

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 – Zemědělství
Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika: obchod, servis a služby
Katedra: Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné
Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Pěstování pšenice v praktických podmínkách
rodinné farmy

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Štěřba, Ph.D.
Autor bakalářské práce: Radim Paul

České Budějovice, 2020

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Radim PAUL
Osobní číslo: Z17469
Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: ZDTb-16 – specializace Zemědělská technika
Téma práce: Pěstování pšenice v praktických podmínkách rodinné farmy
Zadávací katedra: Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Zásady pro vypracování

Cíl práce: Porovnání dávky dusíku a aplikace morforegulatoru na výnos a potravinářskou kvalitu pšenice.

- 1) Úvod – stručný nástin významu tématu.
- 2) Literární přehled – nové poznatky na základě studia doporučené i další získané literatury včetně zahraničních zdrojů (charakteristika pšenice, pěstování pšenice v ČR a EU, užitkové směry pšenice, kvalita zrna, požadavky výkupu, agrotechnika, výroba pekařských výrobků).
- 3) Metodický postup – založit poloprovodní pokus se stupňovanými dávkami N a aplikací morforegulatoru.
 - a. Farma „SPOLAGRO CZ“ – kraj Vysočina- charakteristika.
 - b. Charakteristika stanoviště – Dobkov u Chotěboře (půdní druh, půdní typ).
 - c. Charakteristika ročníku a zvolené agrotechniky.
 - d. Popis hodnocené odrůdy pšenice (RIVERO).
 - e. Varianty pokusu – LAV 27%N + DAM 39%N, LAV 27%N + DAM 39%N+ Močovina 46%N, LAV 27%N +DAM 39%N+ Močovina 46%N + MODDUS.
 - f. Metody hodnocení tvorby výnosu zrna – počet klasů, počet zrn v klasu, HTZ.
 - g. Metody hodnocení potravinářské jakosti – objemová hmotnost, obsah bílkovin, Zeleného test, číslo pádu.
 - h. Sledování nástupu jedn. růstových a fází a sledování výskytu škodlivých činitelů.
- 4) Výsledková část – hodnocení výnosu zrna a potravinářské jakosti, uspořádání do tabulek a grafů včetně slovního komentáře.
- 5) Diskuse – porovnání dosažených výsledků s údaji v literatuře.
- 6) Závěr – shrnutí výsledků vlastní práce, návrhy opatření.
- 7) Seznam literatury.

Rozsah pracovní zprávy: 30 – 35 stran
Rozsah grafických prací: 5 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam doporučené literatury:

Martin, J. H., Waldren, R. P., Stamp D. L.: Principles of field crop production. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, p. 954, New Jersey, 2006.
Prugar J. a kol: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, VÚPS a Komise jakosti rostlinných produktů ČZV, Praha, 2008.
Zimolka, J. a kol.: Pšenice (pěstování, hodnocení a užití zrna), Praha, 2005.
Situační a výhledové zprávy MZe.
Sborníky z konferencí a seminářů.
Vědecké a odborné časopisy: Úroda, Zemědělec aj.
Internetové databáze AGRIS, CAB, Current content, aj.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.
Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Datum zadání bakalářské práce: 25. února 2019
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2020

V Českých Budějovicích dne 25. února 2019

V. Š.

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
250 02 České Budějovice

LS.

V. Č.

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

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.

V Českých Budějovicích dne 24.6.2020

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych rád vyjádřil poděkování vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Zdeňku Štěrbovi, Ph.D., za vedení, cenné rady a odbornou pomoc při jejím zpracování. Neodmyslitelné poděkování patří také rodině za její podporu.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce bylo založit a vyhodnotit poloprovozní pokus. Hodnocen byl vliv 3 výživových variant se stupňovanou dávkou dusíku a aplikací morforegulátoru s účinnou látkou trinexapac-ethyl na výnos a jakostní parametry zrna pšenice ozimé. Ve variantě 1 bylo aplikováno 145 kg čistých živin $N \cdot ha^{-1}$, ve variantě 2 pak 191 kg čistých živin $N \cdot ha^{-1}$ a ve variantě 3 byl k 191 kg čistých živin $N \cdot ha^{-1}$ aplikován morforegulátor. Pokus byl prováděn na rodinné farmě ve vegetačním období 2018/2019 u obce Dobkov nedaleko Chotěboře.

Skutečný výnos byl vyšší dávkou dusíku ve variantě 2 a navíc aplikací morforegulátoru ve variantě 3 zvýšen pouze v řádech desítek kg. Z výnosotvorných prvků byl průměrný počet klasů na m^2 zvýšen vyšší dávkou dusíku i aplikací morforegulátoru. Průměrný počet zrn v klasu byl snížen u varianty 2 i varianty 3. Hmotnost tisíce zrn byla pozitivně ovlivněna vyšší dávkou dusíku ve variantě 2, ale negativně ovlivněna ve variantě 3. Z jakostních parametrů byly pozitivně ovlivněny vyšší dávkou dusíku ve variantě 2 všechny jakostní parametry. Tedy obsah dusíkatých látek, obsah lepku, sedimentační hodnota, číslo poklesu i objemová hmotnost. Aplikace morforegulátoru ve variantě 3 zvýšila číslo poklesu, sedimentační hodnotu, obsah lepku, obsah dusíkatých látek a negativně ovlivnila objemovou hmotnost.

Klíčová slova:

pšenice; regulátor růstu; dusík; hnojení

Abstract

The goal of the bachelor thesis was to establish and evaluate a pilot experiment. The effect of 3 nutritional variants with a graded dosage of nitrogen and the application of a growth regulator with the active substance trinexapac-ethyl on the yield and quality parameters of winter wheat grain was evaluated. There was 145 kg pure nutrient $N \cdot ha^{-1}$ of growth regulator in scenario 1, 191 kg pure nutrient $N \cdot ha^{-1}$ in scenario 2 and 191 kg pure nutrient $N \cdot ha^{-1}$ with applied growth regulator in scenario 3. The experiment was performed on a family farm in the growing season of the year 2018 and 2019 near the village Dobkov by the town Chotěboř.

The actual yield was in scenarios 2 and 3 was only slightly increased (in the order of tens of kilograms) in spite of the higher dosage of nitrogen in scenario 2 and the application of a growth regulator in scenario 3. Both the higher dosage of nitrogen and the addition of growth regulator had a positive effect on yield-forming elements, and increased the number of ears per m^2 , further reducing the average number of grains in a spike in scenarios 2 and 3. The weight of one thousand grains was positively affected by a higher dosage of nitrogen in scenario 2, but negatively affected in scenario 3. All quality parameters (nitrogen content, gluten content, Zeleny test and bulk mass) were positively affected by a higher dosage of nitrogen in scenario 2. The application of the growth regulator in scenario 3 increased the declining trend, the Zeleny test, the gluten content, the nitrogen content and also negatively affected the bulk mass.

Key words:

wheat; growth regulator; nitrogen; fertilization

Obsah

Úvod.....	11
1 Literární přehled.....	12
1.1 Pšenice ozimá	12
1.2 Výživa pšenice ozimé.....	13
1.2.1 Základní hnojení.....	13
1.2.2 Regenerační hnojení.....	14
1.2.3 Produkční hnojení	15
1.2.4 Kvalitativní hnojení.....	15
1.3 Pekařská kvalita zrna	15
1.3.1 Objemová hmotnost	16
1.3.2 Obsah lepku.....	16
1.3.3 Obsah N-látek.....	16
1.3.4 Číslo poklesu (pádové číslo)	16
1.3.5 Sedimentační hodnota (Zelenyho test).....	17
1.3.6 Vaznost mouky	17
1.3.7 Rapid mix test (pekařský pokus).....	17
1.3.8 Parametry zrna hodnocené při výkupu.....	17
1.4 Faktory ovlivňující kvalitu zrna	17
1.4.1 Vnitřní faktory.....	17
1.4.2 Vnější faktory	18
2 Cíl práce	20
3 Materiál a metodika.....	21
3.1 Charakteristika pokusného pozemku.....	21
3.1.1 Popis agrochemických vlastností půd v Dobkově	21
3.1.2 Srážkové a teplotní podmínky Dobkov	22
3.2 Metodika pokusu	22

3.3	Charakteristika odrůdy Rivero	25
3.4	Použitá hnojiva a regulátor.....	26
3.4.1	LAV 27	26
3.4.2	DASA 26/13.....	26
3.4.3	DAM 390	26
3.4.4	Močovina 46	26
3.4.5	Moddus.....	26
3.5	Použité analytické metody.....	27
3.5.1	Fenologické pozorování	27
3.5.2	Stanovení počtu klasů na m ²	27
3.5.3	Stanovení počtu zrn v klasu	27
3.5.4	Stanovení HTZ.....	27
3.5.5	Skutečný výnos zrna	27
3.5.6	Stanovení obsahu N-látek	27
3.5.7	Stanovení obsahu lepku.....	28
3.5.8	Stanovení sedimentační hodnoty zrna (Zelenyho test)	28
3.5.9	Stanovení čísla poklesu (pádové číslo)	28
3.5.10	Stanovení objemové hmotnosti	28
3.6	Použité statistické metody	28
4	Výsledky a diskuze	29
4.1	Fenologické pozorování	29
4.2	Skutečný výnos zrna pšenice ozimé	29
4.3	Počet klasů na m ²	30
4.4	Počet zrn v klasu.....	32
4.4.1	Hmotnost tisíce zrn (HTZ).....	33
4.5	Jakostní parametry zrna pšenice ozimé	35
4.5.1	Dusíkaté látky (N-látky).....	35

4.5.2	Obsah lepku.....	36
4.5.3	Sedimentační hodnota zrna (Zelenyho test).....	37
4.5.4	Číslo poklesu (pádové číslo).....	38
4.5.5	Objemová hmotnost	40
5	Závěr	42

Úvod

Pěstování ozimé pšenice má nejen v České republice nezastupitelný význam. Ten je dán její největší výměrou z pěstovaných plodin. V České republice se v roce 2019 pěstovalo 814 517 ha, což činí 27,5 % celkové orné půdy. V EU je pěstováno 25,7 milionů hektarů pšenice s průměrným výnosem 5,7 t*ha⁻¹. Přibližně 40 % evropské pšenice se používá jako potravina, 30 % jako krmivo a 15 % se vyváží. Současné zemědělství je určováno několika faktory. Kromě podnebí a dotací je to i omezená dostupnost úrodné půdy, pracovní síly a orientace na ekonomický výsledek. Využívá se tedy intenzifikačních vstupů, kterými jsou zejména přípravky na ochranu rostlin a minerální hnojiva, přísun organických hnojiv zůstává většinou malý. Rozhodující roli hraje výživa dusíkem. Používání fosforečných a draselných hnojiv nebo vápnění se v praxi velmi liší.

Spotřeba potravin roste spolu s populací a její zvyšující se kupní silou, která zejména v Asii dovoluje navýšit poptávku po kvalitních potravinách. I z tohoto důvodu je zemědělství v posledních letech objektem výzkumu a vývoje moderních technologií. S nástupem nového Evropského parlamentu přišlo i téma omezování intenzifikačních vstupů. Mluví se o redukci spotřeby minerálních hnojiv a používání přípravků na ochranu rostlin, a to až o 50 %. Je tedy nutné pokračovat v ověřování přínosů těchto faktorů s cílem zajistit rentabilitu podnikání, minimální negativní dopady na životní prostředí a dostatečnou produkci zdravotně nezávadných produktů.

1 Literární přehled

1.1 Pšenice ozimá

Rod pšenice *Triticum* L. patří do čeledi lipnicovitých Poaceae. Pšenice obecná (*Triticum aestivum* L.) patří v České republice, ale i ve světě, k nejdůležitějším zemědělským plodinám. Jeden z nejstarších nálezů divoké pšenice je starý asi 18 000 let. Její domestikace proběhla asi před 9 000 lety (Zimolka a kol., 2005).

