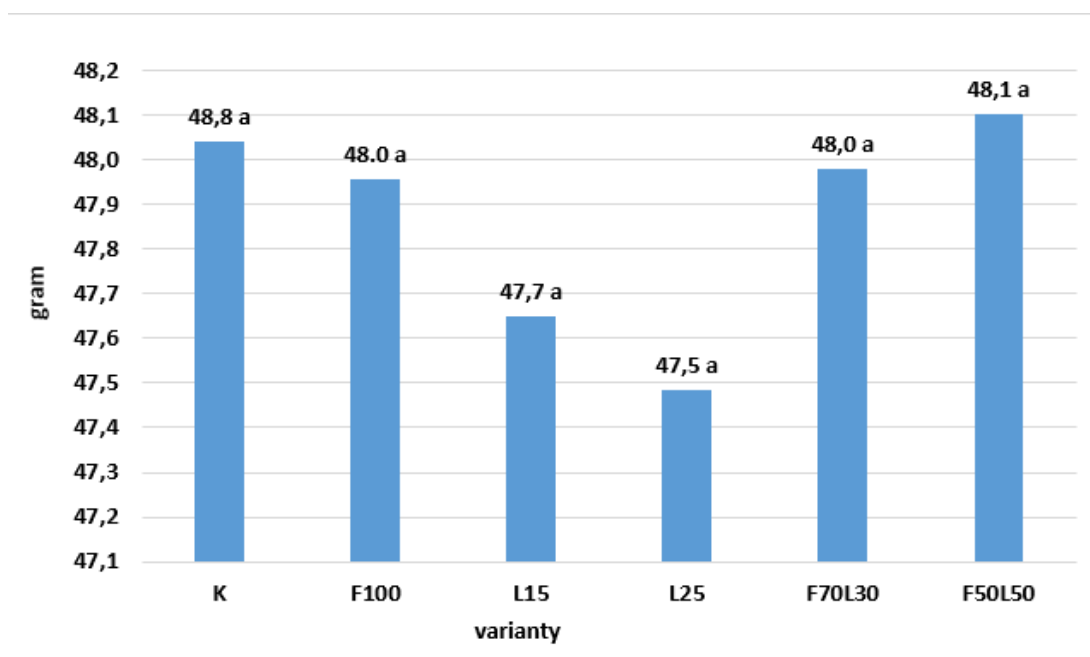
Po sklizni byla zjištěna hmotnost tisíce zrn, porovnání naměřených hodnot je uvedeno grafu (Obr. 6).

Z porovnání výsledků HTZ, nevyplývají rozdíly, které by byly statisticky prokazatelné. Žádná z variant se v této hodnotě statisticky významně neliší.

Hmotnost 1000 zrn je ovlivněna schopností převést asimiláty do zrn, délkou období tvorby obilky, podmínkami a výživou v době dozrávání a mohutností a délkou aktivní funkce asimilačního aparátu horní části rostliny (PETR et al., 1997). Z toho, že u žádné z variant nenastal propad v HTZ, lze vyvodit, že zkoušené účinné látky nemají negativní vliv na proudění asimilátů do zrna.

Podle DIVIŠE et al. (2010) jsou hlavními vnějšími faktory ovlivňujícími HTZ průběh teplot, množství vláhy a živin, výskyt chorob a dalších vlivů poškozujících asimilační aparát. HTZ se běžně pohybuje v rozmezí mezi 30 až 50 gramy. Výsledné HTZ tomuto rozpětí odpovídají a blíží se k jeho horní hranici.

Obr. 6; Hmotnost tisíce zrn (g)



Pozn.: Odlišná písmena mezi sledovanými variantami vyjadřují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

Pozn. 2: Zkratky názvů variant: K – kontrolní varianta, F100 – samostatná aplikace přípravku Fulhum, L15 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 15%, L25 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 25%, F70L30 – kombinace přípravku Fulhum 70% a Lignofen 30%, F50L50 – kombinace přípravku Fulhum 50% a Lignofen 50%.

5.1.4 Počet zrn v klasech

Výsledky tohoto výnosového prvku jsou porovnány grafu (Obr. 7).

