



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH **FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ**

Katedra rostlinné výroby

Diplomová práce

Využití morforegulátorů u ozimé pšenice

Autor práce: Bc. Jiří Hruška

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Štěrbá, Ph.D.

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Cílem této diplomové práce bylo posoudit vliv morforegulátorů na výnosové prvky a celkový výnos zrna. Pokus byl uskutečněn v roce 2021 a obsahoval 5 jednotlivých variant po 3 opakováních. Jedna z variant byla kontrolní a neproběhla u ní žádná aplikace regulátorů růstu. U ostatních variant byly měněny účinné látky chlormequat chloride, mepiquat chloride, prohexadione, trinexapac ethyl a ethephon. Také počty aplikací byly rozdílné, kdy u variant 2 a 5 proběhla regulace třikrát, varianty 3 a 4 byly regulovány pouze dvakrát. Pokus byl realizován na farmě pana Hrušky v obci Želetava nacházející se v kraji Vysočina.

Z výsledků vyplynulo, že regulace růstu rostlin nemusí být vždy přínosná. V některých obdobích je spíše škodlivá. Nejdůležitější parametr – výnos zrna – byl nejvyšší u kontrolní varianty. Výnos zrna se pohyboval mezi $8,80 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a $9,94 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nejnižšího výnosu dosáhly nejintenzivněji regulované varianty 2 a 5. Regulátory růstu měly také vliv na počty rostlin, počty odnoží, jakostní parametry zrna a samozřejmě i na výšku rostlin, u které morforegulátory způsobily značné rozdíly.

Klíčová slova: pšenice ozimá, morforegulátory, výška rostlin, výnos zrna

Abstract

The purpose of this diploma thesis was to assess the effect of morphoregulators on yield elements and total grain yield. The experiment was carried out in 2021 and contained 5 individual variants with 3 repetitions. One of them was just for a control and no application of growth regulators took place in it. In other variants, the active ingredients chlormequat chloride, mepiquat chloride, prohexadione, trinexapac ethyl and ethephon were changed. The numbers of applications were also different, with variants 2 and 5 being regulated three times and variants 3 and 4 being regulated just two times. The experiment was carried out on the farm belonging to Mr. Hruška in the town of Želetava, located in the Vysočina region.

The results showed that regulating plant growth may not always be beneficial. In some periods, it is rather harmful. The most important compared parameter – the grain yield – was the highest in the control variant. In this case the grain yield ranged between 8,80 t.ha⁻¹ and 9,94 t.ha⁻¹. The lowest yields were achieved by the most intensively regulated variants – 2 and 5. Growth regulators also had an effect on plant numbers, numbers of shoots, grain quality parameters and, of course, on plant height, for which morphoregulators caused significant differences.

Key words: winter wheat, morphoregulators, plant height, grain yield

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Zdeňku Štěrbovi, Ph.D. za pomoc, vedení a užitečné rady při tvorbě této diplomové práce. Poděkování patří i panu Ing. Milanu Kobesovi, Ph.D. za pomoc se statistickým zhodnocením výsledků. Dále bych chtěl poděkovat panu Janu Hruškovi a Ing. Vojtěchu Kašparovi za pomoc s realizací pokusu na farmě pana Hrušky.

Obsah

Úvod.....	9
1 Literární přehled.....	10
1.1 Význam pěstování pšenice ozimé	10
1.2 Botanické a biologická charakteristika pšenice.....	10
1.3 Chemické složení zrna pšenice.....	12
1.4 Jakost pšenice	12
1.4.1 Mlynářská hodnota pšenice.....	13
1.4.2 Pekařská hodnota pšenice	13
1.5 Vliv počasí a oblasti na kvalitu zrna pšenice	13
1.6 Agrotechnika	14
1.6.1 Zařazení pšenice ozimé v osevním postupu.....	14
1.6.2 Zpracování půdy a setí	14
1.7 Stéblolam obilnin	15
1.8 Poléhání obilnin.....	16
1.9 Ochrana obilnin proti poléhání.....	16
1.10 Účinné látky	17
1.11 Aplikace regulátorů růstu.....	19
1.11.1 Aplikace regulátoru na osivo	19
1.11.2 Aplikace do půdy	19
1.11.3 Aplikace na nadzemní části rostliny	20
1.12 Výživa a hnojení pšenice ozimé	20
1.12.1 Projevy nedostatků ve výživě a hnojení pšenice ozimé.....	20
1.13 Choroby a škůdci působící na pšenici ozimou.....	21
2 Cíl práce	23
3 Metodický postup.....	24

3.1	Charakteristika podniku	24
3.2	Založení poloprovozního pokusu	24
3.3	Rozbory půdy na pokusném pozemku	25
3.4	Teplotní a srážkové podmínky	25
3.5	Popis odrůdy Julie	26
3.6	Charakteristika agrotechniky	27
3.7	Hnojení pokusu.....	28
3.8	Metodika pokusu	28
3.9	Hodnocení tvorby výnosu zrna.....	29
3.10	Hodnocení kvality zrna.....	32
4	Výsledková část	33
4.1	Výskyt škodlivých činitelů.....	33
4.2	Fenologické pozorování	34
4.3	Výnosové parametry pšenice ozimé.....	34
4.3.1	Počet rostlin.....	34
4.3.2	Počet odnoží	36
4.3.3	Výška rostlin	39
4.3.4	Počet klasů na m ²	42
4.3.5	Počet zrn v klasu	44
4.3.6	Skutečný výnos zrna	46
4.3.7	Teoretický výnos zrna	47
4.3.8	Hmotnost tisíce zrn	47
4.4	Jakostní parametry zrna.....	48
4.4.1	Dusíkaté látky.....	48
4.4.2	Obsah lepku.....	49
4.4.3	Sedimentační hodnota zrna (Zelenyho test).....	50
4.4.4	Pádové číslo	51

4.4.5	Objemová hmotnost	52
4.4.6	Obsah vlákniny	53
4.4.7	Obsah škrobu.....	54
5	Ekonomické zhodnocení	56
6	Diskuse.....	58
	Závěr	60
	Seznam použité literatury.....	62
	Seznam internetových zdrojů.....	65
	Seznam obrázků	66
	Seznam tabulek	67
	Seznam grafů.....	69
	Přílohy	70

Úvod

Mezi pěstovanými rostlinami na orné půdě má pšenice ozimá nenahraditelný význam, a to nejen na území České republiky. O tom svědčí i výrazná velikost plochy, na níž je pšenice pěstována. U nás zaujímá pšenice ozimá zhruba 30 % z celkového podílu osevaných ploch, podobně je na tom i v celosvětovém měřítku.

Důvodem pěstování pšenice je její významná a nezastupitelná hodnota v potravinářství, kdy se zhruba 40 % pšenice vypěstované v Evropě použije pro potravinářské účely – například na výrobu pečiva, těstovin a dalších produktů. Její značné využití je však i mimo potravinářský průmysl, a to například pro výrobu lihu nebo škrobu.

Jak je již dlouhou řadu let známo, populace lidí na planetě se zvyšuje, ruku v ruce s tím roste i poptávka po kvalitních surovinách na výrobu potravin. Zemědělské půdy však každoročně ubývá a je tedy zapotřebí dosahovat co nejvyšších výnosů zrna ze zmenšujících se ploch.

Jedním z činitelů zhoršujících kvalitu a výnos zrna je polehání porostů a jeho nevyrovnanost. Důležité je nacházet co nejefektivnější přípravky a látky, které budou schopny rostliny pšenice ozimé zesílit a udržet. Podstatná je také snaha o zanechání co nejnižší chemické stopy v zrna a posklizňových zbytcích. Použití regulátorů pro růst pomáhá zemědělským podnikům i v mnoha dalších směrech. Příkladem je nedostatek pracovních sil v období sezonních prací, kdy se můžou díky polehlému porostu sklizňové práce značně zpomalit a mohou nastat komplikace v následujících půdních operacích.