Pšenice ozimá se v České republice pěstuje na výměře okolo 800 000 ha. V roce 2019 bylo sklizeno 814 517 ha, s průměrným výnosem 5,68 t*ha⁻¹ (Anonym 1, 2019).

Rozsah pěstování souvisí se širokým hospodářským využitím jejich produktů. Hlavní využití pšenice je v krmivářství a potravinářství. Ačkoliv převažují potravinářské odrůdy, tak vlivem povětrnostních podmínek nebo nevhodných agrotechnických zásahů je většina sklizeného množství využita ke krmným účelům (60 %). Asi 35 % sklizené pšenice je využito k potravinářským účelům. K tomuto využití jsou odrůdy tříděny dle jakosti na elitní E, kvalitní A, chlebové B a keksové K. Zbylý podíl, asi 5 %, je využit pro průmyslové zpracování. Tím je myšlena produkce bioethanolu nebo vitálního lepku. Nadzemní biomasu lze využít i pro energetické účely, např. spalování slámy (Petr, 2001).

Pšenice má listy přisedlé a složené z čepele a pochvy, na jejichž přechodu je jazýček a po stranách listové pochvy je pár oušek. Vznik stébla signalizuje přechod z vegetační do generativní fáze růstu. Stéblo je duté, tvořené většinou 5 články, které jsou odděleny kolénky. Květenstvím pšenice je složený klas, jehož osou je vřeteno, na jehož každý článek přísluší jeden vícekvětý klásek. Klásek tvoří dvě bezosinné plevy a příslušný počet 2–7 kvítků, které obaluje plučka a pluška. Obilka je nahá, buclatá, na řezu oblá, s lehce vystouplým klíčkem a na protilehlé straně ochmýřená. Zvláštností pšenice ozimé je její genom, který je alohexaploidní ($2n = 6x = 42$) a je rozdělen na 21 chromozomů. Polyploidie je výsledkem kombinace genomů tří diploidních druhů trav, které postupem času daly vzniknout kulturní formě *Triticum aestivum* L. (Hosnedl a kol., 2008).

Z hlediska osevních postupů je ozimá pšenice jednou z nejnáročnějších plodin. Jako předplodiny jsou pro ni nejvhodnější jeteloviny, luskoviny, olejoviny nebo

okopaniny, což jsou většinou organicky hnojené plodiny. Za nejlepší předplodinu se považuje vojtěška, která však v suchých letech prohlubuje vláhový deficit (Zimolka a kol., 2005).

1.2 Výživa pšenice ozimé

Výživa a hnojení pšenice ozimé patří mezi základní faktory, kterými můžeme ovlivnit výnos a kvalitu produkce. Pšenice ozimá přijme na podzim relativně málo živin, v zimě žádné. Rozhodující příjem přichází na jaře, kdy rostlina musí obnovit biomasu (Černý a kol., 2014).

1.2.1 Základní hnojení

Aby bylo možné dobře využít aplikované živiny, je nutné zabezpečit optimální pH, které se u pšenice ozimé pohybuje optimálně nad hodnotou 6, v případě nižšího pH je příjem živin, ale hlavně výnos, značně redukován. K vápnění používáme zejména uhličitanová hnojiva případně dolomitický vápenec, který obsahuje i hořčík (Vaněk a kol., 2016).

Stejně jako u jiných polních plodin platí i zde zákon minima. Limitujícím je tedy nejméně přístupná živina. Z tohoto důvodu je důležité věnovat pozornost základnímu hnojení, které vyplývá z agrochemických rozborů půdy nebo z anorganických rozborů rostlin a plánovaného výnosu (Zimolka a kol., 2005).

Následující tabulka č. 1 udává odběrový normativ jednotlivých živin na 1 t zrna.

Tabulka č. 1: Odběrový normativ jednotlivých živin na 1 t zrna

kg*t ⁻¹					
N	P	K	Ca	Mg	S
22,0-26,0	4,4-6,2	17,0-21,0	2,8-5,7	1,2-3,0	4,0-5,8

Základní, neboli předset'ové hnojení, má za úkol upravit obsahy živin jako je N, ale i P, K, Mg a S. Aplikace fosforečných hnojiv se uskutečňuje většinou současně s hnojivy draselnými. Fosfor má důležitou úlohu v energetickém metabolismu. Ovlivňuje fotosyntézu, dělení buněk, syntézu bílkovin a lipidů. Z kvalitativních parametrů je dostatek fosforu důležitý pro HTZ a sklovitost. Hnojení fosforem by

neměli podceňovat zejména ti, kteří si produkují vlastní farmářské osivo, protože nedostatek fosforu v zrně a následně v osivu by způsobil horší klíčení a vzházení. Fosfor lze doplnit hnojivy jako je amofos, či superfosfáty. V kyselých půdách jsou vhodnější mleté fosfáty nebo hyperfosfáty (Prugar a kol., 2008).

Draslík a hořčík ovlivňují enzymy důležité pro fotosyntézu a tvorbu bílkovin. Tím zlepšují hodnoty sedimentace, HTZ a obsahu lepku. Zvyšují i odolnost proti poléhání. Draslík doplňujeme podobně jako fosfor. Důležité je zhodnotit i případnou zaorávku posklizňových zbytků, které jsou na draslík poměrně bohaté. Z draselných hnojiv používáme draselnou sůl, či kombinovaná hnojiva např. Korn-Kali. Hořčík doplňujeme buď samostatně nebo v rámci vápnění. Z hořečnatých hnojiv lze aplikovat hořkou sůl nebo kieserit (Zimolka a kol., 2005).

V posledních letech je důležité kvůli úbytku emisí síry používat při předset'ové přípravě i hnojiva s touto živinou. Síra má vliv na reologické vlastnosti těsta, které se poté promítají do objemu pečiva. Mezi využitelná hnojiva patří jednoduchý superfosfát, DASA, síran draselný aj. (Richter a Ryant, 2002). Síra v kombinaci s adekvátní výživou dusíkem je důležitá pro vysoký a kvalitativně dobrý výnos zrna (Zhao a kol., 1997).

Aplikace dusíku na podzim se provádí v případě, kdy se obsah minerálního dusíku v půdě pohybuje pod $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Po jetelovinách a hnojem hnojených předplodinách není třeba předset'ovou dávku aplikovat. Po chudých předplodinách, suchém podzimu a pozdním termínu setí aplikujeme asi $20\text{-}30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Pšenice ozimá přijme do zimy maximálně 12 % z jeho celkové spotřeby. Rozhodující aplikace se odehrávají během jarní vegetace a jsou rozděleny do třech termínů. Brzy na jaře se aplikuje regenerační hnojení, počátkem sloupkování provedeme produkční hnojení a jako poslední je provedeno kvalitativní přihnojení (Zimolka a kol., 2005).

1.2.2 Regenerační hnojení

Regenerační hnojení provádíme s cílem zajistit rychlý rozvoj kořenového systému a následnou obnovu nadzemní biomasy. Hnojivo nesmí být aplikováno na sníh, promrzlou půdu nebo půdu přesycenou vodou. Množství aplikovaného hnojiva volíme na základě počtu rostlin, počtu odnoží, zdravotním stavu a minerálního dusíku v půdě (N_{\min}). Z rozboru půdy v profilu 0-30 cm zjistíme obsah N_{\min}

v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, který vynásobíme koeficientem 4,5, čímž dostaneme obsah dusíku v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Zimolka a kol., 2005). Pro slabé a mrazem poškozené porosty lze doporučit nitrátovou formu dusíku (LAV, LAD). Stejnou formu hnojiva lze zvolit při pozdějším a rychlém nástupu jara. Nepoškozené a středně odnožené porosty lze přihnojit amonnou, či amidickou formou dusíku (DASA, močovina). Regenerační dávka dusíku se pohybuje kolem $40\text{--}60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Ryant a kol., 2017).

1.2.3 Produkční hnojení

Produkční hnojení provádíme s cílem vytvořit optimální základ výnosových prvků, podporujeme růst a vývoj odnoží a kladně působíme na velikost listové plochy. Dávka dusíku je optimálně určena podle anorganického rozboru rostlin. Do fáze BBCH 30 rostliny přijmou asi 40 % dusíku. Správná koncentrace živin podporuje intenzivní růst. Přihnojení provedeme nejčastěji hnojivem DAM 390, SAM, či LAD nebo LAV. Dávka se pohybuje na úrovni $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dávka se často aplikuje ve dvou termínech s odstupem 2 až 3 týdnů (Prugar a kol., 2008).

1.2.4 Kvalitativní hnojení

Prugar a kol. (2008) pokládají kvalitativní hnojení za samozřejmost. Vytváří předpoklady pro zvýšení technologické jakosti pšenice. Ryant a kol. (2017) udávají, že nejvyšší efekt je dosažen na lehkých a středních půdách, které bývají dusíkem hůře zásobeny. U slabých porostů se kvalitativní hnojení kryje s II. produkční dávkou a je aplikována BBCH 37. Ostatní porosty hnojíme na počátku metání, tj. BBCH 51. Přihnojením v tomto období se zvyšuje HTZ, přihnojení v době kvetení BBCH 61 zvyšuje obsah lepku. Dávka by se měla pohybovat na úrovni zhruba $20 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Vaněk a kol., 2016).

1.3 Pekařská kvalita zrna

Spolu s výnosovým potenciálem jsou právě parametry pekařského využití hlavním faktorem rozhodujícím o registraci nové odrůdy (Horáková, 2011). Mezi hlavní kritéria patří objemová hmotnost, sedimentační hodnota (Zelenyho test), obsah dusíkatých látek (N-látek), číslo poklesu, vaznost mouky a rapid mix test (Novotný a Hubík, 2006). Výčet doplňkových kritérií není v literatuře konzistentní a například Horáková (2011) uvádí pouze tvrdost zrna a alveografické zhodnocení.

1.3.1 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost je parametr mlynářské jakosti, který souvisí s výtěžností mouky. Závisí zejména na ročníku, pěstitelských podmínkách, zdravotním stavu a odrůdě. V ročnících, které jsou z hlediska povětrnostních podmínek nevhodné, bývá jedním z rozhodujících parametrů při výkupu (Novotný a Hubník, 2006). Pro potravinářskou pšenici je dle ČSN 46 1100-2 minimální objemová hmotnost $76 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$ (Bezdičková a kol., 2007). Polišenská a Jirsa (2019) uvádí, že průměrná objemová hmotnost v roce 2019 byla $77,8 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$.

1.3.2 Obsah lepku

Požadovaná hodnota obsahu lepku je 23 %. Spolu s obsahem lepku je důležitá jeho kvalita. Kvalita lepku je dána obsaženými bílkovinami, které ovlivňují viskoelastické vlastnosti. Kvalitu lepku do značné míry ovlivňuje obsah síry, a tedy i výživa touto živinou (Prugar a kol., 2008).

1.3.3 Obsah N-látek

Pro pekárenské účely by mělo zrno pšenice obsahovat minimálně 11,5 % N-látek. Nejvíce jsou ovlivněny dusíkatým hnojením, předplodinou a povětrnostními vlivy. V teplejších oblastech je dosahováno vyšších obsahů. Vyšší obsah působí pozitivně na chování pečiva při pečení, má vliv na jakost těsta a objem pečiva (Prugar a kol., 2008). Polišenská a Jirsa (2019) uvádí, že v roce 2019 byl průměrný obsah N-látek 14 %.

1.3.4 Číslo poklesu (pádové číslo)

Jedná se o metodu hodnocení poškození zásobních látek endospermu zrna hydrolytickými enzymy, které vznikají v důsledku klíčení zrna ještě před sklizní. Největší vliv na toto kritérium má průběh povětrnosti v době dozrávání a sklizně. Mouky, které mají nízké číslo poklesu (100 s a méně), mají vlivem vysoké aktivity enzymu, sklon vytvářet lepkavé a mazlavé těsto. Dobrá není ani příliš vysoká hodnota (350–400 s), při které je aktivita enzymu nízká a dochází k vytváření suchých těst a malých objemů výrobků (Prugar a kol., 2008). Polišenská a Jirsa (2019) uvádí, že průměrná hodnota čísla poklesu v roce 2019 byla 346 s.