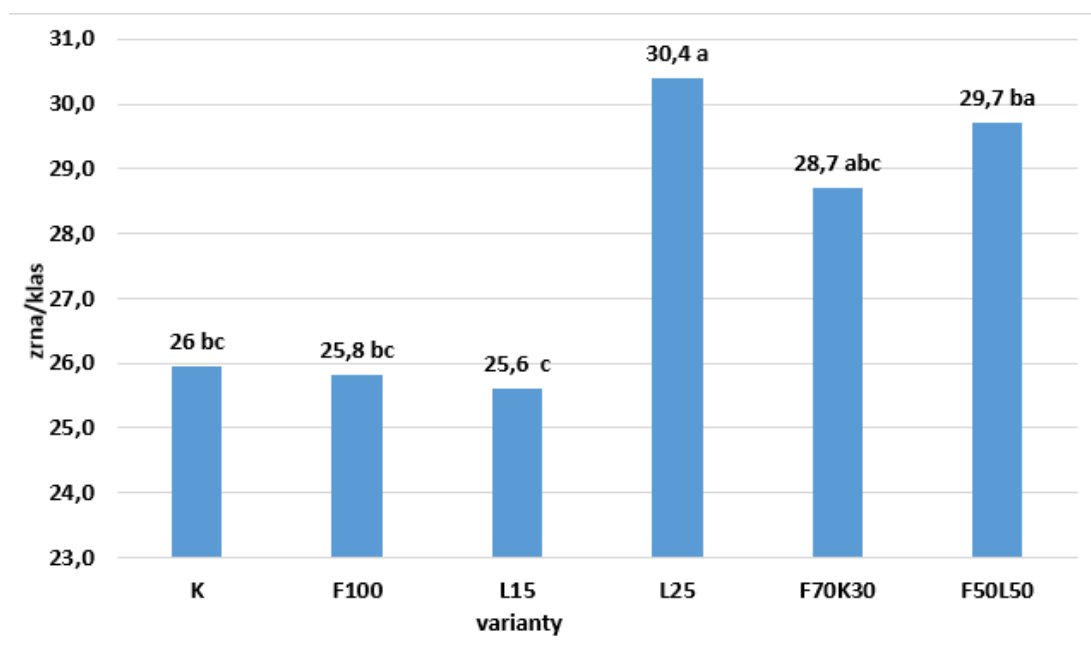
Nejvyššího, statisticky průkazného výsledku, dosáhla v parametru počtu zrn v klasech varianta s druhou nejnižší koncentrací Lignofenu, L25. Nejnižší hodnoty měla varianta s nejnižší koncentrací Lignofenu, L15. Rozdíly mezi ostatními variantami nejsou statisticky příliš významné, nejvíce se ale nejvyššímu výsledku varianty L25, blíží hodnoty variant s naopak vyšší koncentrací Lignofenu, F70L30 a F50L50.

Je zřejmé, že nejvyšší vliv měla mírně nižší koncentrace Lignofenu (varianta L25) s trochu slabším auxinovým účinkem, který byl ale vyvážen prací kořenové soustavy, která dané variantě umožnila efektivně pracovat s kořeny v hlubším půdním profilu.

To že byly tyto hodnoty vyšší i u variant s vyšší koncentrací Lignofenu (F50L50 a F70L30), lze vysvětlit tím, že počet zrn v klase byl pozitivně ovlivněn včasným naředěním porostu, díky auxinovému účinku právě těchto variant. Tím jednotlivé klasy dostaly více výživy a méně redukovaly řady kvítků v klasech.

Jak uvádí PETR, HÚSKA et al. (1997), produktivita klasu pšenice ozimé je obvykle 28-35 zrn. Tomuto rozpětí odpovídají pokusné varianty F70L30, F50L50 a L25. Výsledky ostatních variant jsou pod tímto rozmezím. Podle DIVIŠE et al. (2010) je počet zrn v klasu je ovlivněn především vysokými teplotami, nedostatkem vláhy a živin. Výsledek tedy může svědčit o tom, že zmíněné varianty s vyšším počtem zrn v klasech, lépe zvládaly vláhovou nestabilitu, která v sezoně 2016/2017 byla.

Obr. 7; Počet zrn v klasu



Pozn.: Odlišná písmena mezi sledovanými variantami vyjadřují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

Pozn. 2: Zkratky názvů variant: K – kontrolní varianta, F100 – samostatná aplikace přípravku Fulhum, L15 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 15%, L25 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 25%, F70L30 – kombinace přípravku Fulhum 70% a Lignofen 30%, F50L50 – kombinace přípravku Fulhum 50% a Lignofen 50%.

5.2 Porovnání výsledků kvalitativních rozborů

5.2.1 Obsah dusíkatých látek

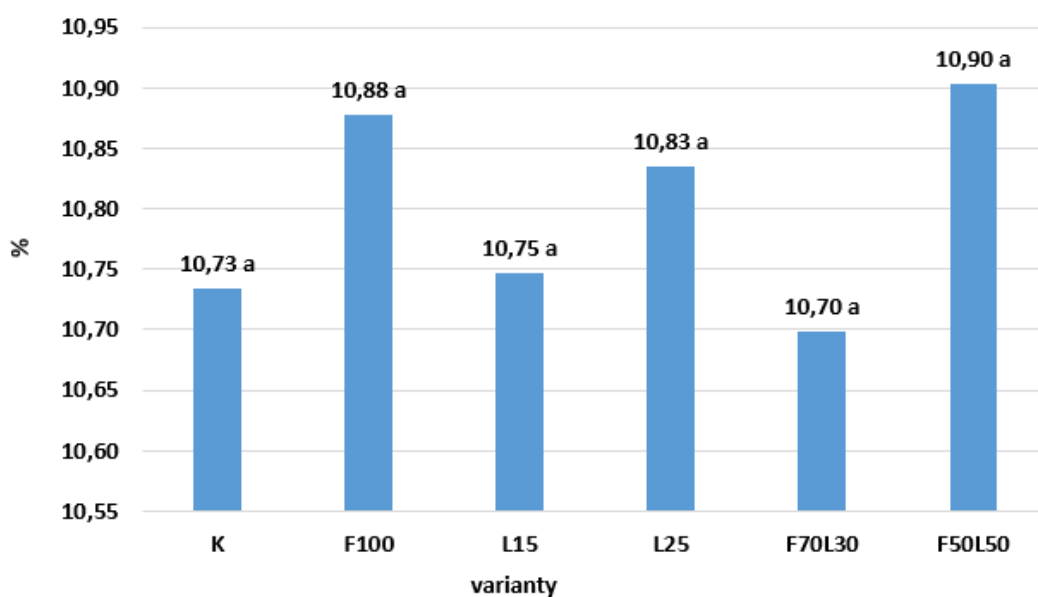
„Obsah dusíkatých látek“, zjištěný laboratorním rozbořem, je porovnán v grafu (Obr. 8).