Tato problematika je velmi aktuální a pro mnohé zemědělce palčivá. Je tedy zapotřebí jí věnovat pozornost a zabývat se řešením polehání, a to jak u pšenice ozimé, tak i u dalších plodin pěstovaných v zemědělství.

1 Literární přehled

1.1 Význam pěstování pšenice ozimé

Pšenice ozimá je jedna z nejrozšířenějších plodin, a to v celosvětovém měřítku. Její zrno se používá primárně k výrobě pečiva, těstovin a v cukrářství. Zaujímá také značný význam v krmivářství, kde se šrotuje, případně mačká nebo se používá jako krmivo pro hospodářská zvířata. Jelikož pšenice ozimá obsahuje vysoký podíl škrobu, je cenným zdrojem energie a je snadno stravitelná (Tichá a Vyzínová, 2006). Pšenice ozimá je dále využívána jako důležitá plodina pro výrobu lihu. Lze říct, že výroba alkoholu z pšenice značí šetrné řešení při ukládání produktů získaných ze zrna. Lih lze totiž skladovat dlouhou dobu, a tak při nadprůměrné roční produkci pšenice jde předejít ztrátám zkažením výsledného produktu (Prugar et al., 2008). Jak však uvádí Kůst (2021), je potřeba se vyhnout mylné domněnce, že na produkci lihu lze zpracovávat zrno s menší kvalitou. Je důležité, aby takto zpracované zrno mělo dostatek škrobu, vhodné číslo poklesu a další vlastnosti.

Ozimá pšenice je již dlouhou řadu let nejpěstovanější obilninou v České republice. K 30. listopadu 2020 byla pšenice ozimá zaseta zhruba na 710 tisících hektarech (Czso.cz, 2021). Její meziroční pokles činil zhruba 65 tisíc hektarů. Jak popisuje Smutný (2018), pšenice je významným obchodním artiklem, na němž velká část podniků staví svoji ekonomickou politiku. Jedná se zejména o ty podniky, které hospodaří bez živočišné výroby nebo je toto odvětví okrajovým zdrojem jejich příjmu.

Toto tvrzení potvrzuje i Prugar et al. (2008), který říká, že pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) má v České republice dominantní postavení v obilné struktuře i mezi ostatními plodinami pěstovanými na orné půdě. Dochází však k meziročnímu kolísání v množství osetých ploch a při nepříznivých povětrnostních podmínkách nastává i kolísání celkového množství vyprodukovaného zrna. Většina u nás vypěstované pšenice je určena pro krmení hospodářských zvířat (až 60 %). U zbylých procent vypěstované pšenice je snaha dosáhnout potravinářské kvality. Tato pšenice je pak prodávána za vyšší ceny. Při nadbytku potravinářské pšenice pro mlýnsko-pekárenské zpracování se hledá pro zrno jiné využití, a tím může být například výroba biolihu.

1.2 Botanické a biologická charakteristika pšenice

Pšenice setá je z čeledi lipnicovitých, jedná se o jednoděložnou rostlinu. Klasy neboli generativní orgány pšenice jsou tvořeny vícekvětnými klásky. Tyto klásky mohou mít 1 až 7 květů. Ne všechny však bývají plodné, zpravidla jsou plodné 1 až 4 (Faměra,

1993). Pšenice je tvořena orgány vegetativními, k nimž patří kořeny, které zasetá obilka vytváří mezi prvními. Dále pak při růstu tvoří pšenice listy a odnožovací uzel, z kterého dále odnožuje. Každá odnož si začne vytvářet další kořeny a listy. List je tvořen čepelí, pochvou a jazýčkem, na jehož stranách se nachází listové pochvy a pár oušek. Později vyrůstá stéblo, které je duté a postupně se zužuje. Je tvořené pěti články oddělenými kolénky (Zimolka, 2005).

Dělení pšenice dle počtu chromozomů

Pšenici lze dle počtu chromozomů rozdělit do třech skupin – diploidní, tetraploidní a hexaploidní (Kocábová, 2009). Diploidní pšenice mají 14 chromozomů, patří sem pšenice planá jednozrnka a také pšenice kulturní jednozrnka. Další skupinou pšenic jsou tetraploidní pšenice, které jsou pro pěstitele významnější, mají 28 chromozomů. Mezi tyto pšenice patří například pšenice planá dvouzrnka, pšenice dvouzrnka, pšenice Timofejevova, pšenice naduřelá, pšenice polská a také pšenice tvrdá. Hexaploidní skupina pšenic je pěstitelsky celkově nepodstatnější. Tyto rostliny mají 42 chromozomů. Do této skupiny se řadí pšenice špalda nebo nejznámější pšenice setá, která je nejen u nás ale i celosvětově nejpěstovanější. Tato pšenice má nelámaný klas, který buď má nebo nemá osiny a je různě hustý. Předpokládá se, že pšenice setá vznikla ze špaldy a nyní se vyskytuje ve variantách *lutescens*, *milturum*, *erythrosperrum* a *ferrugineum*. V našich oblastech se nejčastěji využívají odrůdy patřící do variety *lutescens* (Zimolka, 2005).

Vegetativní orgány

Na vrchní straně obilky je uložen zárodek, který je zakrytý oplodím a osemením. Tento zárodek je pak dále štítkem přilehlý k endospermu. Na jedné straně obilky je vrchol vegetační, na němž jsou listy. Tato strana se nazývá apikální. Lze snadno odvodit, že na druhé straně obilky se nachází hypokotyl s kořínky. U zárodku pšenice se nachází 3–5 kořínků. Také zde lze pozorovat tvorbu sekundárních kořínků, které rostlina začíná vytvářet až v období odnožování. Dále rostlina tvoří stéblo, čímž je zřejmé, že rostlina přechází z vegetativního období do období generativního. Na vrcholku stébla se postupně začínou vytvářet klasové hrbolky (Křivan, 2011).

Generativní orgány

Pšenice má jako květenství složený klas, jehož osou je vřetená, na které jednotlivě přisedají klásky. Takový klásek tvoří dvě bezosinné plevy a kvítky, jejichž počet bývá 2–5. Tyto kvítky jsou obalené z vnější strany pluchou a ze strany vnitřní pluškou. Jedná-li se o klas osinatý, z pluchy ještě vyrůstá osina. Nedílnou součástí kvítku je

pestík a tyčinka. Plodem pšenice je obilka, kterou dělíme na tři části, a to na obaly, jádro a zárodek (Křivan, 2011).

1.3 Chemické složení zrna pšenice

Zrno pšenice je z velké části tvořeno sacharidy. Mezi tyto sacharidy patří především polysacharid, celulósa, hemicelulósy, pentozany, slizy, glikolipidy a glykoproteiny. Celkový obsah škrobu se tedy pohybuje v rozmezí 50–70 %, což je samozřejmě závislé na odrůdě a podmínkách, ve kterých je pšenice pěstována. Dále se v zrně nachází široká škála vitamínů v různém množství. Pro příklad se v zrně jedná o thiamin, ryboflavin, niacin, kyselina pantothenová, pyridoxin, kyselina listová, biotin, A-karoten. Samozřejmostí je i přítomnost minerálních látek, které mají v zrně zastoupení zhruba 1,4–3 %, a to převážně fosfor, draslík, síra, hořčík, vápník, sodík, v menší míře také například železo, mangan, zinek, bor a měď. Pšeničné zrno je plné různých látek, ovšem nejvýznamnějšími látkami v něm obsaženými jsou bílkoviny. Díky nim se zjišťuje výživová hodnota zrna pro výrobu potravin, ale také hodnota v oblasti krmivářství. Množství bílkovin není nijak stabilní a kolísá ve značném rozpětí (zhruba 8–20 %). V roce, kdy jsou úhrny srážek a teploty v relativně standardních hodnotách, obsahuje pšeničné zrno většinou 12–13 % bílkovin (Prugar et al., 2008).