1.3.5 Sedimentační hodnota (Zelenyho test)

Jedná se o silně geneticky založený znak. Hodnotí množství i kvalitu lepkové bílkoviny. Podle tohoto testu lze selektovat nevhodné odrůdy či partie zrna s nízkým obsahem bílkovin a nekvalitním lepem. Mezní hodnotou sedimentačního testu je 30 ml (Prugar a kol., 2008). Polišenská a Jirsa (2019) uvádí, že v roce 2019 byla průměrná sedimentační hodnota 45 ml.

1.3.6 Vaznost mouky

Je měřítkem výtěžnosti a stability těsta. Udává, kolik procent vody je mouka schopna navázat. Tvrdozrné odrůdy vykazují větší mechanické poškození škrobu, a proto navazují větší množství vody, než pšenice měkké (Zimolka a kol., 2005).

1.3.7 Rapid mix test (pekařský pokus)

Nejdůležitější a hlavní kritérium kvality zrna. Dle metodiky ÚKZÚZ je těsto intenzivně hněteno, krátkou dobu odleženo a následně strojně zpracováno na chlebičky. Následuje hodnocení pečiva, kde se hodnotí objemová výtěžnost, pružnost těsta a pečiva, vzhled povrchu a lepivost těsta, vyvázanost pečiva, křehkost kůrky, stejnoměrnost pórů, pružnost střídy a chuť pečiva. Střída a póry mohou být hodnoceny moderními obrazovými analýzami (Švec a kol., 2011, Prugar a kol., 2008).

1.3.8 Parametry zrna hodnocené při výkupu

Mezi hodnocené parametry při výkupu potravinářské pšenice patří dle Zimolky a kol. (2005) vlhkost (%), objemová hmotnost ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$), obsah příměsí (%), obsah nečistot (%), obsah N-látek (%), číslo poklesu (s), sedimentační hodnota (ml).

1.4 Faktory ovlivňující kvalitu zrna

Pelikán a Sáková (2001) rozdělují faktory na vnitřní a vnější.

1.4.1 Vnitřní faktory

Obecně je za hlavní kritérium jakosti považována odrůda pšenice. Muchová (2001) uvádí, že odrůda se podílí na jakosti lepku až ze 68 % a z 25 % na jeho množství. Odrůdou je silně ovlivněna sedimentační hodnota, číslo poklesu i objemová hmotnost (Pelikán a Rozsypal, 1993).

1.4.2 Vnější faktory

Mezi vnější faktory patří půdně klimatické vlastnosti, průběh povětrnosti, předplodina, výživa, ochrana rostlin, agrotechnika, sklizeň, posklizňová ošetření a skladování (Prugar a kol., 2008).

S půdně klimatickými poměry úzce souvisí pojem rajonizace, což znamená pěstování odrůd, které jsou dobře přizpůsobeny určitému půdnímu typu, množství srážek a teplotě. Obecně nejlepší jakosti se dosahuje v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Dobrá jakost a vysoký výnos jsou podmíněny mimo jiné dostatkem srážek do fáze kvetení s následnou vyšší teplotou a adekvátní vlhkostí půdy. Při dozrávání je pak ideální teplé a suché počasí směřující k vyšší tvorbě bílkovin (Prugar a kol., 2008). Podle Palíka (2009) mají povětrnostní podmínky významný vliv na číslo poklesu, objemovou hmotnost a obsah dusíkatých látek. Hodnota sedimentačního indexu je naopak ovlivněna nejméně.

V rámci osevních postupů bývá pšenice ozimá, jako nejvýkonnější obilnina, řazena po zlepšujících plodinách (jeteloviny, luskoviny a okopaniny), které mají pozitivní vliv na půdní strukturu, biologickou aktivitu, zásobu živin a dynamiku jejich uvolňování. V posledních letech je pěstována zejména po řepce ozimé. Předplodinou je ovlivněn zejména obsah lepku. Nevhodné je zařazení po obilninách z důvodu vyššího výskytu chorob a škůdců (Vaněk a kol., 2016).

Výživa je nejvýznamnější a jeden z nejlépe ovlivnitelných faktorů, kterým lze ovlivnit výnos, ale i kvalitu obilovin. Jakost zrna je pozitivně ovlivněna dostatečným příjmem všech základních biogenních prvků, kterými jsou dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík a síra. Výživa dusíkem má z hlediska korelačních koeficientů nejzásadnější vliv. Ten se však projeví pouze tehdy, jsou-li přístupné v dostatečné míře i ostatní živiny (Zimolka a kol., 2005). Aplikace dusíku má zásadní vliv na obsah dusíkatých látek, včetně kvality bílkovinného komplexu, na objemovou hmotnost a částečně i na číslo poklesu. Správnou výživou lze minimalizovat negativní vliv ročníku, či předplodiny (Prugar a kol., 2008).

Z hlediska ochrany rostlin se jeví jako nejdůležitější a nejlevnější opatření správná rajonizace a výběr odolných odrůd (Zimolka a kol., 2005).

Soubor agrotechnických opatření má menší vliv na jakost pšenice. Je však důležité dodržovat veškeré zásady, které mají ve výsledku vliv na vzcházení a výskyt chorob. Zrno napadených rostlin je lehčí a má nižší obsah bílkovin. Optimální hloubka setí je asi 30–50 mm a výsevek je nejčastěji od 3,5 do 5 milionů obilek na ha (Prugar a kol., 2008).

Termín sklizně je nejvhodnější ve žluté zralosti. Pozdější sklizeň snižuje obsah lepku a jeho kvalitu. Zrno může porůstat a vlivem enzymatické aktivity dojde ke snížení čísla poklesu (Faměra, 1993).

Posklizňová úprava je důležitá z důvodu čištění a sušení obilí s vyšší vlhkostí. Sušení musí být citlivé, aby nedošlo k poškození enzymů, které jsou důležité zejména u osiva a sladovnického ječmene. Při deštivém průběhu sklizně je třeba upravit zrno okamžitě. Suší se na vlhkost 14 % (Zimolka a kol., 2005).

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo vyhodnotit výsledky poloprovozního polního pokusu se stupňovanými dávkami dusíku a aplikací morforegulátoru. Stanoveny byly následující hypotézy:

- 1) Stupňovaná dávka dusíku zvyšuje výnos zrna.
- 2) Stupňovaná dávka dusíku pozitivně ovlivňuje jakostní parametry zrna.
- 3) Aplikace morforegulátoru pozitivně ovlivňuje výnos a jakostní parametry zrna.

3 Materiál a metodika

3.1 Charakteristika pokusného pozemku

Pokus byl založen na půdním bloku, který obhospodařuje rodinná farma v kraji Vysočina, u obce Dobkov nedaleko Chotěboře. Nadmořská výška pokusného pozemku je 550 m n. m. Průměrná roční teplota 7,4 °C a průměrný úhrn srážek 540 mm. Pozemek se nachází v bramborářské výrobní oblasti, půdní druh je hlinitopísčité až písčitolhinitý. Dle zrnitostního složení se jedná o půdu lehkou až středně těžkou, půdním typem je dystrická kambizem s katalogovým číslem BPEJ 8.34.01.

3.1.1 Popis agrochemických vlastností půd v Dobkově

Tabulka č. 2: Agrochemické vlastnosti půd před založením pokusu, Dobkov

Hospodářský rok	pH	Obsah přístupných živin (mg*kg ⁻¹)			
		P	K	Ca	Mg
2018/2019	5,2	54	233	1270	140

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství číslo 275/1998 Sb., lze zhodnotit obsah přístupných živin na lokalitě Dobkov následovně. Obsah fosforu byl stanoven jako vyhovující, obsah draslíku dobrý, u vápníku byl obsah vyhovující, u hořčíku rovněž. Půdní reakce byla kyselá. Poměr K:Mg byl dle Zbírala (2002) vyhovující a dosahuje hodnoty 1,66.

3.1.2 Srážkové a teplotní podmínky Dobkov

Tabulka č. 3: Průběh srážek a teplot – Dobkov 2018

Měsíc	Úhrn srážek (mm)		Průměrná teplota vzduchu (°C)	
	2018	Dlouhodobý průměr	2018	Dlouhodobý průměr
Leden	22,0	44,0	0,5	2,6
Únor	7,4	38,0	-4,6	-1,5
Březen	15,8	48,0	-0,2	2,2
Duben	9,8	41,0	12,6	7,4
Květen	36,4	71,0	15,7	12,6
Červen	52,8	75,0	16,5	15,4
Červenec	26,8	87,0	19,1	17,3
Srpen	12,8	80,0	20,7	16,9
Září	39,8	56,0	14,8	12,4
Říjen	28,2	39,0	10,1	7,6
Listopad	16,6	46,0	3,8	2,3
Prosinec	40,0	47,0	-0,2	-1,6

Tabulka č. 4: Průběh srážek a teplot – Dobkov 2019

Měsíc	Úhrn srážek (mm)		Průměrná teplota vzduchu (°C)	
	2019	Dlouhodobý průměr	2019	Dlouhodobý průměr
Leden	8,2	44,0	-2,7	-2,6
Únor	23,4	38,0	1,6	-1,5
Březen	33,8	48,0	4,8	2,2
Duben	13,6	41,0	8,9	7,4
Květen	84,8	71,0	9,6	12,6
Červen	36,4	75,0	20,4	15,4
Červenec	87,6	87,0	18,2	17,3
Srpen	23,6	80,0	19,9	16,9
Září	40,6	56,0	13,1	12,4
Říjen	36,6	39,0	9,5	7,6
Listopad	30,8	46,0	4,9	2,3
Prosinec	27,4	47,0	1,0	-1,6

3.2 Metodika pokusu

Praktická část bakalářské práce byla řešena na lokalitě Dobkov ve vegetačním období 2018/2019 poloprovozním pokusem. Do pokusu byly zařazeny 3 varianty ve třech opakováních. Pokusné plochy měly výměru 1,77 ha. Jednotlivé varianty uvádí tabulka č. 5.

Tabulka č. 5: Varianty pokusu

Varianta	1.	2.	3.		
Hnojivo	Dávka (kg*ha ⁻¹)	Dávka (kg*ha ⁻¹)	Dávka (kg*ha ⁻¹)	Množství kg č. ž. N*ha ⁻¹	Termín aplikace dle BBCH
LAV 27	200	200	200	54	25
DASA 26/13	200	200	200	52	29
DAM 390	140	140	140	39	32
Močovina 46		100	100	46	49
Moddus			0,4		34
Dávka kg č. ž. N*ha ⁻¹	145	191	191		

V následující tabulce č. 6 jsou uvedeny provedené pracovní operace na půdním bloku.

Tabulka č. 6: Pracovní operace Dobkov 2018/2019

Datum	Operace	Materiál	Dávka (kg*ha ⁻¹)
08. 08. 2018	podmítka strniště		
02. 10. 2018	orba		
17. 10. 2018	smykování		
20. 10. 2018	setí	Rivero	230
05. 04. 2019	regenerační hnojení	LAV 27,0	200
18. 04. 2019	1. produkční	DASA 26/13	200
26. 04. 2019	2. produkční	DAM 390	140
05. 05. 2019	regulátor růstu	Moddus	0,4
03. 06. 2019	kvalitativní	Močovina 46	100
14. 08. 2019	sklizeň		



Obrázek č. 1: Pšenice BBCH 71 (fotografie autora)



Obrázek č. 2: Používání metrovky (fotografie autora)



Obrázek č. 3: Vyhodnocování pokusu (fotografie autora)



Obrázek č. 4: Aplikace přípravku na ochranu rostlin (fotografie autora)

3.3 Charakteristika odrůdy Rivero

Šlechtitelem této odrůdy je společnost Nordsaat Saatucht GmbH. Jedná se o polopozdní odrůdu se stabilními hodnotami pekařské kvality A či E, ačkoli je řazena do sortimentu odrůd A/B. Disponuje kombinací výborného zdravotního stavu, vysokého výnosu, plastičnosti a dobrým přezimováním. Předností je odolnost proti napadení padlím travní. Díky toleranci sušších podmínek je vhodná i pro aridnější oblasti. Odrůda by měla dosahovat vysokého počtu zrn v klase při střední výšce rostlin (Horáková a Dvořáčková, 2019).