Vliv jednotlivých variant na obsah dusíkatých látek byl statisticky bez průkazných rozdílů, nedošlo však u žádné varianty k poklesu těchto hodnot.

Obsah dusíkatých látek je ovlivněn dusíkatým hnojením, předplodinou, teplotními podmínkami prostředí (v teplejších oblastech je vyšší) a ročníkem. Stoupající obsah pozitivně působí na chování pečiva při pečení, má vliv na povahu (jakost) těsta a objem pečiva (PRUGAR a kol., 2008).

Dle ANONYMA 1 (2019) má pšenice velice variabilní obsah dusíkatých látek (9–17 %, obvykle mezi 11 až 14 %), proto je třeba pracovat s hodnotami stanovenými vlastním rozbořem. Výsledky tohoto parametru u všech pokusných variant odpovídají širšímu z výše uvedených rozmezí.

Obr. 8; Obsah dusíkatých látek (%)



Pozn.: Odlišná písmena mezi sledovanými variantami vyjadřují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

Pozn. 2: Zkratky názvů variant: K – kontrolní varianta, F100 – samostatná aplikace přípravku Fulhum, L15 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 15%, L25 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 25%, F70L30 – kombinace přípravku Fulhum 70% a Lignofen 30%, F50L50 – kombinace přípravku Fulhum 50% a Lignofen 50%.

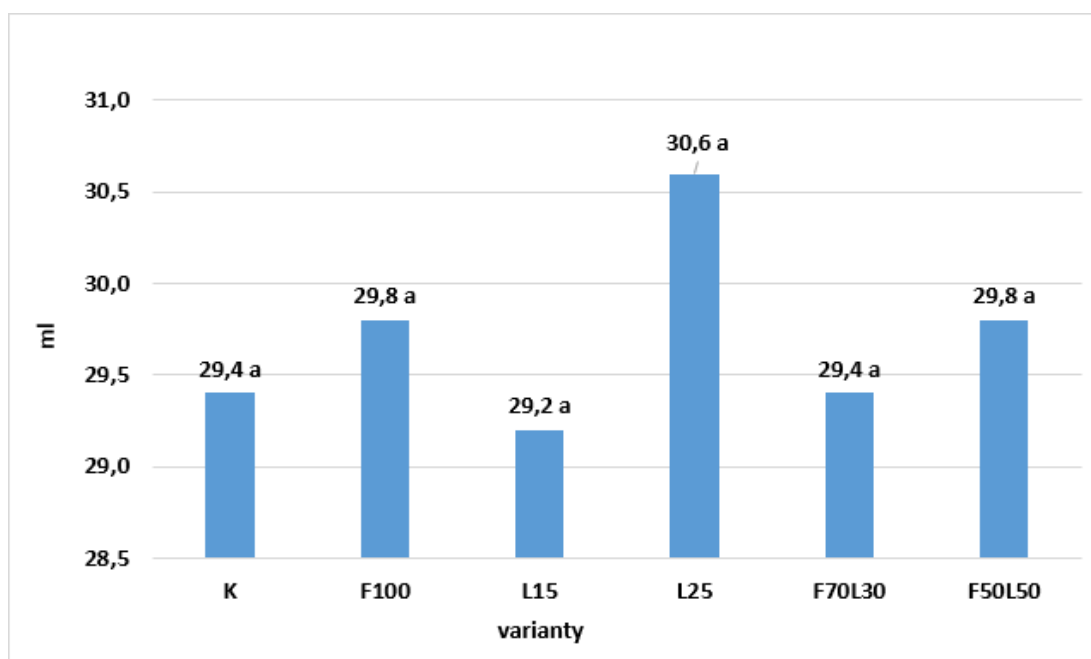
5.2.2 Zeleného test

Porovnání výsledků tohoto kvalitativního parametru, je uvedeno v grafu (Obr. 9).

Výsledky jsou velmi vyrovnané, bez statisticky průkazného rozdílu. U žádné z variant nedošlo v tomto parametru k propadu oproti kontrole.