Složení zrna se samozřejmě může různě lišit. Na základě studií byly určeny hodnoty složení průměrného pšeničného zrna pěstovaného v České republice, které jsou uvedeny v následující tabulce (Cibulcová, 2017).

Tabulka 1.1: Složení zrna pšenice ozimé

Jednotlivé složky	Dusíkaté látky	Tuk	Vláknina	Minerální látky	Cukry	Škrob
Procentuální zastoupení	8,0-17,0	1,0-2,5	2,0-2,5	1,5-2,0	2,0-3,0	63,0-71,0

1.4 Jakost pšenice

V tomto ohledu je důležité měřit některé veličiny, jako například obsah škrobu, který je kvalitativním ukazatelem hlavně pro pšenici, jež se dále zpracovává v lihovarském a škrobárenském průmyslu. Dále se za pomoci chemických metod stanovuje obsah vlákniny. Pokud je to nutné, lze stanovit i obsah vitamínů a minerálních látek (Prugar et al., 2008).

1.4.1 Mlynářská hodnota pšenice

Mlynářská hodnota pšenice je stanovována anatomickými a morfologickými znaky, dále pak obsahem zásobních látek a také vnitřní strukturou. Při mletí může docházet k rozdílným výsledkům, a tak se může lišit množství podílu předních mouk a množství odpadu. Tento faktor ovlivňuje velikost a tvar zrna, včetně velikosti a hloubky podélné rýhy. Dále se zrno hodnotí jeho objemovou hmotností, hmotností tisíce zrn a podílem plných zrn. Toto jsou nejdůležitější ukazatele, které stanovují hodnotu zrna pšenice pro mlynáře. Ještě se lze zabývat strukturou endospermu. Ta je však dána genetikou odrůdy, stejně tak jako tvrdost zrna je určena odrůdou (Faměra, 2000). Autorka Muchová (2001) k tématu ještě udává další faktory, dle kterých se hodnotí mlynářská kvalita pšenice ozimé. Patří mezi ně například mokrá lepek v % sušiny, dusíkaté látky v zrně, sedimentační schopnost zrna a číslo poklesu. Tyto znaky se stanovují za pomoci mouky. V dřívějších dobách byly určovány z celozrnného šrotu, kde jejich množství nebylo stanoveno s takovou přesností.

1.4.2 Pekařská hodnota pšenice

V pekařství se vyrábí velké množství výrobků, jejich kvalita je závislá na mnoha různých faktorech. Nejdůležitějším z nich však je kvalita základní suroviny, jíž ve vysokém množství případů bývá pšeničná mouka. Kvalitu mouky lze také označovat jako její sílu. Síla mouky se hodnotí dle její vaznosti, taková mouka je tedy ta, která dokáže vázat velké množství vody. V tomto ohledu hraje roli i tvrdost zrna. Tvrdozrnné pšenice při mletí na mouku vykazují mnohem větší poškození škrobu, a tím se navyšuje i vaznost mouky (Muchová, 2001). Pšeničné odrůdy jsou zařazeny do několika kategorií dle pekařského využití. Prugar et al. (2008) je uvádí jako kategorii E – elitní pšenice, kategorii A – kvalitní pšenice, kategorii B – chlebová pšenice a kategorii C – odrůdy nevhodné pro využití v pekařství. O rozřazení odrůd do kategorií se rozhoduje dle výsledků zkoumání, kde se u jednotlivých odrůd zjišťuje objemová hmotnost, obsah dusíkatých látek, číslo poklesu a další. U většiny odrůd pšenice se však dosahuje skupiny B, tedy chlebové jakosti. V případě jarních pšenice je vícero odrůd v kategorii A.

1.5 Vliv počasí a oblasti na kvalitu zrna pšenice

Klimatické faktory mají značný vliv při růstu obilnin a velkou měrou dokáží ovlivnit jakostní parametry zrna. Z výzkumů vyplývá, že teplejší a sušší podnebí, které většinou bývá v oblastech s nižší nadmořskou výškou, je vhodnější pro dozrávání zrna

a také výrazně napomáhá biosyntéze bílkovin (Prugar et al., 1986). V České republice jsou pro pěstování potravinářské pšenice vhodné jen určité oblasti. Příznivé pro tuto obilninu jsou řepařské, kukuřičné a z části obilnářské oblasti. Dlouhodobě také přichází nezanedbatelné množství potravinářské pšenice i z bramborářské oblasti. Snaha o pěstování takto kvalitní pšenice ve všech oblastech však může být kontraproduktivní. V nevhodných oblastech totiž zemědělce toto snažení stojí nemalé náklady a mnohdy ani požadované kvality nedosáhnou (Křen, 2001). Z dlouholetých zkušeností vyplývá, že teplejší jarní a letní období bude zvyšovat pekařskou jakost pšenice a zrna bude mít vyšší obsah bílkovin. Mokrý a studený průběh vegetace má negativní vliv na výnos porostu. Rostliny sice mají dostatek vláhy, ale jak je známo, voda odvádí z půdy dusíkaté látky a porost tímto přichází o důležité živiny. Nízké teploty v době dozrávání zrna zase mají za příčinu zpomalení mikrobiálních procesů, které probíhají v průběhu vegetace v půdě a také zhoršení příjmu živin přes kořenovou soustavu rostlin (Prugar et al., 1986).

1.6 Agrotechnika

1.6.1 Zařazení pšenice ozimé v osevním postupu

Pšenice ozimá je velice náročná na dusík, a tudíž i na předplodinu. V tomto ohledu je důležité přihlédnout i na dané podmínky v jednotlivých výrobních oblastech a také jaké bude konečné využití vyprodukovaného zrna (Zimolka, 2005).

Dle Faměry (1993) se jako nejvhodnější předplodiny pšenice ozimé jeví víceleté píce (jeteloviny), dále pak luskoviny a luskovinoobilné směsky, rané brambory, některé druhy zeleniny, kukuřice na siláž, případně i kukuřice na zrna, a to za podmínky, že byla včasné sklizená. Autor se domnívá, že nejčastější předplodinou pšenice ozimé na našem území bude řepka olejná. Naopak za naprosto nevhodně zvolené předplodiny vnímá jakékoliv obilniny, případně pozdě sklizené okopaniny.

1.6.2 Zpracování půdy a setí

Dle Zimolky (2005) je zpracování půdy důležitým faktorem pro následující založení porostu a jeho nadcházející vývoj. Podstatné je půdu zpracovávat při její optimální vlhkosti. Dále je významná objemová hmotnost půdy a hloubka zpracování půdy. Tento autor rozděluje zpracování půdy do následujících skupin.

Klasické zpracování půdy

Při tomto způsobu zpracování je důležité věnovat pozornost podmítce, a to především její hloubce a době jejího provedení. Samotná orba pak probíhá zpravidla 2–3 týdny

před samotným setím pšenice, a to do hloubky okolo 200 mm. Dále se připraví seťové lůžko a rozruší se hrudky půdy. Po setí je vhodné opětovně půdu utužit válci (Zimolka, 2005).