3.4 Použitá hnojiva a regulátor

3.4.1 LAV 27

LAV 27 je granulované bělavé až světle hnědé dusíkaté hnojivo s obsahem 27 % dusíku, přičemž polovina je ve formě amonné a druhá ve formě dusičné. Je tvořeno směsí dusičnanu s jemně namletým vápencem. Jeho částice mají velikost 2 až 5 mm. Používá se jak pro základní hnojení, tak pro přihnojení během vegetace (Škarpa a Ryant, 2015).

3.4.2 DASA 26/13

DASA 26/13 je granulované dusíkaté hnojivo s obsahem síry. Celkový dusík tvoří 26 %, přičemž je z jedné třetiny v dusičnanové a ze dvou třetin v amonné formě, síry je zde 13 %. Hnojivo se používá rovněž jak pro základní, regenerační, tak i pro produkční hnojení. DASA je vhodné hnojivo pro rostliny s velkou spotřebou síry, např. řepka, obilniny, hořčice, nebo zelí (Škarpa a Ryant, 2015).

3.4.3 DAM 390

DAM 390 je roztok dusičnanu amonného a močoviny. Je to kapalné dusíkaté hnojivo s obsahem 30 % dusíku. Jedna čtvrtina je ve formě amonné, jedna čtvrtina ve formě dusičnanové a polovina ve formě amidické. DAM je mísitelný s přípravky na ochranu rostlin i dalšími hnojivy. S vodou se ředí v poměru 1 díl DAMu a 7 dílů vody (Škarpa a Ryant, 2015).

3.4.4 Močovina 46

Močovina 46 je koncentrované dusíkaté hnojivo s obsahem dusíku minimálně 45 %, přičemž veškerý dusík je ve formě amidické. Toto hnojivo je také vhodné jak pro hnojení předset'ové, tak pro přihnojení během vegetace. Zvláště vhodné je pak pro polní plodiny náročné na dusík – kukuřice, okopaniny, řepka (Škarpa a Ryant, 2015).

3.4.5 Moddus

Regulátor růstu a vývoje rostlin na bázi emulgovaného koncentrátu, který je určen ke zvýšení odolnosti proti poléhání pšenice ozimé, řepky ozimé, triticales, žita aj.. Účinnou látkou je trinexapac-ethyl. Moddus by měl zkrátit stéblo, tím ho zpevnit a zvýšit odolnost proti poléhání, které má zejména v pozdní fázi negativní vliv na

jakost zrna. Výrobce použitého regulátoru je Syngenta Crop Protection AG, který uvádí, že výhodou tohoto přípravku je až třikrát rychlejší vstup účinné látky do rostliny oproti účinným látkám na bázi CCC (Anonym 2, 2020).

3.5 Použité analytické metody

3.5.1 Fenologické pozorování

Během vegetace byly s využitím makrofenologické stupnice (Zadoksova) stanovovány jednotlivé fenologické fáze (00-99 DC).

3.5.2 Stanovení počtu klasů na m²

Počet klasů na m² byl stanoven pomocí metrovky, která byla pokládána rovnoběžně se směrem řádků. Počítání proběhlo na každém opakování dvakrát a výsledná hodnota byla zjištěna aritmetickým průměrem.

3.5.3 Stanovení počtu zrn v klasu

Počet zrn v klasu byl stanoven u 15 průměrných klasů odebraných na každé pokusné parcelce. Napočítané hodnoty byly aritmeticky zprůměrovány. Výsledkem byl průměrný počet zrn v klasu.

3.5.4 Stanovení HTZ

HTZ bylo stanoveno ručním počítáním. Napočítalo se a zvažilo 2 x 500 zrn. Obvykle se pohybuje v rozmezí 30–50 g (Diviš a kol., 2010).

3.5.5 Skutečný výnos zrna

Po sklizni jednotlivých pokusných parcel bylo zrno zvaženo na mostní váze. Zjištěné hodnoty ze všech opakování byly přepočteny na výnos z 1 ha a aritmeticky zprůměrovány dle jednotlivých variant.

3.5.6 Stanovení obsahu N-látek

Obsah N-látek v zrnu byl stanoven pomocí metody Kjeldahla. Touto metodou se stanoví množství dusíku v zrnu a následným vynásobením koeficientem 5,7 se získá množství N-látek (Zimolka a kol., 2005).

3.5.7 Stanovení obsahu lepku

Sešrotované zrno, které se zadělá 2% roztokem chloridu sodného na těsto, se následně promílá vodou. Proběhne zvážení, vylišování, zvážení (vlhký lepek), vysušení a zvážení – suchý lepek (ČSN 46 1011-9, 1988).

3.5.8 Stanovení sedimentační hodnoty zrna (Zelenyho test)

Jedná se o vyhodnocení bobtnavosti pšeničných bílkovin v organických kyselinách. Pro kvalitu pšeničného zrna je rozhodující objem sedimentu celozrnného šrotu v ml v roztoku kyseliny mléčné (ČSN 46 1022).

3.5.9 Stanovení čísla poklesu (pádové číslo)

Pádové číslo se udává v sekundách od ponoření viskozimetrickým míchadlem specifikovaným způsobem a dále času potřebného k poklesu míchadla o určenou vzdálenost ve vodném gelu připraveném z mouky nebo celozrnného šrotu, který je obsažen ve viskozimetrické zkumavce (Kovaříková a Netolická, 2011).

3.5.10 Stanovení objemové hmotnosti

Objemová hmotnost je definována, jako poměr hmotnosti vyjádřené v kilogramech, k objemu vyjádřenému v hektolitrech. Udává se s přesností na dvě desetinná místa (Hořčíčka, 2001).

3.6 Použité statistické metody

Data byla vyhodnocena programem STATISTICA 13. Vyhodnoceny byly jednotlivé výnosové prvky (počet klasů na m², počet zrn v klasu a hmotnost tisíce zrn), celkový výnos a vybrané kvalitativní parametry (dusíkaté látky, obsah lepku, sedimentační hodnota zrna, číslo poklesu a objemová hmotnost). Jednotlivá data byla hodnocena jednofaktorovou analýzou variance na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$. P-hodnota je hladinou pravděpodobnosti, pro kterou platí nulová hypotéza, že se dvě sledované varianty od sebe statisticky významně neliší. Nabude-li hodnota $<0,05$ popř. $<0,01$, nebo $<0,001$ zamítáme nulovou hypotézu a mezi sledovanými variantami je statisticky významný, popř. velmi významný, nebo velmi vysoce významný rozdíl.

4 Výsledky a diskuze

4.1 Fenologické pozorování

U kontrolní varianty 1 byly sledovány jednotlivé růstové fáze, které jsou uvedeny v tabulce č. 7.

Tabulka č. 7: Fenologické pozorování

Růstové fáze	DC	Termín
Klíčení	00	23. 10. 2018
Vzcházení	10	30. 10. 2018
Odnožování	20	28. 11. 2018
Sloupkování	30	20. 04. 2019
Metání	50	21. 06. 2019
Kvetení	60	05. 07. 2019
Žlutá zralosti	87	08. 08. 2019
Plná zralost	90	14. 08. 2019

4.2 Skutečný výnos zrna pšenice ozimé

Následující tabulka č. 8 uvádí míru ovlivnění skutečného výnosu různými variantami hnojení. Dosažené rozdíly nebyly statisticky významné.

Tabulka č. 8: Analýza variance pro výnos zrna

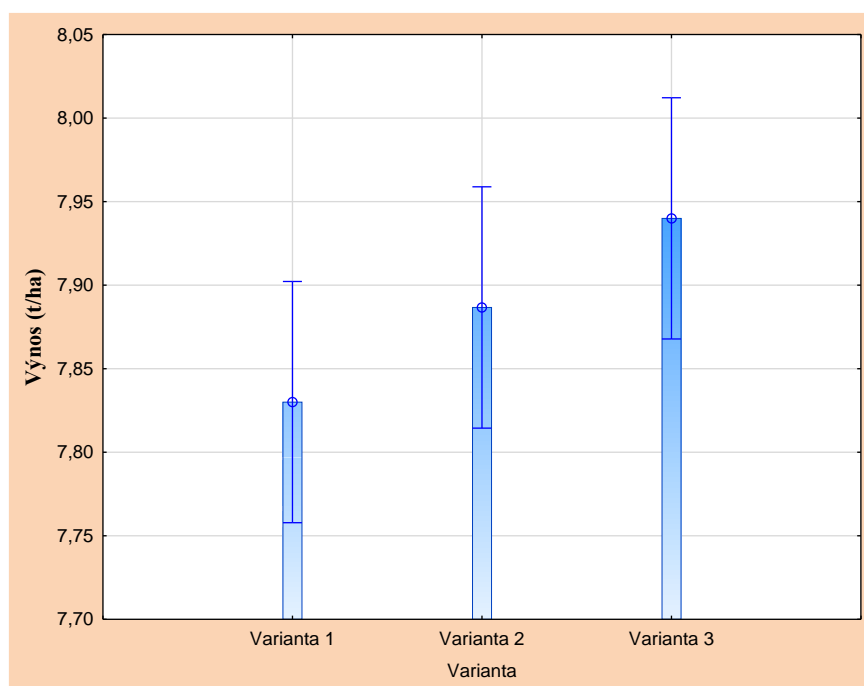
Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Výnos					
Varianta	0,0182	2	0,0091	3,5	0,0994
Chyba	0,0157	6	0,0026		

Z tabulky č. 9 je patrné, že nejvyššího průměrného výnosu dosáhla varianta 3 ($7,83 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Druhého nejvyššího pak varianta 2 ($7,89 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a nejnižšího varianta 1 – $7,83 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ačkoli je zde patrný nárůst výnosu vlivem stupňujících se intenzifikačních opatření, tak je nízký. Neodpovídá nárůstu 46 kg aplikovaného N. Výnos tedy mohl být limitován některou další živinou, či půdními podmínkami. Půdní reakce na pozemku byla kyselá (pH 5,2), což pro pšenici není optimální hodnota, měla by se pohybovat v rozmezí pH 6,0-7,2. Kyselá půdní reakce rovněž omezuje příjem dalších živin, zejména fosforu, který byl navíc pouze ve vyhovující zásobě (Vaněk a kol., 2016). Průběh povětrnosti, respektive nedostatek srážek v některých měsících vegetace, mohl dále působit jako růst limitující faktor a snížit dosažitelný výnos (Křen

a kol., 2015). Aplikace regulátoru v podmínkách nedostatečných srážek neměla statisticky významný vliv na výnos pšenice ozimé ani v práci Matysiaka (2006).

Tabulka č. 9: Průměrný výnos zrna ($t \cdot ha^{-1}$)

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Varianta 1	3	7,83 ± 0,06	a	100,0
Varianta 2	3	7,89 ± 0,05	a	100,8
Varianta 3	3	7,94 ± 0,05	a	101,4



Graf č. 1 Průměrné výnosy zrna pšenice ozimé ($t \cdot ha^{-1}$) dle jednotlivých variant hnojení

4.3 Počet klasů na m^2

Tabulka č. 10 uvádí analýzu rozptylu hodnot pro počet klasů na m^2 . Je z ní patrné, že varianty hnojení měly na tento parametr statisticky významný vliv.