PRUGAR et al. (2008) uvádí, že parametry pro zařazení pšenice do kvalitativních kategorií, podle výsledků Zeleného testu, jsou 49ml pro kategorii E, 35ml pro kategorii A a 21ml pro kategorii B. Podle výsledků se celkově všechny varianty propadly v tomto parametru do kategorie B.

Obr. 9; Výsledky Zeleného sedimentačního testu



Pozn.: Odlišná písmena mezi sledovanými variantami vyjadřují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

Pozn. 2: Zkratky názvů variant: K – kontrolní varianta, F100 – samostatná aplikace přípravku Fulhum, L15 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 15%, L25 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 25%, F70L30 – kombinace přípravku Fulhum 70% a Lignofen 30%, F50L50 – kombinace přípravku Fulhum 50% a Lignofen 50%.

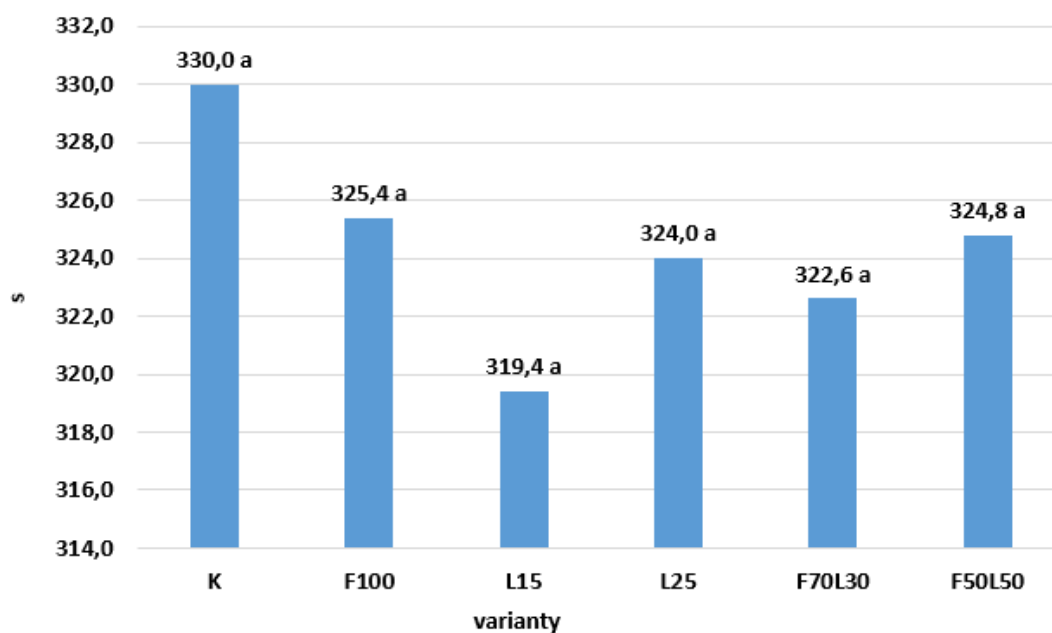
5.2.3 Pádové číslo

Porovnání hodnot výsledků tohoto parametru je uvedeno v grafu (Obr. 10).

Z porovnání výsledků hodnot parametru „Pádové číslo“, nevyplývá statisticky významný rozdíl. Hodnoty jsou vyrovnané. Lze konstatovat, že je zde tendence snížení pádového čísla u všech variant oproti kontrole s relativně vysokou hodnotou.

Jak uvádí HUBÍK, MAREČEK (2019), minimální norma pro pádové číslo pro pšenici potravinářské kvality, je 200 s. Všechny varianty tuto hodnotu výrazně převyšují.

Obr. 10; Výsledky měření pádového čísla (s)



Pozn.: Odlišná písmena mezi sledovanými variantami vyjadřují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

Pozn. 2: Zkratky názvů variant: K – kontrolní varianta, F100 – samostatná aplikace přípravku Fulhum, L15 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 15%, L25 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 25%, F70L30 – kombinace přípravku Fulhum 70% a Lignofen 30%, F50L50 – kombinace přípravku Fulhum 50% a Lignofen 50%.