Částečně zpracovaná půda

Při této technologii se využívá jednoduché zpracování půdy diskovými nebo radličkovými podmiťáči do hloubky 100–120 mm. Dále se půda urovná a prokypří se na hloubku setí. Po setí se půda utuží válci (Zimolka, 2005).

Setí do nezpracované půdy

Tento postup má za následek potřebné vyšší dusíkaté hnojení a chemické hubení plevelů. V našich oblastech se tato technologie moc nevyužívá. Lze konstatovat, že výhodou této technologie je eliminace vodní a větrné eroze (Zimolka, 2005).

Jako velice důležitý faktor při pěstování pšenice je období setí. Každá výrobní oblast má určené určité termíny, kdy je setí pšenice ozimé optimální a má také stanoven finální termín pro setí. V kukuřičné oblasti je tento termín 15. října, v oblasti řepařské 10. října, obilnářská oblast má termín 5. října a bramborářská oblast má termín určen brzo, a to již 30. září. Při dodržení těchto lhůt lze předpokládat, že rostlina bude mít dostatek času na vzejití a počátečné růstové fáze. Při vhodném počasí dojde na podzim ještě k odnožování rostlin, což je příznivé pro tvorbu výnosu. Může to však mít i negativní efekt v podobě rychlejšího vývoje vzrostlého vrcholku. Takto vyvinuté porosty se doporučuje před zimou ošetřit regulátory růstu, a tím jejich růst přibrzdit (Faměra, 2001).

1.7 Stéblolam obilnin

V porostech pšenice může docházet k poléhání také vlivem stéblolamu (Pozděna 1963). Jedná se o houbovou chorobu, která se objevuje na rostlinách na konci odnožování a na začátku sloupkování. Míru napadení obilnin značně ovlivňují teploty a srážky v průběhu jara, hlavně tedy v měsících dubnu a květnu. Jako prevence proti stéblolamu je dobré omezit podíl ozimých obilnin v osevním postupu. Lze proti němu zakročit pomocí morforegulátorů, které redukují ztráty při polehnutí. Dále je možnost tuto chorobu potlačit pomocí fungicidů aplikovaných ve vhodnou dobu (Kazda et al., 2001). Tato infekce přežívá na posklizňových zbytcích, hlavně tedy na strništi. Infikovanému strništi po zapravení do půdy déle trvá rozklad. K nakažení pšenice tedy může dojít z důvodu předčasného setí, kdy zbytky ještě nejsou ve fázi rozkladu. Stéblolam

napadá rostliny v průběhu podzimu a jara a jeho šíření prospívá studená, počasí a vysoká vlhkost půdy. Nejdříve jsou napadeny listové pochvy, z nichž nákaza prorůstá až do stébla (Štorová, 2015).

1.8 Poléhání obilnin

Velmi vážným rizikem při pěstování obilnin je jejich poléhání, které může výrazně ovlivnit výnos a kvalitu sklizeného zrna. Konkrétně dokáže snížit výnos zrna o 10 – 30 % (Petr et al., 1980). Polehnutí porostu je velmi závislé na daném roku, kdy v některých letech k polehnutí nemusí dojít vůbec a v jiných může polehnout značná část obhospodařované plochy. Škody způsobené polehnutím se velmi těžko odhadují a jsou závislé na fázi růstu, při níž k polehnutí porostu dojde. Povětrnostní podmínky jsou silným, ne však jediným faktorem, na kterém poléhání závisí. Dalšími ovlivňujícími vlivy může být struktura porostu, odrůda, výživa, půdní typ, agrotechnika, předplodina apod.

Poléhání bývá často děleno na kořenové a stébelné. Při stébelném poléhání dojde k tomu, že se stéblo ohne nad zemí, avšak kořeny zůstanou pevně držet v zemi. Kořenové poléhání je častější a dochází k němu v měkkých mokřích půdách. Probíhá tak, že stéblo rostliny zůstane nepoškozené, ale rostlina se vyvrátí celá i s kořenem (Svobodová, 2018). Lze říct, že neoptimální povětrnostní podmínky jsou pro rostlinu stresovými faktory, které zapříčiňují jejich poléhání. Stresem pro rostlinu může být sucho a vysoké teploty, při nichž dochází k nadzemnímu poléhání. Může však nastat i opačná situace, kdy z důvodu vysokých srážek je půda podmáčená, rostlina se v ní nedokáže udržet a nastane poléhání kořenové (Berry, 2006). Největší škody poléháním porostu jsou způsobeny, pokud k němu dojde v období kvetení, případně na začátku nalévání zrna, kdy porost již není dále schopný využít slunečního záření pro fotosyntézu (Peake, 2012).

1.9 Ochrana obilnin proti poléhání

Rostliny lze účinně chránit proti jejich poléhání regulací růstu, čímž se zvýší odolnost stébla a zároveň se stéblo zkrátí. Tyto přípravky je důležité aplikovat cíleně v určitém růstovém období a společně s kvalitní fungicidní ochranou lze předpokládat dobrý stav porostu při sklizni. Dále je zjevné, že rostliny, které mají menší náchylnost k poléhání, jsou zdravější a mnohem efektivněji využívají vodu a živiny pro ukládání asimilátů do zrna. Je důležité daný pozemek sledovat hned od brzkého jara. Časně seté porosty vyžadují intenzivnější regulaci, a to již ve fázi odnožování. V době, kdy rostlina končí

s odnožováním, je často zapotřebí oddálit sloupkování. Tím se porost zahustí a v případě jeho nevyrovnanosti napomůže slabším rostlinám srovnat porost. Přímou u pšenice ozimé je zapotřebí zpevnit bazální části a zkrátit spodní dlouhé internodie. V případě velkého rizika polehnutí nebo v intenzivně pěstovaných porostech lze ještě aplikovat regulátor na konci sloupkování (Suchánek, 2017). Jsou ovšem důležité i povětrnostní podmínky, při kterých bude aplikace probíhat. Regulátory totiž mohou při špatných podmínkách pro aplikaci způsobit porostu tzv. výnosovou depresi. Tato deprese se může projevit ve větší míře v případech, kdy se porost snažíme zachránit vyšší dávkou regulátoru v pozdějším období (Berry, 2006).

1.10 Účinné látky

Riziko poléhání lze snižovat aplikacemi nejrůznějších účinných látek. Tyto látky ve většině případů působí různou formou na biosyntézu giberlinů. Mezi takto fungující látky patří například chlormequat chloride, prohexadione, trinexapac-ethyl nebo mepiquat chlorid. Takto fungující látky je důležité aplikovat v mladších růstových fázích porostu. V případě, že je nutné proti poléhání zakročit v pokročilé fázi růstu, je lepší použít přípravky, které do jisté míry ovlivňují biosyntézu ethylenu, jako je například Ethephon (Štěnička, 2021).

Chlormequat chloride

V případě chlormequatu se jedná o chemickou sloučeninu, která je používána jako regulátor růstu rostlin. Její nejčastější dostupnost na trhu je ve formě chloridové soli (chlormquat chloride). Tato látka je bezbarvá a rozpustná ve vodě nebo v ethanolu (Runkle, 2014).

Chlormequat chloride rostlina přijímá svými zelenými částmi. Touto látkou je v rostlině blokována biosyntéza giberelinů a v důsledku tohoto dění dochází ke zkracování stébla rostliny a zvětšování jeho průměru. Chlormequat chloride je schopný do určité míry také snižovat působení stéblolamu (Anonym 1, 2021). Tato látka je oproti ostatním regulačním látkám rychleji metabolizována rostlinami i ostatními živočichy. To v konečném důsledku znamená, že se jedná o poměrně bezpečnou regulační látku (Runkle, 2014). Tato účinná látka je v České republice dostupná v přípravcích Celstar 750 SL, Cycocel 750 SL, Chlormephon CZ, Jadex-O-720, Ormet plus, Retacel extra R 68, Spatial plus a Stabilan 750 SL (Anonym 4, 2021).