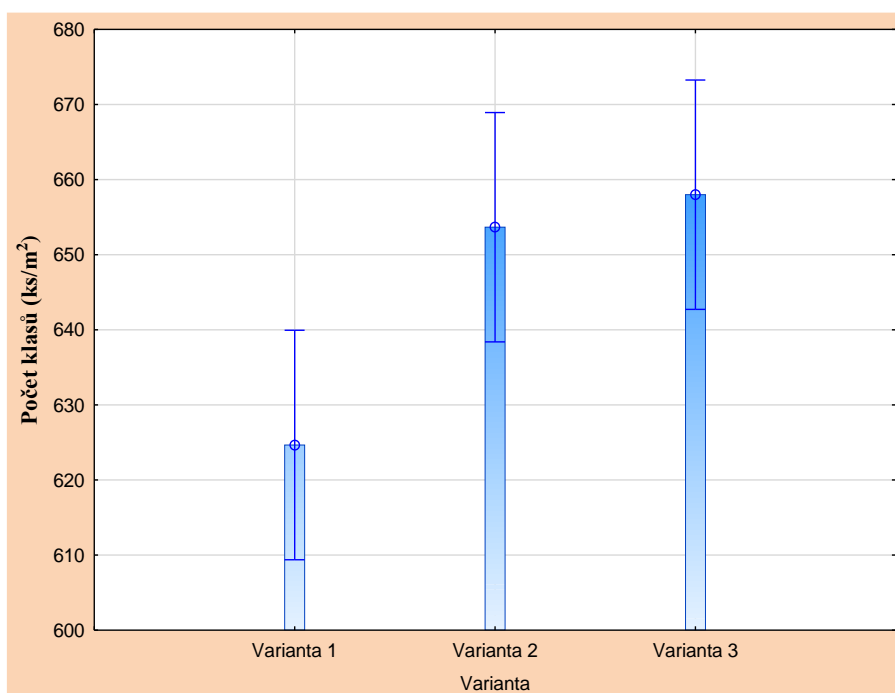
Tabulka č. 10: Analýza variance pro počet klasů na m²

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Počet klasů na m²					
Varianta	1971	2	985	8,43	0,0181
Chyba	701	6	117		

Při pohledu na následující tabulku č. 11 je patrné, že nejnižšího průměrného počtu klasů (616 ks) dosáhla varianta 1. Následoval průměrný počet 654 ks u varianty 2 a nejvyšší počet 658 ks u varianty 3. V pokusu Litke a kol. (2017) došlo rovněž stupňovanou dávkou dusíku ke zvýšení počtu klasů na m². To souhlasí s našimi výsledky, kdy varianty 2 a 3 dosáhly vyššího průměrného počtu klasů, oproti nižší dávce dusíku ve variantě 1. Aplikace regulátoru růstu neměla na počet klasů statisticky významný vliv. Ke stejnému závěru dospěli ve své práci i Grijalva-Contreras a kol. (2012) nebo Miziniak a Matysiak (2016).

Tabulka č. 11: Průměrný počet klasů na m²

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Varianta 1	3	616,00 ± 11,14	aa	100,0
Varianta 2	3	653,67 ± 5,03	ab	106,1
Varianta 3	3	658,00 ± 5,29	b	106,8



Graf č. 2: Průměrné počty klasů (ks/m²) dle jednotlivých variant hnojení

4.4 Počet zrn v klasu

Při pohledu na tabulku č. 12 lze konstatovat, že rozdíl dosažení variantami hnojení není statisticky významný.

Tabulka č. 12: Analýza variance počtu zrn v klasu

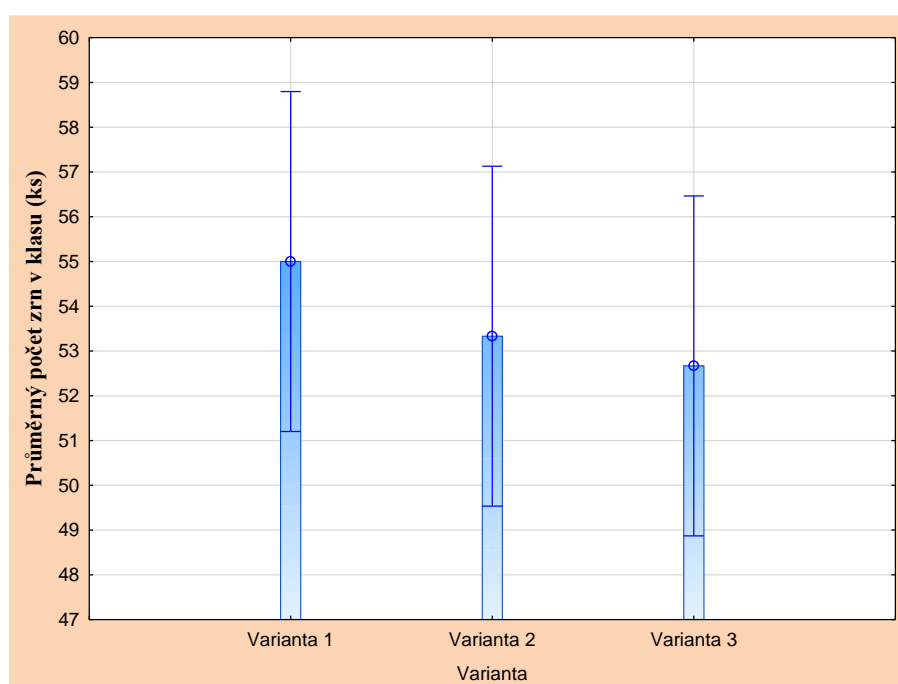
Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Počet zrn v klasu					
Varianta	8,67	2	4,33	0,6	0,5787
Chyba	43,33	6	7,22		

Z tabulky č. 13 lze vyčíst, že počet zrn v klasu byl jednotlivými variantami výživy ovlivněn minimálně. Nejnižšího průměrného počtu dosáhla varianta 3 (53 ks), varianta 1 dosáhla nejvyššího počtu (55 ks). Langer a Liew (1973) uvádí, že při dostatečné výživě dusíkem se průměrný počet zrn v klasu pohybuje mezi hodnotami 45-50 ks a při nedostatečné výživě klesá. Varianta 3 s aplikací regulátoru růstu dosáhla nejnižšího průměrného počtu zrn v klasu (52,67 ks). K podobnému závěru se dopracoval i Miziniak a Matysiak (2016), kde aplikace stejného množství trinexapac ethylu (100 g*ha⁻¹) snížila počet zrn oproti neošetřené kontrole z 42,8 na 38,8. Takové výsledky

mohla způsobit aplikace močoviny, anebo regulátoru růstu v nevhodné – stresové situaci, která mohla být způsobena epizodami sucha ve vegetačním období.

Tabulka č. 13: Průměrný počet zrn v klasu

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Varianta 1	3	55,00 ± 2,65	a	100,0
Varianta 2	3	53,33 ± 3,05	a	97,0
Varianta 3	3	52,67 ± 2,31	a	95,8



Graf č. 3: Průměrné počty zrn v klasech (ks) dle jednotlivých variant hnojení

4.4.1 Hmotnost tisíce zrn (HTZ)

Výživové varianty měly dle tabulky č. 14 statisticky velmi významný vliv na hmotnost tisíce zrn (HTZ).

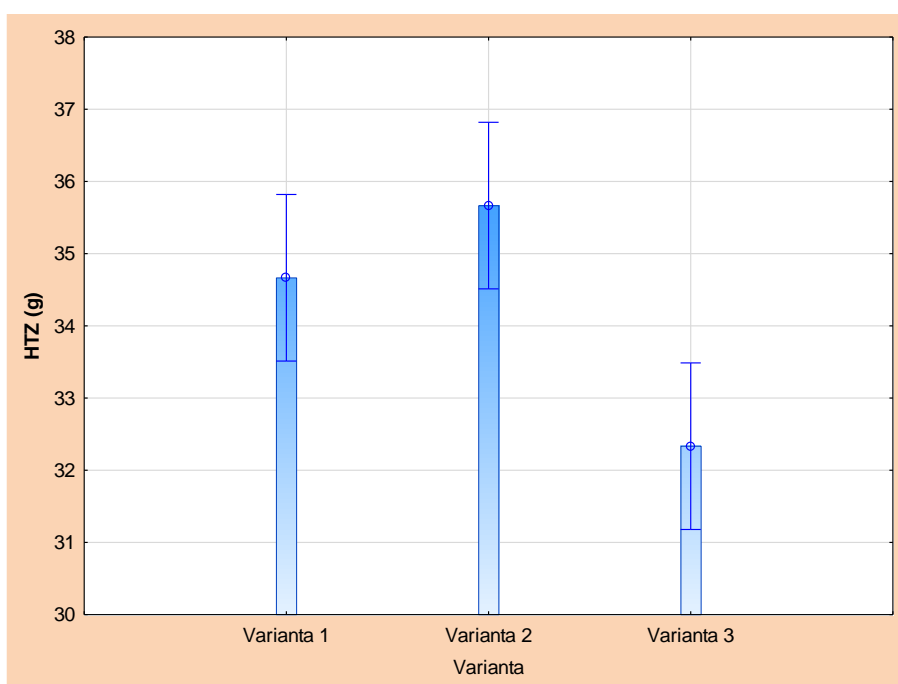
Tabulka č. 14: Analýza variance HTZ

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Hmotnost tisíce zrn					
Varianta	17,56	2	8,78	13,17	0,0064
Chyba	4	6	0,67		

Nejvyšší průměrné HTZ (35,67 g) bylo dosaženo u varianty 2. Varianta 1 s nižší dávkou dusíku dosáhla průměrné hodnoty 34,67 g a nejnižší průměrné HTZ bylo dosaženo u varianty 3 s použitím regulátoru růstu - 32,33 g. Dle Vaňka a kol. (2016) kvalitativní dávka dusíku zvyšuje HTZ. Mírného navýšení bylo dosaženo i v našem pokusu, ačkoli výsledek není statisticky průkazný. Aplikace regulátoru růstu snížila statisticky průkazně průměrnou hodnotu HTZ oproti kontrole o 9,4 relativních %. K velmi podobnému výsledku dospěli aplikací trinexapac-ethylu i Grijalva-Contreras a kol. (2012), kdy aplikace ve fázi BBCH 31,32 i 39 statisticky průkazně snižovaly HTZ u všech 4 zkoušených odrůd. Na rostlinách rýže zjistili snížení průměrné HTZ aplikací tohoto regulátoru Sezer a kol. (2016). Dle hodnot uvedených Divišem a kol. (2010) se naše hodnoty pohybují na spodní hranici v rozmezí 30–50 g HTZ. To mohlo být způsobeno průběhem povětrnostních podmínek v období nalévání zrna. Nedostatek srážek v červnu mohl mít negativní dopad jak na HTZ, tak na objemovou hmotnost.

Tabulka č. 15: Průměrné hodnoty HTZ

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Varianta 1	3	34,67 ± 1,15	a	100,0
Varianta 2	3	35,67 ± 0,58	a	102,9
Varianta 3	3	32,33 ± 0,58	b	90,6



Graf č. 4: Průměrná hmotnost tisíce zrn (g) dle jednotlivých variant hnojení

4.5 Jakostní parametry zrna pšenice ozimé

4.5.1 Dusíkaté látky (N-látky)

Obsah N-látek byl variantami hnojení dle tabulky č. 16 ovlivněn statisticky velmi vysoce průkazně.