5.2.4 Obsah mokrého lepku

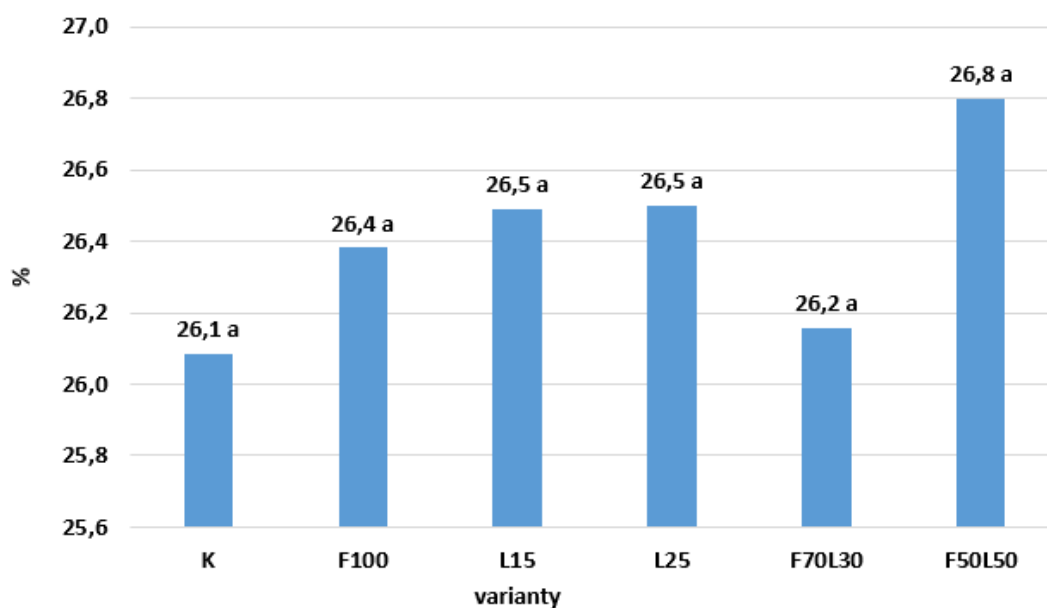
Porovnání výsledků tohoto parametru je uvedeno v grafu (Obr. 11).

V kvalitativním parametru „Obsah mokrého lepku“, nedošlo u žádné z variant k propadu. Mezi variantami není statisticky významný rozdíl.

GRAMAN a ČURN (1998) uvádí, že obsah mokrého lepku u ozimé pšenice by měl být nejméně 23%. Všechny varianty tuto hodnotu ve výsledku převýšily.

Ne vždy samotný vysoký obsah lepku bez zjištění jeho viskoelastických vlastností znamená vysokou technologickou jakost pšeničné odrůdy (NOVOTNÝ, HUBNÍK, 2006).

Obr. 11; Výsledky měření obsahu mokrého lepku



Pozn.: Odlišná písmena mezi sledovanými variantami vyjadřují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

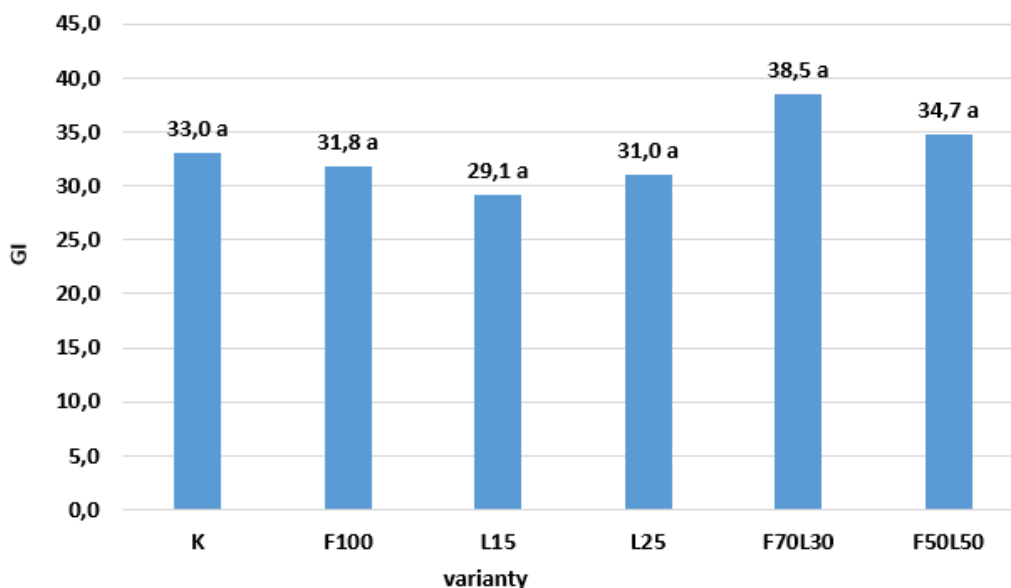
Pozn. 2: Zkratky názvů variant: K – kontrolní varianta, F100 – samostatná aplikace přípravku Fulhum, L15 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 15%, L25 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 25%, F70L30 – kombinace přípravku Fulhum 70% a Lignofen 30%, F50L50 – kombinace přípravku Fulhum 50% a Lignofen 50%.

5.2.5 Gluten index

Porovnání výsledků hodnot „Gluten index“ je uvedeno v grafu (Obr. 12).

Výsledné hodnoty „Gluten index“ jsou bez statisticky významného rozdílu, nedošlo však u žádné z variant k propadu hodnot.

Obr. 12; Výsledky laboratorního měření Gluten index



Pozn.: Odlišná písmena mezi sledovanými variantami vyjadřují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

Pozn. 2: Zkratky názvů variant: K – kontrolní varianta, F100 – samostatná aplikace přípravku Fulhum, L15 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 15%, L25 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 25%, F70L30 – kombinace přípravku Fulhum 70% a Lignofen 30%, F50L50 – kombinace přípravku Fulhum 50% a Lignofen 50%.