Ethephon

Časté využití účinné látky ethephon je při regulaci obilnin, ale také rostlin tabáku, bavlny nebo rýže. Ethephon reguluje růst rostliny za pomoci stimulace biosyntézy ethylenu. Ten díky dalším hormonům zapříčiní zkrácení stonku a podněcuje funkci zpevňujících látek. Tato látka také přispívá k aktivitě různých dalších enzymů, a tím napomáhá při tvorbě zrna v klase obilniny. Toxicita tohoto přípravku je nízká a při použití na rostlině se dokáže velmi rychle přeměnit na ethylen (Anonym 2, 2021). Ethephon byl objeven v roce 1965. V dnešní době je možné tuto látku nalézt v přípravcích na ochranu rostlin, jako je například Cerone 480 SL, Ephon Top, FlorDEX, Ormet plus a další (Anonym 4, 2021).

Prohexadione

Látka prohexadione působí na růstový hormon rostlin gibberelin systémově jako inhibitor, což znamená, že jeho tvorbu zpomaluje. Tímto dojde ke zkracování stébla a zvýšení jeho odolnosti jako u ostatních látek. Prohexadione ovšem také stimuluje tvorbu květních pupenů. V postřikových kapalinách bývá tato látka ve formě soli prohexadione-kalcium. Tento regulátor se v kapalině štěpí a jeho vápenatá sůl se dokáže poměrně snadno a rychle navázat na síran amonný. Rostlina ji tak rychle přijme svými zelenými částmi. Na účinnost tohoto přípravku má také do značné míry vliv počasí, kdy vlhké a teplé počasí jeho účinnost podpoří. Je tedy důležité správně vybrat dobu, kdy se přípravek bude na rostliny aplikovat. Dle norem lze tuto látku aplikovat na rostliny maximálně dvakrát za dobu jejich vegetace, a to s minimálním odstupem sedmi dnů (Anonym 2, 2021). V případě potřeby prohexadionu je nutné hledat přípravky jako Fabulis OD, Kudos, Medax max, Regalis plus, které jsou dostupné na našem trhu (Anonym 4, 2021).

Trinexapac-ethyl

Látku trinexapac-ethyl můžeme na našem trhu najít v přípravcích jako jsou například Medax max, Moddus, Moxa Next, Calma a Fixator (Anonym 4, 2021). Je účinná proti poléhání pšenice, ječmene, žita, triticales a ovsa. Účinkuje podobně jako chlormequat chloride, což znamená, že do značné míry ovlivní tvorbu růstového hormonu gibberelinu. Tento zásah způsobí, že se stéblo zkrátí a zmohutní. Důsledkem toho je vyšší odolnost proti poléhání porostů. V průběhu vegetace lze tuto látku aplikovat na rostliny pšenice ozimé dvakrát. Při suchém sezónním počasí je však vhodné trinexapac-ethyl vynechat úplně, jelikož rostliny nedostatečně zásobené vodou nereagují dobře. Při aplikaci této látky by také rostlina neměla být suchá (Anonym 1, 2021).

Trinexapac-ethyl dobře působí i na jiné zemědělské plodiny než obilniny, jak uvádí Trethewey et al. (2016). Lze jím regulovat růst u širokého spektra trav jako například jílek vytrvalý nebo kostřava vysoká. Regulací jílku touto látkou lze dosáhnout až o 1,1 více semen na klásek, což v konečném důsledku přinese i značný nárůst výnosů.

Mepiquat chloride

Mepiquat chloride (mepikvát) lze na trhu najít v přípravcích jako Skeleton, Caryx nebo Reguláto 300 SL (Anonym 4, 2021). Tato látka má za účel snížit působení růstových hormonů, tzv. inhibuje syntézu giberelinů. Konkrétně tato látka omezí prodlužování buněk a sníží buněčné dělení. Na zkrácení a zesílení stěny stébla je tato látka účinná u mnoha obilnin jako například pšenice ozimá, ječmen ozimý, triticales ozimé nebo žito ozimé (Anonym 3, 2021). Použití může být však i u kukuřice, jak ukazuje zahraniční výzkum. Aplikací mepiquat chloridu kukuřice setá dosáhne zvýšení pevnosti stébla. Zvýší se taky sušina a v rostlině se akumuluje lignin, což má za následek silnou odolnost proti poléhání porostu (Kamran et al., 2018).

1.11 Aplikace regulátorů růstu

Regulátor růstu lze na rostlinu aplikovat různými způsoby, a to buď jako ošetření osiva nebo sadby, jako aplikaci postřikem na list rostliny, jako aplikaci do půdy, případně jako lanolinová pasta. V našich podmínkách a konkrétně u pšenice ozimé se však nejčastěji používá aplikace na list rostliny formou postřiku (Kutina, 1988).

1.11.1 Aplikace regulátoru na osivo

Při aplikaci regulátoru na osivo se využívá prášku nebo roztoku. Aplikace tekutého roztoku na osivo je možná dvěma způsoby. V prvním případě se jedná o ponoření osiva do roztoku na určitou dobu, u druhé možnosti se použije roztok, který bude ve větší koncentraci. Pokud dojde k práškové aplikaci, je regulátor nasypán mezi osivo, kde se s ním důkladně promíchá a následně se vyseje (Kutina, 1988).

1.11.2 Aplikace do půdy

Při přísunu regulátoru k rostlinám v podobě aplikace do půdy je důležité dbát na koncentraci roztoku, a s tím spojené množství, které lze vyaplikovat na určitou plochu. Zde hraje důležitou roli také průběh počasí, kdy hrozí, že při příchodu srážek v brzkém období od nanesení přípravku do půdy, se regulátor vymyje a bude mít nízký nebo zcela nulový účinek. Pro tuto aplikaci do obilnin byla provedena spousta pokusů po celém světě. Výsledek ovšem byl většinou nižší nebo stejný, jako v případě aplikace postřiku na list rostliny. Význam tohoto zvoleného přísunu regulátoru k rostlinám se

však nachází v zahradnictví, kde se přípravek smíchá se zeminou, do níž jsou následně sázeny květiny atd. (Kutina, 1988).

1.11.3 Aplikace na nadzemní části rostliny

Pokud se rostlina reguluje v době, kdy už má nadzemní části, používá se pro nanesení regulátoru postřik nebo je rostlina do roztoku namáčena. Pokud se zvolí aplikace postřikem, je důležité pohlídat, aby rostlina byla roztokem důkladně smočena, případně je vhodné přidat smáčedlo, které by mělo zajistit dostatečné smočení rostliny a příjem regulátoru rostlinou (Kutina, 1988).

1.12 Výživa a hnojení pšenice ozimé

Rostliny ke svému správnému vývoji potřebují dostatek živin, jež jim je buď schopna zajisti samotná půda nebo se musí výživa k rostlinám dodávat. Objem živin v půdě je závislý na mnoha faktorech, jako je například průběh počasí, intenzita pěstování či osevní postup (Faměra, 1993). Jak uvádí autor Zimolka (2005), pšenici ozimou lze zařadit mezi plodiny, které jsou středně závislé na množství živin. Kořenové systémy pšenice sahají do hloubky 0,4 m, a proto je důležité při podzimních pracích dostatečně zásobit svrchní vrstvu půdy živinami, které má rostlina v průběhu vegetace možnost čerpat skrze kořeny. Pokud není půda dostatečně zásobena, rostliny na toto pochybení negativně reagují a dochází k omezení různých metabolických procesů. To zapříčiní slabé rostliny s nedostatkem odnoží, které velmi často nemají ani dostatek síly přežít zimu (Prugar et al., 1986).