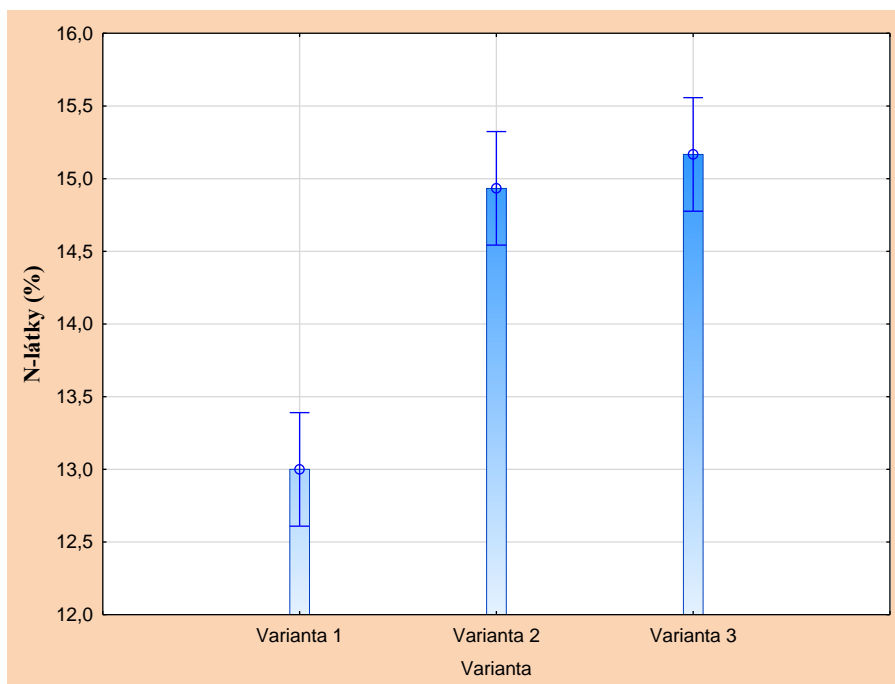
Tabulka č. 16: Analýza variance obsahu dusíkatých látek v zrně

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Dusíkaté látky					
Varianta	8,487	2	4,243	55,555	0,0001
Chyba	0,458	6	0,076		

Zatímco varianta 1 dosáhla průměrné hodnoty 13,00 % a tedy nejnižší, tak varianty 2 a 3, kde byla navíc aplikována močovina 46, dosáhly vyšších hodnot o 14,8 resp. 16,7 relativních %. Všechny 3 varianty splnily dle Hubíka a Marečka (2002) normu ČSN 46 1100-2, což znamená minimálně 11,5 % obsah N-látek. Výsledky dobře korelují se zvýšeným množstvím aplikovaného dusíku, což uvádí Prugar a kol. (2008) i Ondřejčák a Muchová (2005). Průměrná hodnota N-látek na území ČR v roce 2019 činila 14 % a byla tak výrazně nad požadavkem normy. Účinek regulátoru růstu na obsah dusíkatých látek nebyl významný, a i v pracích Miziniaka a Matysiaka (2016), nebo Leszczyńska a Cacak-Pietrzaka (2004) lze vyčíst, že na působení morforegulátoru má značný vliv průběh povětrnosti.

Tabulka č. 17: Průměrný počet dusíkatých látek v zrně

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Varianta 1	3	13,00 ± 0,26	a	100,0
Varianta 2	3	14,93 ± 0,24	b	114,8
Varianta 3	3	15,17 ± 0,32	b	116,7



Graf č. 5: Průměrné obsahy N-látek (%) v zrně pšenice ozimé dle jednotlivých variant hnojení

4.5.2 Obsah lepku

U parametru obsahu lepku se varianty hnojení projeví dle tabulky č. 18 statisticky významným rozdílem.

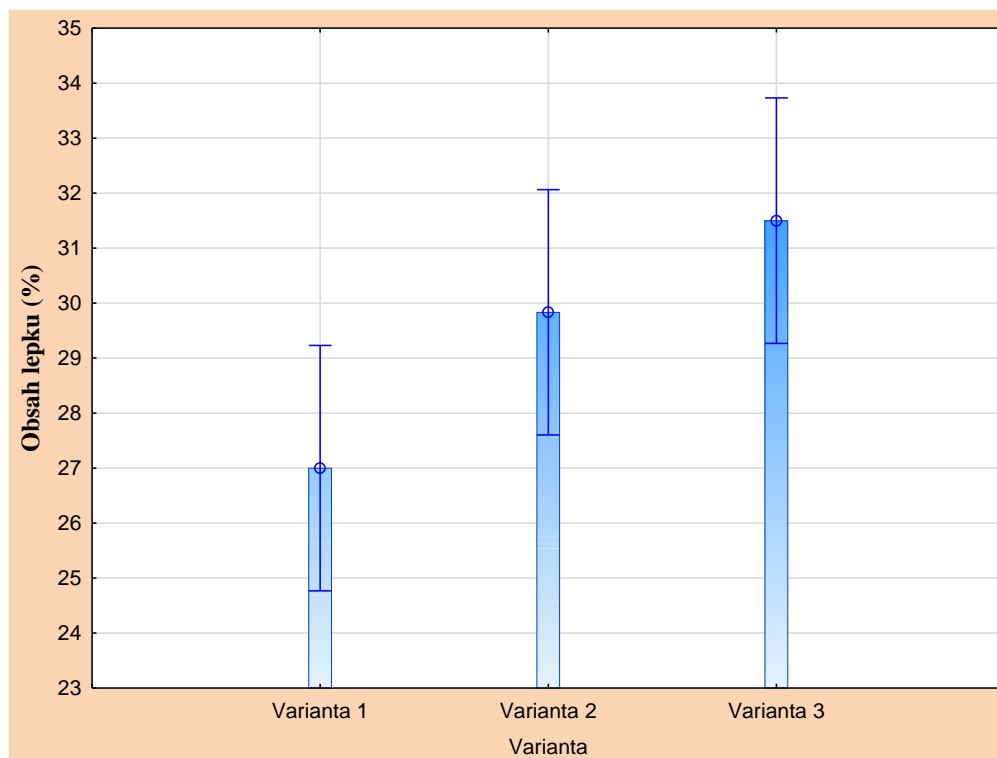
Tabulka č. 18: Analýza variance obsahu lepku v zrně

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Obsah lepku					
Varianta	31,056	2	15,528	6,225	0,0343
Chyba	14,967	6	2,494		

Nejnižší hodnoty dosáhla varianta 1 a to 27,00 %. Varianta 2 dosáhla hodnoty 29,83 % a varianta 3 dosáhla nejvyšší hodnoty a to 31,50 %. Dle Burešové a Palíka (2009) obsah lepku pozitivně a velmi silně koreluje s obsahem N-látek. To odpovídá i našim výsledkům, kdy obsah lepku mezi jednotlivými variantami stoupá stejnou tendencí jako obsah N-látek. Na množství lepku se podílí genotyp a pěstitelské podmínky. Vlhké a chladné počasí v závěru vegetace kvalitu lepku zhoršuje. Suché a teplé počasí množství zvyšuje, stejně jako pozdní přihnojení dusíkem při dostatku vláhy během vymetání (Prugar a kol., 2008).

Tabulka č. 19: Průměrný obsah lepku v zrně

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Varianta 1	3	27,00 ± 1,73	aa	100,0
Varianta 2	3	29,83 ± 2,03	ab	110,5
Varianta 3	3	31,50 ± 0,60	b	116,7



Graf č. 6: Průměrné obsahy lepku v (%) v zrně pšenice ozimé dle jednotlivých variant hnojení

4.5.3 Sedimentační hodnota zrna (Zeleného test)

U parametru sedimentační hodnoty bylo vlivem variant výživy dosaženo statisticky velmi vysoce významného rozdílu.

Tabulka č. 20: Analýza variance sedimentační hodnoty v zrně

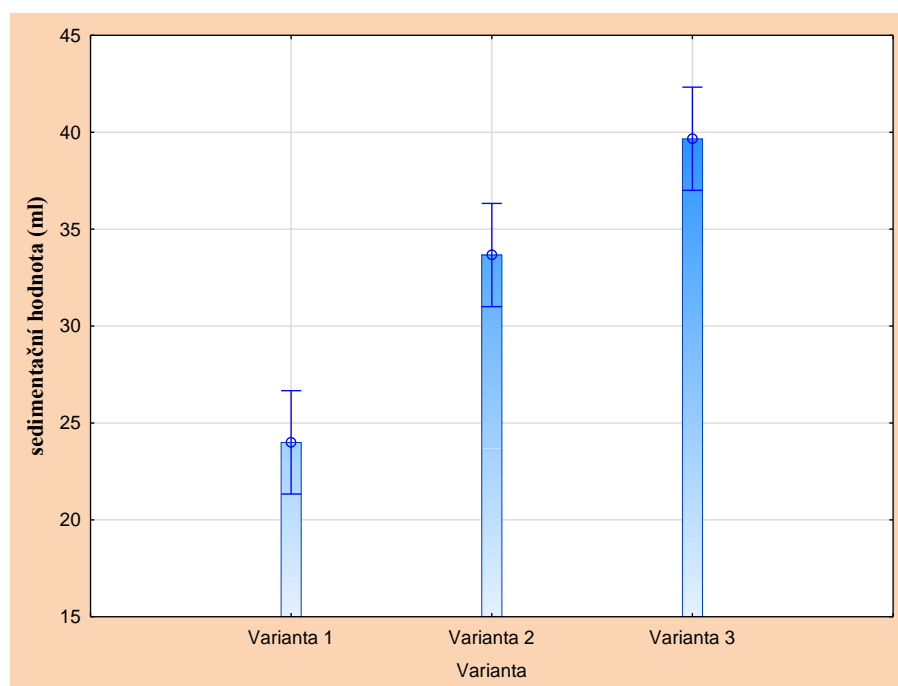
Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Sedimentační hodnota					
Varianta	374,889	2	187,444	52,719	0,0001
Chyba	21,333	6	3,556		

Nejnižší sedimentační hodnota byla zaznamenána u varianty 1 (24,0 ml), varianta 2 dosahovala hodnoty 33,7 ml a varianta 3 dosáhla hodnoty 39,7 ml. Podle ČSN 46 1100-2 je minimální hodnota 30 ml. Viskoelastické vlastnosti lepkové bílkoviny jsou

výrazně genotypovou vlastností. Námi zvolená odrůda je řazena do sortimentu A/B, přičemž odrůdy typu B mohou v Zelenyho testu dosahovat nižších hodnot. Zvýšená dávka dusíku pozitivně korelovala se stoupající sedimentační hodnotou, k čemuž ve své práci dospěli i Litke a kol. (2018). Vliv regulátoru růstu bývá ovlivněn ročníkem a může mít jak zlepšující, tak zhoršující účinek Miziniak a Matysiak (2016). V našem pokusu měla aplikace účinek pozitivní.

Tabulka č. 21: Průměrné sedimentační hodnoty

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Varianta 1	3	24,00 ± 2,00	a	100,0
Varianta 2	3	33,70 ± 1,53	b	140,4
Varianta 3	3	39,70 ± 2,08	c	165,4



Graf č. 7: Průměrné sedimentační hodnoty (ml) pšenice ozimé dle jednotlivých variant hnojení

4.5.4 Číslo poklesu (pádové číslo)

Výživové varianty měly dle tabulky č. 22 statisticky velmi vysoce významný vliv na číslo poklesu.