5.2.6 Objemová hmotnost

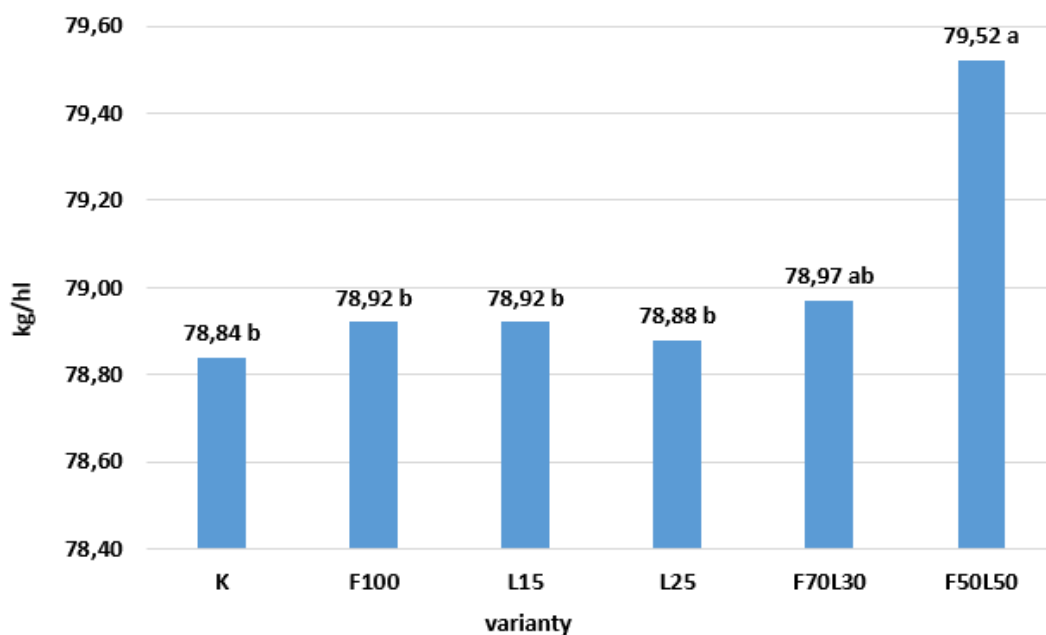
Porovnání výsledků v tomto parametru je uvedeno v grafu (Obr. 13).

Na základě porovnání výsledků objemové hmotnosti jednotlivých variant lze tvrdit, že výše zmíněný auxinový účinek vyšších koncentrací Lignofenu (varianta F50L50) prokazatelně zvyšoval i objemovou hmotnost.

Ostatní pokusné varianty nevytvořily v rámci objemové hmotnosti statisticky prokazatelné rozdíly, nicméně je zde zaznamenaný mírný trend snížení objemové hmotnosti u variant s nízkou koncentrací Lignofenu (varianty L15 a L25) oproti variantám s vyšší koncentrací (varianta F70L30 a F50L50) a žádná z variant se v tomto parametru výsledkově nepropadla oproti kontrole.

Dle Situační a výhledové zprávy MZe (2014) byla průměrná objemová hmotnost pšenice 789 g.l-1. Tomuto údaji se blíží výsledky všech pokusných variant, pouze varianta F50L50 ho výrazněji převyšuje.

Obr. 13; Porovnání výsledků v parametru Objemová hmotnost



Pozn.: Odlišná písmena mezi sledovanými variantami vyjadřují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

Pozn. 2: Zkratky názvů variant: K – kontrolní varianta, F100 – samostatná aplikace přípravku Fulhum, L15 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 15%, L25 – samostatná aplikace účinné látky Lignofen v koncentraci 25%, F70L30 – kombinace přípravku Fulhum 70% a Lignofen 30%, F50L50 – kombinace přípravku Fulhum 50% a Lignofen 50%.

6. ZÁVĚR

Z výsledků získaných na základě jednoletého pokusu na odrůdě pšenice ozimé *Pannonia*, v sezoně 2016/2017 vyplývá, že účinná látka Lignofen má prokazatelný vliv na některé výnosové prvky pšenice a kvalitativní parametry zrna.

- V parametru „Výnos zrna“, se projevila u všech pokusných variant tendence jeho navýšení. Statisticky průkazný rozdíl oproti kontrolní variantě, způsobila látka Lignofen ve variantě L15, tedy v nejnižší dávce. Tato varianta měla výnos 8,02 t/ha, což je o 8,5 % více než kontrola. Zcela nejvyššího výnosu pak dosáhla varianta F100, tedy samostatně použitý komerční přípravek Fulhum.
- U výnosového prvku „Počet klasů na m²“, došlo ke statisticky prokazatelnému snížení hustoty porostu variantou F50L50, která obsahuje nejvíce Lignofenu. Rozdíl mezi touto variantou a variantou kontrolní, byl 13%. Nejvyšší hustoty klasů na m² dosáhla varianta F100.
- Na výnosový prvek „Hmotnost tisíce zrn (HTZ)“, neměla žádná z variant oproti variantě kontrola, statisticky průkazný dopad. Výsledky tohoto parametru byly velmi vyrovnané a odpovídají velmi dobré hodnotě, okolo 48g.
- Ve výnosovém prvku „Počet zrn v klasech“, dosáhla nejvyšší, statisticky průkazné hodnoty, varianta L25, s druhou nejnižší dávkou účinné látky Lignofen. Méně statisticky průkaznou, ale zaznamenanou tendenci zvýšení počtu zrn, pak měly naopak varianty s vyšším obsahem Lignofenu (F50L50 a F70L30).