1.12.1 Projevy nedostatků ve výživě a hnojení pšenice ozimé

Každá rostlina potřebuje dostatek živin, při nedostatku některé látky jsou viditelné změny na rostlinách a také na výsledných výnosech dané rostliny. Jednou z nejdůležitějších živin je dusík. Jeho nedostatek lze rozpoznat, jelikož porost je bledý a nevyrovnaný. Jeho vliv je značný i v konečném vývoji klasu, kdy je klas krátký a má menší počet zrn s nedostatečnou hmotností (Zimolka, 2005).

Dalšími prvky, které je důležité rostlině dodat, jsou fosfor, draslík a hořčík. Největší problém bývá dodání dostateku hořčíku do půdy, jelikož ve velké části půd na území České republiky je jeho nedostatek. Řešením byla hořečnatá hnojiva, kterých však na trhu také není mnoho. Hladina fosforu a draslíku se již udržuje snadněji, protože mnoho podniků před založením porostu aplikuje do půdy trísložkové hnojivo NPK. U tohoto hnojiva nabízí mnoho společností zastoupení jednotlivých prvků

v hnojení přímo dle přání zákazníka a hnojivo tak dodá do půdy přesně to, co je vyžadováno (Faměra, 1993). Nedostatek draslíku lze vypořádat snadno, jelikož rostlina vytváří velké množství odnoží. Oproti tomu nedostatek fosforu může být z počátku poměrně těžko znatelný. Málo této látky totiž u rostlin omezuje růst kořenového systému. Změnu lze na rostlině rozeznat až při sníženém počtu odnoží a následně na stéblu, které většinou bývá slabé a krátké. Důležité je rostlině dodat vápník, který hraje také roli v kyselosti půdy. Při nedostatku vápníku se rostlině špatně tvoří kořenový systém, na listech lze pozorovat objevující se chlorózu a odumírají vrcholky rostlin (Zimolka, 2005).

1.13 Choroby a škůdci působící na pšenici ozimou

Choroby lze rozdělit do dvou skupin, a to na virové choroby a houbové choroby. Dalším důvodem snížení výnosů může být působení škůdců. Choroby rostlin a škůdci rostlin mají negativní vliv na vývoj a zdraví rostlin a můžou se na rostlinách podepsat mnoha způsoby – od snížení výnosu, přes poléhání porostu až po celkový úhyn rostlin (Kazda et al., 2010).

Virové choroby pšenice ozimé

Mezi nejčastější virové onemocnění patří virová žlutá zakrslost, která napadá většinu obilnin. Nákaza se šíří pomocí mšic, které jej přenášejí na obilniny z trav a obilného výdrolu. Výskyt viru v porostu pšenice je viditelný. Porost pomaleji roste a na listech jsou znatelné žluté pruhy, které se postupem času zabarví do černa. Ochrana je možná za pomoci vhodných insekticidů (Kazda et al., 2001).

Houbové choroby pšenice ozimé

Hub napadajících pšenici ozimou je značné množství. Mezi základní patří například sněžná plísňovitost obilnin, stéblolam obilnin, černání kořenů a báze stébel obilnin, hniloba pšenic, padlí pšenice, rzivost obilnin a další. Většina těchto houbových chorob se šíří za pomoci posklizňových zbytků, případně za pomoci větru, kdy některé houby se dokáží vzduchem rozšířit na opravdu velké vzdálenosti, a to až 100 km od místa jejich původu. Ochrana před těmito chorobami je různá a u každé choroby individuální, od správného termínu setí až po vhodnou dávku hnojiv. Nejúčinnější ochranou však stále zůstává aplikace fungicidů (Štorová, 2015).

Škůdci ozimé pšenice

Mezi škůdce pšenice ozimé patří například háďátko zhoubné, mšice, křísek polní, hrabáč osenní, kohoutci, dřepčík obilní a mnoho dalších. Ochranou proti škůdcům je

hlavně vhodně zvolený osevní postup, setí meziplodin, vyvážené hnojení rostlin nebo také chemická cesta, a to různými druhy insekticidů (Kazda et al., 2001).

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo posoudit vliv morforegulátorů na výnosové prvky a celkový výnos zrna ozimé pšenice. Stanoveny byly tyto hypotézy:

- 1) Použití morforegulátorů zvyšuje výnos zrna.
- 2) Morforegulátory působí kladně na jakostní parametry zrna.
- 3) Morforegulátory snižují výšku rostlin.

3 Metodický postup

3.1 Charakteristika podniku

Pokus byl realizován na farmě pana Jana Hrušky, již má v soukromém vlastnictví. Podnik a jeho pozemky se nacházejí v kraji Vysočina, konkrétně v obci Želetava. Tato obec leží v moravské části Českomoravské vrchoviny v nadmořské výšce 574 m. n. m. Léto v této oblasti je krátké a mírné, naproti tomu zima je dlouhá a suchá. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 6,4 °C. V této oblasti převažují hnědé půdy, které jsou méně kyselé až kyselé. Většina půd je zde lehkých, místy se nachází půdy středně těžké. Podle velikosti částic v půdě se jedná o půdy hlinitopísčité až písčitohlinité. Pan Hruška hospodářsky zhruba na 180 ha orné půdy a 15 ha trvalých travních porostů. Ekonomika podniku je tedy postavena primárně na rostlinné výrobě, kdy je na orné půdě (na zhruba 70 ha) pěstována v největším zastoupení pšenice ozimá, dále pak řepka ozimá, která zaujímá plochu okolo 50 ha, ječmen jarní na 20 ha a ječmen ozimý na 40 ha. Na malé části plochy se také nachází vojtěška setá. Farma se zabývá i výkrmem hovězího dobytka, kterému je zkrmována produkce z trvalých travních porostů.

3.2 Založení poloprovozního pokusu

Poloprovozní pokus byl realizován v obci Želetava, v místní části Šašovice ve vegetačním období 2020/2021. V pokusu bylo uskutečněno 5 variant po 3 opakováních. Bylo tedy vytvořeno celkem 15 pokusných parcel, kdy celková plocha pokusu činila 1,8 ha.



Obrázek 3.1: Schéma rozložení jednotlivých variant pokusu (LPIS, 2021)

3.3 Rozbory půdy na pokusném pozemku

Na daném pozemku byly před vysetím pokusné pšenice udělány rozbory půdy, jejichž výsledky byly porovnány s vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 275/1998 Sb. Z té je patrné, že obsah fosforu v daném místě je na hodnotě $65 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, což je vyhovující. Obsah draslíku na pozemku byl stanoven v hodnotě $202,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Obsah síry byl $18 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a boru $0,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Obě hodnoty byly nízké. Obsah manganu byl zjištěn na hodnotě $98,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. V standardní hodnotě $3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ byl stanoven zinek. Obsah mědi a železa je taktéž dobrý, konkrétně na hodnotách $2,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a $213,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Obsah hořčíku byl však poněkud nižší a vápník byl na podobně nízkých hodnotách. Nejdůležitějším faktorem bylo zjištění kyselosti půdy, kdy její hodnoty byly okolo 5, což značí půdu kyselou až silně kyselou. Na to majitel pozemku reagoval a po sklizni pšenice na daném pozemku proběhla aplikace vápence pro zlepšení kvality půdy.



Obrázek 3.2: Výsledky rozborů půdy (fotografie autora, 2021)

3.4 Teplotní a srážkové podmínky

Teplotní a srážkové úhrny byly zaznamenávány meteorologickou stanicí, která byla umístěna nedaleko pokusného pozemku.