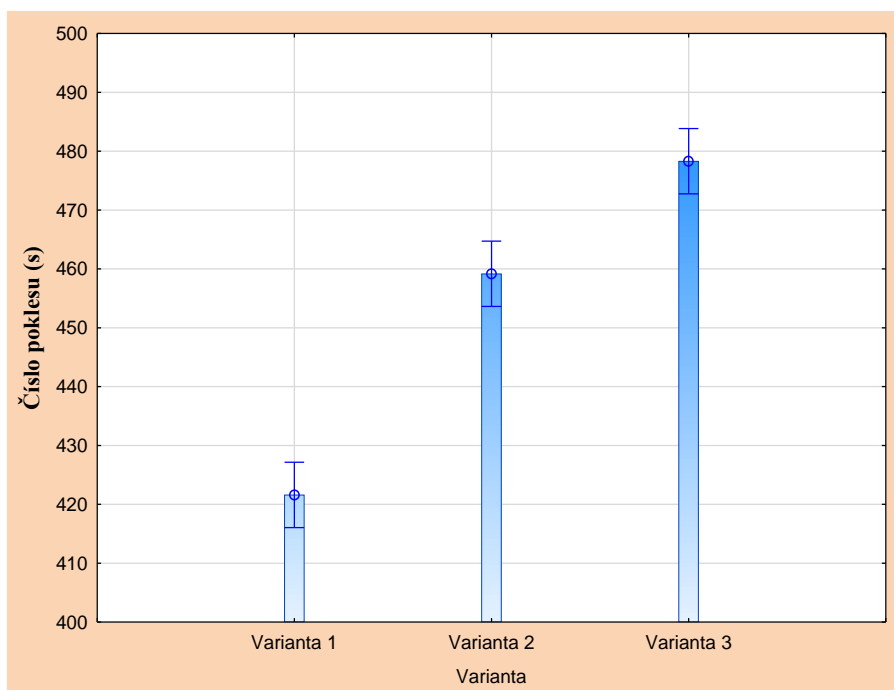
Tabulka č. 22: Analýza variance pro hodnotu číslo poklesu

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Číslo poklesu					
Varianta	4992	2	2496	161,8	0,000006
Chyba	93	6	15		

Dle ČSN 46 1100-2 je minimální hodnota pro potravinářskou jakost 220 s. Při pohledu do tabulky č. 20 splnily normu všechny výživové varianty. Hodnoty, které se pohybovaly od 421,6 do 478,3 sice splnily minimální požadovanou normu, avšak ani tyto vysoké hodnoty nejsou optimální. Při takto vysokém pádovém čísle je aktivita alfa-amylázy příliš nízká a mouky mají sklon vytvářet suché těsto a malý objem výrobku (Prugar a kol., 2008). Číslo poklesu je významně ovlivněno zejména průběhem počasí v době dozrávání zrna a sklizně (BBCH 61-87) Gooding a kol. (2003). Významný vliv má rovněž odrůda, a to z důvodu citlivosti k porůstání. Na vyšší hodnotě se může podílet i dlouhodobé skladování. Aplikace dusíku zvýšila číslo poklesu i v pokusu Kindred a kol. (2005). Jako důvod uvádí, že aplikace dusíku oddálí zralost a zvýší dormanci zrna a dále, že lépe vyplněné zrno má menší endospermovou dutinu v oblasti zářezu, čímž je snížena možnost narušení zrna mezi endospermem a obaly, a tak i produkce a aktivita alfa-amylázy.

Tabulka č. 23: Průměrné hodnoty čísla poklesu

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Varianta 1	3	421,60 ± 3,20	a	100,0
Varianta 2	3	459,17 ± 5,20	b	108,9
Varianta 3	3	478,30 ± 2,99	c	113,4



Graf č. 8: Průměrné hodnoty číslo poklesu (s) pšenice ozimé dle jednotlivých variant hnojení

4.5.5 Objemová hmotnost

Míra ovlivnění objemové hmotnosti v tabulce č. 24 nebyla variantami hnojení statisticky průkazná.

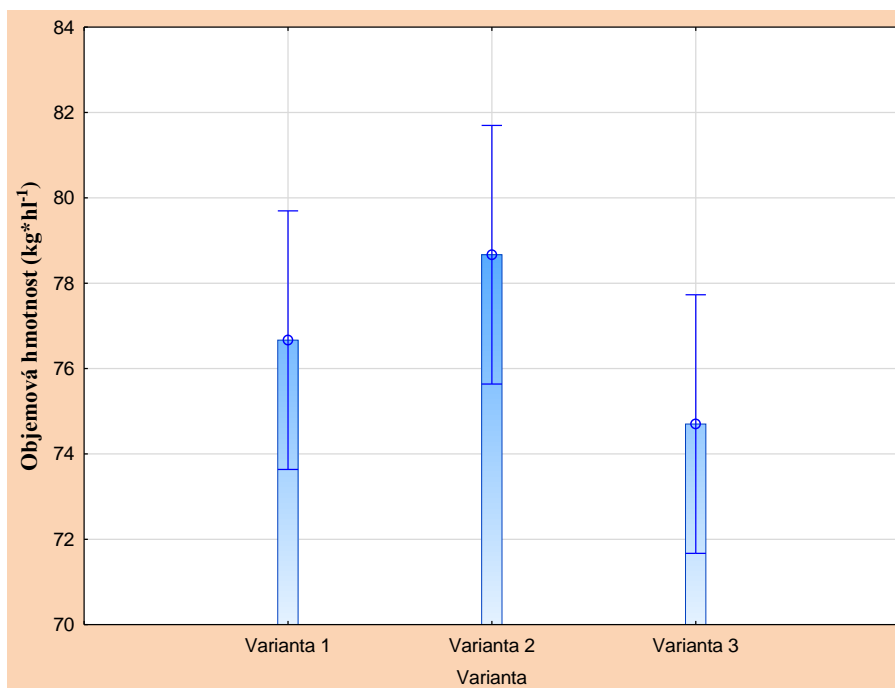
Tabulka č. 24: Analýza variance objemové hmotnosti zrna

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Objemová hmotnost					
Varianta	23,60	2	11,80	2,57	0,1566
Chyba	27,59	6	4,60		

Dle ČSN 46 1100-2 je minimální objemová hmotnost potravinářské pšenice $76 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$. Tato hodnota byla dosažena u varianty 1 a 2, přičemž nejvyšší průměrné hodnoty bylo dosaženo u varianty 2 ($78,67 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$). Varianta 3 nesplnila normou stanovenou minimální hodnotu ($74,70 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$). Ve dvouletém pokusu Matysiaka (2006) došlo k ovlivnění výnosotvorných prvků pšenice pouze v roce s dostatkem srážek. V roce, kdy byly srážky většinu měsíců pod normálem, stejně jako v našem pokusu, neměla aplikace regulátoru s účinnou látkou trinexapac-ethyl statisticky průkazný pozitivní vliv na kvalitativní ani kvantitativní znaky. V roce 2019 byla na území ČR průměrná hodnota $77,8 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$ (Jirsa a Polišenská, 2019).

Tabulka č. 25: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti zrna

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Varianta 1	3	76,67 ± 1,86	a	100,0
Varianta 2	3	78,67 ± 3,06	a	102,6
Varianta 3	3	74,70 ± 1,00	a	97,4



Graf č. 9: Průměrné objemové hmotnosti (kg*hl⁻¹) zrna pšenice ozimé dle jednotlivých variant hnojení

5 Závěr

Z jednoletého poloprovozního pokusu konaného ve vegetačním období 2018/2019 lze vyvodit následující závěry.

Z hlediska parametru výnosu zrna nedošlo mezi variantami ke statisticky významnému rozdílu. Nejvyššího průměrného výnosu dosáhla varianta 3 s aplikovanou močovinou a regulátorem růstu ($7,94 \text{ t*ha}^{-1}$). Varianta 2, kde nebyl použit regulátor, dosáhla průměrného výnosu $7,89 \text{ t*ha}^{-1}$. Nejnižšího průměrného výnosu, $7,83 \text{ t*ha}^{-1}$ dosáhla varianta 1, kde nebyla aplikována ani močovina ani regulátor růstu.

Statisticky významný vliv měly varianty na počet klasů/m². Nejvyšší průměrný počet klasů byl zjištěn u varianty 1 (616 ks/m^2). Varianta 2 dosáhla na průměrný počet $653,67 \text{ ks/m}^2$ a varianta 3 na nejvyšší průměrný počet 658 ks/m^2 . Vliv mělo zejména vyšší množství aplikovaného dusíku.

Rozdíl v počtu zrn v klasu nebyl statisticky významný. Nejvyššího průměrného počtu dosáhla varianta 1, a to 55 ks. Druhého nejvyššího průměrného počtu varianta 2 ($53,33 \text{ ks}$) a nejnižšího průměrného počtu varianta 3 ($52,67 \text{ ks}$).

Obsah dusíkatých látek byl variantami výživy ovlivněn statisticky velmi vysoce průkazně. Nejvyššího průměrného obsahu dosáhla varianta 3 (15,17 %), druhého nejvyššího průměrného obsahu dosáhla varianta 2 (14,93 %) a nejnižšího průměrného obsahu varianta 1 (13,00 %).

Rozdíly v obsahu lepku byly statisticky významné. Nejvyššího průměrného obsahu dosáhla varianta 3 (31,50 %), druhého nejvyššího obsahu varianta 2 (29,83 %) a nejnižšího varianta 1 (27,00 %).

Na parametr sedimentační hodnoty měly varianty výživy velmi vysoce významný vliv. Nejvyšší průměrné hodnoty dosáhla varianta 3 (39,7 ml). Druhé nejvyšší hodnoty varianta 2 (33,7 ml). Nejnižší pak dosáhla varianta 3 (24 ml).

Parametr číslo poklesu byl výživovými variantami ovlivněn statisticky velmi vysoce významně. Nejvyšší průměrné hodnoty dosáhla varianta 3 (478,30 s). Druhé

nejvyšší průměrné hodnoty dosáhla varianta 2 (459,17 s). Nejnižší pak dosáhla varianta 1 (421,60 s).

Objemová hmotnost nebyla variantami výživy statisticky významně ovlivněna. Nejvyšší průměrné objemové hmotnosti bylo dosaženo ve variantě 2 (78,67 kg*hl⁻¹). Druhá nejvyšší průměrná hodnota byla dosažena u varianty 1 (76,67 kg*hl⁻¹). Nejnižší pak u varianty 3 (74,70 kg*hl⁻¹).

Hmotnost tisíce zrn, byla variantami výživy statisticky velmi významně ovlivněna. Nejvyšší průměrná hmotnost tisíce zrn byla dosažena u varianty 2 (35,67 g). Druhá nejvyšší u varianty 1 (34,67 g). Nejnižší pak u varianty 3 (32,33 g).

Vzhledem ke stanoveným hypotézám lze konstatovat, že z hlediska vyšší dávky dusíku ve variantě 2 a navíc aplikací morforegulátoru ve variantě 3 došlo ke zvýšení skutečného výnosu. První hypotéza tak byla potvrzena, ačkoli se jednalo o nárůst v řádech desítek kilogramů. Z výnosotvorných prvků byl průměrný počet klasů na m² zvýšen vyšší dávkou dusíku i aplikací morforegulátoru. Průměrný počet zrn v klasu byl snížen u varianty 2 o 3 % a u varianty 3 pak o 4,2 relativních %. Hmotnost tisíce zrn byla pozitivně ovlivněna vyšší dávkou dusíku ve variantě 2, ale negativně ovlivněna zřejmě aplikací morforegulátoru ve variantě 3. Z jakostních parametrů byly pozitivně ovlivněny vyšší dávkou dusíku ve variantě 2 všechny jakostní parametry – obsah dusíkatých látek, obsah lepku, sedimentační hodnota, číslo poklesu i objemová hmotnost. Druhá hypotéza tedy byla potvrzena. Aplikace morforegulátoru ve variantě 3 zvýšila číslo poklesu, sedimentační hodnotu, obsah lepku, obsah dusíkatých látek a negativně ovlivnila objemovou hmotnost. Třetí hypotéza se potvrdila pouze z části.

V doporučení pro praxi lze zmínit stále platný Liebigův zákon minima. Je tedy zapotřebí sledovat množství a dostupnost všech potřebných živin, včetně půdního pH a nespoléhat se na jednostrannou výživu dusíkem. Z pohledu aplikace morforegulátoru platí, že je důležité dobře vyhodnotit aktuální podmínky působící na porost. V případě již existujícího stresu může mít aplikace těchto přípravků negativní vliv na některé výnosové faktory, nebo jakostní parametry zrna. Pro zobecnění výsledků by bylo zapotřebí zpracovat pokus víceletý.

Seznam použité literatury

ANONYM 1, EAGRI.: *Žňové zpravodajství*. [online]. 2019 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/roslinne-komodity/obiloviny/prubeh-sklizne/sklizen-2019/znove-zpravodajstvi-k-5-srpnu-2019.html>

ANONYM 2, AGROMANUAL.: *Moddus*. [online]. 2020 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ostatni/pripravek/moddus>

BEZDÍČKOVÁ, A., KOMPRDA, T., HŘIVNA L. *Kvalita potravinářské pšenice a možnosti jejího ovlivnění*. MZLU, 2007, 157 s., ISSN 1212-138X.