Ve sledovaných hodnotách kvality zrna, byly laboratorními postupy zjišťovány tyto parametry: Obsah dusíkatých látek, Zeleného test, Pádové číslo, Obsah mokrého lepku, Gluten index a Objemová hmotnost. S výjimkou objemové hmotnosti mezi variantami nebyly statisticky průkazné rozdíly. V žádném z těchto parametrů, ale nedošlo k propadu hodnot u jednotlivých variant oproti variantě kontrolní.

- V případě parametru „Objemová hmotnost“, došlo k jejímu statisticky průkaznému navýšení variantou s nejvyšší dávkou Lignofenu, tedy F50L50.

Z výše shrnutých výsledků vyplývá, že:

- účinná látka Lignofen má déle působící auxinový účinek, který může ve vyšších koncentracích zvyšovat apikální dominanci porostů pšenice a snižovat počet plodných stébel na rostlině.
- Vyšší koncentrace Lignofenu má vliv na formování kořenové soustavy, kdy podporuje její větvení, ale snižuje její apikální dominanci a tím i kvalitní dosah na kapilární vodu v půdě.
- Zároveň však vyšší koncentrace Lignofenu, právě díky auxinovému účinku pozitivně ovlivňuje objemovou hmotnost. Je tedy možné předpokládat,

že při větší vláhové jistotě, by varianty s vyšší koncentrací Lignofenu, mohly zvyšovat výnos i kvalitativní parametry.

- Nízká koncentrace účinné látky Lignofen, má pozitivní vliv na tvorbu výnosu pšenic a jejich výnosových prvků. V kombinaci s tímto výsledkem, je zajímavým zjištěním, že ani při zlepšení výnosových prvků a vysokém výnosu, nedochází k propadu kvality zrna oproti kontrolní variantě.

V návaznosti na tyto výsledky, by bylo perspektivní dále se zabývat použitím vyšších koncentrací Lignofenu v pozdějších fázích vegetace, kdy by jeho auxinový účinek již nemohl negativně ovlivnit vývoj kořenové soustavy a dopady na zlepšení kvality produkce zrna, by mohly být výraznější.

Druhým perspektivním směrem další práce s účinnou látkou Lignofen, by mohlo být její použití v dávkách rovnajících se variantě L15 a nižších. Velmi nízké dávky této účinné látky, v raných fázích vývoje, by mohly mít pozitivní vliv na objem a efektivitu kořenové soustavy.

7. LITERATURA A ZDROJE

ACKERMANN, P. Výskyt chorob a škůdců révy a průběh ochrany vinic v roce 2010. Vinařský obzor, č. 1, ročník 104, s. 10-14, 2011, ISSN 1212-7884

ANONYM 1 [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-20-03]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/cvicebnice/krmivo.php?krmivo=11

ČEPIČKA, J. Obecná potravinářská technologie, 1. vyd., VŠCHT Praha, 246 s., 1995, ISBN 80-7080-239-1.

DIVIŠ, J., et al. Pěstování rostlin., České Budějovice: Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2010, ISBN:978-80-7394-216-8, 260s

FAMĚRA, O. Základy pěstování ozimé pšenice. 1. vyd. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR, 1993, 51 s. ISBN 807105-045-8.

GRAMAN, J., ČURN, V. Šlechtění zemědělských plodin: (obiloviny, luskoviny). 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1998, 194 s. ISBN 80-7040-300-4.

HLUCHÝ, M. Výsledky ochrany nejen ekologických vinic v roce 2010. Vinařský obzor, č. 12, ročník 103, s. 591-596, 2010, ISSN 1212-7884

HORÁKOVÁ V., DVOŘÁČKOVÁ O., MEZLÍK T. (2014): Seznam doporučených odrůd 2014 - pšenice ozimá, ječmen jarní, ječmen ozimý, tritikale ozimé, oves setý (pluchatý), hrách polní. ÚKZÚZ v Brně, Brno, 198 s. ISBN 978-80-7401-089-7.

HUBÍK, MAREČEK [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-20-03]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/kvalita-obilnin/>

Informační portál ČHMU, [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-20-03]. Dostupné z: <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1484297500>

KOPÁČOVÁ, O. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2007, 55 s. ISBN 978-80-7271-184-0

KOVÁŘ, J. Využití termoanalytických metod při studiu lignitických huminových látek [online]. 90 s., 2003, Diplomová práce. Vyoké učení technické. Dostupné z WWW: <www.vutbr.cz>. [e-akademická práce]

KUČERA, R. Flora Bohemia [online]. 2007 [cit. 2011-02-06]. Co ještě nevíte o humátech. Dostupné z WWW: <<http://www.floraboheemia.cz/>>.