Tabulka 3.1: Měsíční průměr srážek a teplot 2020

Měsíc	Průměrná teplota vzduchu (°C)	Dlouhodobý měsíční průměr teploty vzduchu (°C)	Úhrn srážek (mm)	Dlouhodobý měsíční průměr úhrnů srážek (mm)
Srpen	20,1	16,9	114,4	80
Září	14,9	12,4	71,1	56
Říjen	8,9	7,6	68,6	39
Listopad	3,8	2,3	21,4	46
Prosinec	1,1	-1,6	19,0	47

Tabulka 3.2: Měsíční průměr srážek a teplot 2021

Měsíc	Průměrná teplota vzduchu (°C)	Dlouhodobý měsíční průměr teploty vzduchu (°C)	Úhrn srážek (mm)	Dlouhodobý měsíční průměr úhrnů srážek (mm)
Leden	-1,2	-2,6	23,0	44
Únor	0,1	-1,5	21,6	38
Březen	3,5	2,2	15,4	48
Duben	5,9	7,4	30,1	41
Květen	11,0	12,6	82,6	71
Červen	19,5	15,4	114,7	75
Červenec	19,7	17,3	73,3	87

3.5 Popis odrůdy Julie

Odrůdu Julie vyšlechtila společnost Selgen. Jedná se o odrůdu poloraného sortimentu s velice dobrou mrazuvzdorností. Je také poměrně odolná vůči chorobám, jako jsou padlí travní. Středně odolná je tato odrůda také proti listové skvrnitosti, braničnatce plevové, rzi travní, ovšem méně odolná je například proti rzi plevové. Odrůda Julie je šlechtěná pro vysoký výnos, kterého dosahuje ve většině výrobních oblastí. Zrno je pekařské jakosti E a mouka z něj má vysokou vaznost. Objemovou hmotností dosahuje vysoké úrovně kolem 804 kg/hl a obsah dusíkatých látek bývá na středně vysoké úrovni okolo 13,8 %. Rostliny bývají středně vysoké (Horáková a Dvořáčková, 2021). V roce 2020 byl v Zemědělském výzkumném ústavu realizován pokus zaměřující se

na kvalitu nejčastěji pěstovaných odrůd pšenice ozimé v České republice. Mezi těmito odrůdami byla i odrůda Julie. Při zjištění objemové hmotnosti se odrůda Julie umístila na 4. místě s průměrnou objemovou hmotností 77,8 kg/hl. Ovšem například u čísla poklesu nedosáhla Julie ani požadované hodnoty, která je pro odrůdy třídy E stanovena na 286 s a Julie měla průměrnou hodnotu čísla poklesu 279 s. V dalších měřených faktorech, jako je obsah bílkovin, kvalita bílkovin a výnos, se však Julie umístila opět v prvních 3 příčkách mezi zkoumanými odrůdami (Chrpová, 2021).

3.6 Charakteristika agrotechniky

Na dané farmě je pšenice obvykle zařazena v osevním postupu po ozimé řepce a část pšenic je seta po obilninách. Na pozemku však byla předplodinou již zmíněná řepka ozimá. Po sklizni řepky, která proběhla v srpnu roku 2020, byla na pozemku provedena podmítka diskovými branami Bednar Swifterdisc do hloubky 5 cm. Po vzejití výdrolu byla provedena další podmítka do hloubky 7 cm. Dále byla na pozemek aplikovaná dávka NPK, která byla následně zapravena posledním přejezdem diskových bran, kdy byla hloubka zpracování 11 cm. Poté proběhlo setí pšenice pneumatickým secím strojem značky Pneusej do řádků ve vzdálenosti 12,5 cm.



Obrázek 3.3: Příprava půdy na pozemku (fotografie autora, 2021)

3.7 Hnojení pokusu

Před setím pšenice bylo aplikováno do půdy hnojivo NPK 10-26-26 v dávce 200 kg/ha. Toto hnojivo obsahuje dusík, fosfor, draslík a pojivé prvky. Hnojivo se následně zapravilo do země, aby bylo pro rostliny dostupné po začátku jejich vegetace. Při 10% zastoupení dusíku v hnojivu bylo tedy touto aplikací dodáno rostlinám 20 kg/ha dusíku. Dále již nebylo nutné v podzimním období rostliny podporovat dodáváním jakýchkoliv živin.

Brzy z jara, konkrétně 9. března, proběhlo první regenerační hnojení, a to ledkem amonným s vápencem v dávce 150 kg/ha. Tento druh hnojiva obsahuje 27 % dusíku a 4 % hořčíku. Lehkým přepočtem lze tedy zjistit, že rostlinám bylo dodáno 40,5 kg/ha dusíku. Totožná aplikace se prováděla ještě jednou, konkrétně po 14 dnech od aplikace první.

Po probuzení porostu ze zimy se na farmě pana Hrušky ve většině případů používá tekuté dusíkaté hnojivo DAM. Toto hnojivo je do porostu aplikováno postřikovačem se speciálními tryskami. První aplikace tohoto hnojiva byla provedena na konci dubna, a to v dávce 130 kg/ha. Následovaly další dvě aplikace, z nichž jedna byla uskutečněna v první polovině května. Poslední aplikace na podporu tvorby klasu proběhla na začátku června. Aplikovaná hnojiva byla vždy ve shodné dávce, rostlinám bylo těmito aplikacemi dodáno zhruba 110 kg/ha dusíku. Celkově bylo tedy rostlinám poskytnuto zhruba 200 kg/ha dusíku.

3.8 Metodika pokusu

Následující tabulka uvádí jednotlivé pokusné varianty včetně varianty kontrolní.

Tabulka 3.3: Jednotlivé varianty pokusu

Varianty:	Termín aplikace		
	T1 BBCH 25-29, plné odnožování až konec odnožování	T2 BBCH 30-32 počátek sloupko- vání až 2. kolénko	T3 BBCH 37-39 objevení praporcového listu až pra- porcový list zcela rozvi- nutý
1	Kontrolní varianta bez regulátoru růstu		
2	Retacel Extra R68	Fabulis OD	Cerone 480 SL
3	Retacel Extra R68	Medax Max	
4	Retacel Extra R68	Moddus	
5	Retacel Extra R68	Skeleton	Ormet Plus

3.9 Hodnocení tvorby výnosu zrna

Výnosové prvky a jejich hodnoty byly zjišťovány z m^2 , počty odnoží byly počítány na rostlinu. Stanovování probíhalo v různých bodech pokusných parcel, tak aby byly výsledky co nejobjektivnější.

Prvním faktorem stanovování bylo zjišťování počtu rostlin na m^2 . Dále pak pro náš pokus bylo důležité určit výšku rostlin, která se měřila v průběhu celé vegetace. Následovně se zjišťoval počet odnoží u rostlin. Na konci vegetace se hodnotil počet klasů a počet zrn v klasu. Po sklizni byla určena také HTZ. Dále byl zjišťován skutečný výnos, kdy byla každá pokusná parcela sklízena jednotlivě a sklizené zrna bylo zváženo. Následně byl vypočítán hektarový výnos z každé pokusné parcely.

Fenologické pozorování

V průběhu vegetačního období pšenice ozimé bylo prováděno fenologické pozorování. Při něm byla využita makrofenologická stupnice, podle které byly stanoveny jednotlivé růstové fáze.

Měření délky porostu

Měření délky porostu proběhlo v několika termínech, kdy na každé z pokusných parcel byly náhodně vybrány rostliny. Tyto rostliny byly změřeny a výsledná data byla zaznamenána. Následně byl z výsledků zpracován průměrný počet rostlin u každé varianty.