BUREŠOVÁ, I. a PALÍK, S. *Odrůda jako faktor kvality pšeničného zrna*. Úroda, 2009, 57(3), 31 s., ISSN 1214-6374.

ČERNÝ, J., SHEJBALOVÁ Š., KOVÁŘÍK J., KULHÁNEK M., *Předset'ové a podzimní hnojení pšenice ozimé*. Agromanuál, 2014, 14(8), 66 s., ISSN: 1801-4895.

ČSN EN ISO 5529 (461022): *Pšenice – stanovení sedimentačního indexu – Zeleného test*. 2011. Praha: ČNI. 12 s.

ČSN EN ISO 7971-2 (461013): *Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. Zkoušení obilovin*. Stanovení příměsí a nečistot. 2019. Praha: ČNI. 8 s.

DIVIŠ, J. a kol.: *Pěstování rostlin*, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2010, 260 s., ISBN: 978-80-7394-216-8

FAMĚRA, O.: *Základy pěstování ozimé pšenice*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Rostlinná výroba. 1993, 51 s., ISBN 80-7105-045-8.

GOODING, M. J., ELLIS, R. H., SHEWRY, P. R., SCHOFIELD, J. D.: *Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat*. J. Cereal Sci., 2003, 37 s., 295-309.

GRIJALVA-CONTRERAS, R.L. a kol. *Effects of trinexapac-ethyl on different wheat varieties under desert conditions of Mexico*. Agricultural Sciences, v.3, p.658-662,

2012.

Dostupné

z: <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=22566#.VUtWyPntlBc>

HORÁKOVÁ, V. *Pekařská jakost odrůd pšenice a žita registrovaných v roce 2011*. Obilnářské listy. 3/2011, č. 3-4, 84 s.

HORÁKOVÁ, V. a DVOŘÁČKOVÁ, O.: *Seznam doporučených odrůd*. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní odrůdový úřad, 2019, 8 s., ISBN 978-80-7401-175-7.

HOŘČIČKA, P.: *Objemová hmotnost pšenice-význam ročníků a odrůdy*. Qualima. 2001, 6 s., ISBN 80-238-7554-X.

HOSNEDL, V., a kol.: *Pšenice - od genomu po rohlík: aktuální poznatky doktorandů získané ve výzkumných laboratořích a na pokusných pozemcích*. České Budějovice: Kurent, 2008, 184 s., ISBN 978-80-87111-12-3.

HUBÍK, K. a MAREČEK, J.: *Kvalita obilnin*. Uroda.cz [online]. 2002 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <http://uroda.cz/kvalita-obilnin/>

JIRSA, O. a POLIŠENSKÁ, I.: *Kvalita potravinářských obilovin* Obilnářské listy. Brno: Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o., (2), 2019, 39 s., ISSN 1212-138x.

KINDRED, D.R., GOODING, M.J., ELLIS, R.H., *Nitrogen fertilizer and seed rate effects on Hagberg falling number of hybrid wheats and their parents are associated with alpha-amylase activity, grain cavity size and dormancy*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2005, 85 s., 727-742.

KOSTELANSKÝ, F.: *Obecná produkce rostlinná*. Vyd. 2. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004, 151 s., ISBN 80-7157-765-0.

KOVAŘÍKOVÁ, D. a NETOLICKÁ, V. 2011. *Vzdělávací materiál pro předmět Technologická příprava: Modernizace výuky na Střední průmyslové škole potravinářské Pardubice reg. č. projektu: CZ.1.07/1.1.03/03.0037*. In: *Kvalita obilí pro mlýnské zpracování* [online]. Pardubice [cit. 2020-02-15]. Dostupné

z: <https://docplayer.cz/26342287-Vzdelavaci-material-pro-predmet-technologicka-priprava.html>

LANGER RHM LIEW FKY: *Effects of varying nitrogen supply at different stages of the reproductive phase on spikelet and grain production and on grain nitrogen in wheat*. Australian Journal of Agricultural Research 1973, 54 s., 647-656.

LESZCZYŃSKA, D.; CACAK-PIETRZAK, G. *Influence of retardants on yields and some quality characters of winter wheat*. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, v.7, n.2, p.1-11, 2004, 85 s., ISSN 1505-0297 Dostupné z: <http://www.ejpau.media.pl/volume7/issue2/food/art-11.html>

LITKE, L., GAILE, Z., RUZA, A.: *Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality*. Agronomy Research 16 (2), 2018, 500–509.

MATYSIAK, K. *Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat*. J. Plant Prot. Res., v. 46, n. 2, 2006, 143 s., ISSN 1427-4345.

MIZINIAK, W. a MATYSIAK, K. *Two tank-mix adjuvants effect on yield and quality attributes of wheat treated with growth retardants*. Cienc. Rural 2016, 46 s., ISSN 1678-4596.

MUCHOVÁ, Z.: *Faktory ovplyvňujúce technologickú kvalitu pšenice a jej potravinárske využitie*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2001, 112 s., ISBN 80-7137-923-9.

NOVOTNÝ, F. a HUBNÍK K. *Nové směry v hodnocení jakosti potravinářské pšenice*. [online]. Praha, 2006 [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://www.leadingfarmers.cz/knihovna/clanky/detail/nove-smery-v-hodnoceni-jakosti-potravinarske-psenice/2>

ONDŘEJČÁK F. a MUCHOVÁ D.: *Podmienky pre dosahovanie kvality potravinárskej pšenice v zemiakarskej oblasti*. Naše pole. 2005, roč. 9., č. 12.

PELIKÁN M., ROZSYPAL R.: *Termín setí ve vztahu k jakosti a výnosu zrna ozimé pšenice*. Rostlinná Výroba 39, v Českých Budějovicích 1993, 233 s., ISBN 80-7157-525-9.

PELIKÁN M., SÁKOVÁ L.: *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2001, 233 s., ISBN 80-704-0502-3.

PETR, J.: *Pěstování pšenice podle užitkových směrů*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Zemědělské informace. 2001, 40 s., ISBN 80-727-1090-7.

PRUGAR, J., a kol.: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČZV, 2008, 327 s., ISBN 978-80-86576-28-2.

RICHTER, R., RYANT, P.: *Výživa a hnojení obilnin*. CD-poradentství, MZLU v Brně, 2002, 12 s., ISSN 0139-6013.

RYANT, P., ANTOŠOVSKÝ, J., ŠKARPA, P.: *Hnojení ozimé pšenice na Jaře*. Agromanuál. 2017, 17(2), 70 s., ISSN: 1801-4895.

SEZER, İ. Unan, Rasim, ŞAHİN, M. a WAY, M.: *The effect of trinexapac-ethyl and seeding rate on rice milling yields*. TURKISH JOURNAL OF AGRICULTURE AND FORESTRY. 40. 2006, 61 s., 10.3906/tar-1406-143.

ŠKARPA, P., RYANT, P., *The atlas of mineral fertilizers: Atlas minerálních hnojiv*. Brno: Mendel University in Brno, 2015, 85 s., ISBN 978-80-7509-368-4.

ŠVEC, I., HRUŠKOVÁ, M., KRPÁLKOVÁ, M., KOSTOLANSKÁ, M.: *Objektivní hodnocení střídavy pečiva analýzou obrazu*. Chemické listy, 2011, 487 s., ISSN 0009-2770.

VANĚK, V., BALÍK J., PAVLÍK M., PAVLÍKOVÁ D. a TLUSTOŠ P.: *Výživa a hnojení polních plodin*. Praha: Profi Press, 2016. ISBN 978-80-86726-79-3.

Vyhláška č. 275/1998 Sb., 2020. *O agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťováním půdních vlastností lesních pozemků*. v: Právní předpisy MZe [online] [cit. 2020-03-01]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_Vyhlaska-1998-275-rostlinnekomodity.html

ZBÍRAL, J.: *Analýza půd I: jednotné pracovní postupy*. Čtvrté vydání. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2016, 5 s., ISBN 978-80-7401-123-8.

ZHAO FJ, WITHERS PJA, EVANS EJ, MONAGHAN J, SALMIN SE, SHEWRY PR et al.: *Sulphur nutrition: an important factor for the quality of wheat and rapeseed*. In: Ando T, Fujita K, Mae T, Matsumoto H, Mori S, Sekiya J (eds) *Plant nutrition for sustainable food production and environment*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1997, 922 s., ISSN 07335210.

ZIMOLKA, J. a kol.: *Pšenice – pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vyd. Praha: Profi Press, s. r. o., 2005, 180 s., ISBN 80-86726-09-6.

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Odběrový normativ jednotlivých živin na 1 t zrna.....	13
Tabulka č. 2: Agrochemické vlastnosti půd před založením pokusu, Dobkov	21
Tabulka č. 3: Průběh srážek a teplot – Dobkov 2018	22
Tabulka č. 4: Průběh srážek a teplot – Dobkov 2019	22
Tabulka č. 5: Varianty pokusu	23
Tabulka č. 6: Pracovní operace Dobkov 2018/2019	23
Tabulka č. 7: Fenologické pozorování	29
Tabulka č. 8: Analýza variance pro výnos zrna	29
Tabulka č. 9: Průměrný výnos zrna ($t \cdot ha^{-1}$).....	30
Tabulka č. 10: Analýza variance pro počet klasů na m^2	31
Tabulka č. 11: Průměrný počet klasů na m^2	31
Tabulka č. 12: Analýza variance počtu zrn v klasu	32
Tabulka č. 13: Průměrný počet zrn v klasu.....	33
Tabulka č. 14: Analýza variance HTZ	33
Tabulka č. 15: Průměrné hodnoty HTZ	34
Tabulka č. 16: Analýza variance obsahu dusíkatých látek v zrně	35
Tabulka č. 17: Průměrný počet dusíkatých látek v zrně	35
Tabulka č. 18: Analýza variance obsahu lepku v zrně.....	36
Tabulka č. 19: Průměrný obsah lepku v zrně.....	37
Tabulka č. 20: Analýza variance sedimentační hodnoty v zrně.....	37
Tabulka č. 21: Průměrné sedimentační hodnoty	38
Tabulka č. 22: Analýza variance pro hodnotu číslo poklesu	39
Tabulka č. 23: Průměrné hodnoty čísla poklesu	39
Tabulka č. 24: Analýza variance objemové hmotnosti zrna	40
Tabulka č. 25: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti zrna	41

Seznam grafů

Graf č. 1 Průměrné výnosy zrna pšenice ozimé ($t \cdot ha^{-1}$) dle jednotlivých variant hnojení	30
Graf č. 2: Průměrné počty klasů (ks/m^2) dle jednotlivých variant hnojení	32
Graf č. 3: Průměrné počty zrn v klasech (ks) dle jednotlivých variant hnojení	33
Graf č. 4: Průměrná hmotnost tisíce zrn (g) dle jednotlivých variant hnojení	34
Graf č. 5: Průměrné obsahy N-látek (%) v zrně pšenice ozimé dle jednotlivých variant hnojení	36
Graf č. 6: Průměrné obsahy lepku v (%) v zrně pšenice ozimé dle jednotlivých variant hnojení	37
Graf č. 7: Průměrné sedimentační hodnoty (ml) pšenice ozimé dle jednotlivých variant hnojení	38
Graf č. 8: Průměrné hodnoty číslo poklesu (s) pšenice ozimé dle jednotlivých variant hnojení	40
Graf č. 9: Průměrné objemové hmotnosti ($kg \cdot hl^{-1}$) zrna pšenice ozimé dle jednotlivých variant hnojení	41

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Pšenice BBCH 71 (fotografie autora).....	24
Obrázek č. 2: Používání metrovky (fotografie autora).....	24
Obrázek č. 3: Vyhodnocování pokusu (fotografie autora).....	25
Obrázek č. 4: Aplikace přípravku na ochranu rostlin (fotografie autora).....	25