KUCHTÍK, F., et al. Pěstování rostlin: speciální část. Třebíč: Vydavatelství Petr Večeřa, 2005. Pšenice obecná, 80 s. ISBN 80-901789-7-9

LIPA VSKÝ, Jan. Tvorba výnosu obilnin a možnosti modelování těchto procesů. [online]. Praha, 2000 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: www.agris.cz/clanek/106805

MACH, J. Pokusné varianty, 2019, ústní podání

MACH, J. Účinná látka Lignofen, 2018, ústní podání

MARTIN, J. H., WALDREN, L. P., STAMP, D. L. Principles of field crop production. 4th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, 2006, xxi, 954 p. ISBN 0130259675.

MIKULÁŠKOVÁ, Barbora, et al. Lignit: struktura, vlastnosti a použití. Chemické listy. 1997, 91, 3, s. 160-168. ISSN 1213-7103.

- NOVOTNÝ, F., HUBNÍK, K. Nové směry v hodnocení jakosti potravinářské pšenice. [online]. Praha, 2006 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.leadingfarmers.cz/library/?ix=21&link=>
- OSEVA UNI; [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-20-03]. Dostupné z: <http://www.osevauni.cz/osiva/psenice-ozima.php>
- PETR, J. Tvorba výnosu u obilnin – In. Petr, J, Černý, V, Hruška, L a kolektiv. Tvorba výnosu hlavních polních plodin, Praha, 1980, 448 s
- PETR, J., et al. Intenzivní obilnářství. Praha: SZN, 1983. 377 s.
- PETR, J., HÚSKA J. Speciální produkce rostlinná. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, 1997, 193 s. ISBN 80-2130152-x.
- PETR, J.: Pěstování pšenice podle užitkových směrů. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 2001
- PETTIT, Robert E. Organic Matter, Humus, Humate, Humic Acid, Fulvic Acid and Humin. Texas A&M University, College Station, Texas 77843, 2008. 10 s. Referát. Texas A&M University.
- PRIGGE, G., GERHARD, M., HEBERMAYER J. Houbové choroby obilnin – znaky pro včasné rozlišení. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup/BASF 2004, 156 s.
- PRUGAR, J., et al. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008. 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2
- PRUGAR, J.; HRAŠKA, Š. Kvalita pšenice. Příroda, Bratislava, 1989. 220 s.
- PULKRÁBEK, J., CAPOUCHOVÁ, I., HAMOUZ, K. Speciální fytotechnika. Praha: Česká Zemědělská Univerzita v Praze, 2003, ISBN: 80-213-1020-0, 188s.
- RICHTER, R. et al. Pomocné látky ovlivňující biologickou složku půdy. Úroda 2005 ISSN 0139-6013
- Situační a výhledová zpráva obiloviny 2014 [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 2014 [cit. 2018-07-22]. Dostupné z WWW: http://eagri.cz/public/web/file/365762/SVZ_Obiloviny_12_2014.pdf
- SKYBOVÁ, Maria. Humínové kyseliny - prínos pre environmentálny výskum . Acta Montanistica Slovaca. 2006, 11, 2, s. 362–366. MACH, 2008
- ŠARAPATKA, B., URBAN J. Ekologické zemědělství v praxi. Šumperk: PRO-BIO, 2006, 502 s. ISBN 80-87080-00-9.
- ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J., et al. Základy rostlinné produkce. 2. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005. 172 s. ISBN 80-213-1340-4
- ŠROLLER, J. et al. Speciální fytotechnika - rostlinná výroba. 1. vyd. Praha: Ekopress, 1997, 205 s. ISBN 80-86119-04-1.
- ŠROLLER, J., et al. Speciální fytotechnika - rostlinná výroba. 1. vyd. Praha: Ekopress, 1997, 205 s. ISBN 80-86119-04-1.
- ÚKZÚZ; [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-20-03]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/odrudy/informace-o-odrudach/>
- URBAN, PULKRÁBEK, [online]. Praha, 2018 [cit. 2019-20-03]. Dostupné z: http://www.cukr-listy.cz/on_line/2018/PDF/188-194.pdf
- VANĚK, V. Výživa a hnojení polních a zahradních plodin. 3. dopl. vyd. Praha: Martin Sedláček, 2002, 132 s. ISBN 80-902413-1-x.

VELETA, V. Rajonizace pokusu a termíny aplikací, 2018, ústní podání

VELETA, V. Stránky pokusné stanice Lukavec. [online]. Lukavec, 2019 [cit. 2019-20-03]. Dostupné z: <http://spslukavec.cz/charakteristika-stanice>

VÝROBKOVÝ LIST ENERGEN FULHUM PLUS; 2019

ZIMOLKA, J. Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2005, 179 s. ISBN 80-86726-09-6.