Stanovení počtu odnoží

Počet odnoží byl stanovován způsobem, kdy na každé pokusné parcele bylo náhodně vybráno 30 rostlin, u nichž byly následně spočítány odnože a byl z nich vypočten průměr odnoží na dané pokusné parcele.

Stanovení počtu klasů na m^2

Počet klasů nacházejících se na m^2 byl stanoven za pomoci metrovky, která byla pokládána do porostu a následně se počítaly klasy uvnitř. Počítání se provádělo na každém opakování dvakrát, pokaždé na jiném místě pokusné parcely, aby byly výsledky, pokud možno, co nejobjektivnější.

Stanovení počtu zrn v klasu

Před sklizní bylo náhodně vybráno 15 klasů z každé pokusné parcely. V každém klasu byl následně spočítán počet zrn. Výsledné hodnoty byly zprůměrovány, výsledkem byl průměrný počet zrn v klasu na každé parcele.

Stanovení hmotnosti tisíce zrn (HTZ)

Tato hodnota byla stanovena jednoduchým systémem, kdy se ručně z každého odebraného vzorku zrna napočítalo 2 x 500 zrn a následně byla tato zrna zvážena a výsledek byl zaznamenán.

Skutečný výnos zrna

Každá z 15 pokusných parcel byla sklizena zvlášť a výnos z parcely byl vysypán do valníku, ve kterém se poté zvážila na mostové váze. Za pomoci výpočtů byl následně spočítán hektarový výnos z každé parcely.

Teoretický výnos zrna

Teoretický výnos lze spočítat za pomoci hlavních výnosových prvků

Vzoreček výpočtu teoretického výnosu:

$$\begin{aligned} & \text{Výnos v t. ha} - 1 \\ & = \frac{\text{průměrný počet klasů na m}^2 * \text{průměrný počet zrn v klasu} * \text{HTS}}{100\,000} \end{aligned}$$

Teoretický výnos vyjde ve většině případů vyšší. Jak je však známo, nachází se v něm řada chyb. Většinou se odeberou větší než průměrné klasy, neodpočítávají se prázdná místa v porostu (kolejové řádky atd.), HTS může být počítána s jiným obsahem vlhkosti v zrně a velký podíl hrají také ztráty sklízecí mlátičky, které mohou být v takto vysokých výnosech v řádech několika procent, případně i desítek procent, a to v závislosti na typu sklízecí mlátičky, jejím nastavení, obsluze, podmínkách atd.



Obrázek 3.4: Odpočet klasů na m² (fotografie autora, 2021)



Obrázek 3.5: Rozdíly v délkách rostlin (fotografie autora, 2021)

3.10 Hodnocení kvality zrna

Z každé pokusné varianty byl odebrán vzorek, který byl následně hodnocen v laboratořích. Byla měřena vlhkost, objemová hmotnost, obsah dusíku, vlákniny, lepku, škrobu a bylo zjištěno také pádové číslo.

Stanovení objemové hodnoty

Objemová hmotnost je určena jako poměr hmotnosti vyjádřený v kilogramech vůči objemu vyjádřenému v hektolitrech. Pro obilniny je tedy definována v kilogramech na hektolitr a její výsledná hodnota by se měla uvádět na dvě desetinná místa (Racková, 2002).

Stanovení obsahu N-látek

Obsah dusíku v zrně pšenice byl stanoven prostřednictvím metody podle Kjeldahla. Pomocí varu v kyselině sírové se dusíkaté látky, jež daný vzorek obsahuje, přemění na amonné ionty a dále se vypočítá obsah dusíku v zrně (Prugar et al., 2008).

Stanovení vlákniny

Vláknina v zrně byla stanovena za pomoci Henneberg-Stohmannovi metody, která je založena na principu vaření zrna v kyselině sírové a v roztoku hydroxidu draselného a následném vážení (Šulová, 2018).

Stanovení obsahu lepku

Pro stanovení obsahu lepku byla použita metoda založená na vypírání lepku. Tato metoda je jednoduchá a nenáročná na chemikálie (Prugar et al., 2008).

Zelenýho test

Tento index je číslo, které udává objem sedimentu obsaženého v zrně pšenice. Tento sediment vzniká za určitých podmínek, a to při suspenzi mouky, jež je zkoušená v roztoku kyseliny mléčné (Prugar et al., 2008).

Stanovení obsahu škrobu

Obsah škrobu lze stanovit polarimetricky. Je zapotřebí provést hydrolýzu kyselinou chlorovodíkovou zkoumaného vzorku a odstranit bílkoviny Caressovými činidly. Dále je třeba naměřit optickou otáčivost a provést korekci na opticky aktivní látky, které se rozpouští ve směsi ethylenu a vody (Šulová, 2018).

Stanovení pádového čísla

Pádové číslo se určuje za pomoci vodní suspenze mouky ze zrna zkoumané plodiny. Tato suspenze musí rychle zmazovatět prostřednictvím vroucí lázně. Dále se pak za pomoci viskozimetrického míchadla zjišťuje odpor vůči škrobovému gelu a určuje se pádové číslo (Šulová, 2018).

4 Výsledková část

4.1 Výskyt škodlivých činitelů

V průběhu vegetace se v porostu vyskytovaly i škodliví činitelé, kteří však neměly negativní vliv na výsledky pokusu.

Dvouděložné plevely

V průběhu podzimu se v porostu vyskytly dvouděložné a jednoděložné plevely, a to zejména chundelka metlice, výdrol řepky olejky a svízel přitula. Proti těmto plevelům bylo zakročeno použitím herbicidu Bizon, jenž obsahuje účinné látky *Penoxsulen*, *Florasulan* a *Diflufenocan*. Tyto látky v porostu vymýtily výdrol řepky olejné, která byla předplodinou pšenice. Dále tento postřik úspěšně vyřešil problém s plevely, porost tak šel do zimního období v dobré kondici, bez zjevných škodlivých činitelů.

Padlí travní, Braničnatka pšeničná

Před začátkem metání se v porostu objevilo padlí travní a také braničnatka pšeničná. Tato houbová choroba však byla v porostu objevena zavčas, a konkrétně 15. května proti ní bylo zakročeno fungicidem Hutton v dávce 0,8 l/ha.

Klasová fuzária

V období metání se v porostu pšenice ozimé objevil další škodlivý činitel – klásková fuzária. Jde o houbové choroby. Tato choroba napadá hlavně klasy rostlin a způsobuje významné škody. Proto se jedná o jednu z nejzávažnějších chorob, která pšenici ozimou postihuje. Klasová fuzária dokáže způsobit ztráty na výnosech, ale také snížení pekařské kvality. V případě, že je zrno dále určené jako osivo, snižuje tato choroba jeho klíčivost. Proti klasové fuzárii bylo zakročeno 20. června, v období mezi metáním a kvetením. Byl zde použit fungicidem Teson s účinnou látkou *Tebukonazol*, který problém fuzárií úspěšně vyřešil.

4.2 Fenologické pozorování

Tabulka 4.1: Růstové fáze a jejich nástup v průběhu vegetace

Růstové fáze	BBCH	Termín
Klíčení	05-07	27.9.2020
Vzcházení	10-11	10.10.2020
Odnožování	21	16.11.2020
Sloupkování	30	7.5.2021
Metání	51-59	13.6.2021
Kvetení	61-69	23.6.2021
Žlutá zralost	73-75	15.7.2021
Plná zralost	79-81	29.7.2021

4.3 Výnosové parametry pšenice ozimé

4.3.1 Počet rostlin

Počet rostlin na m² před aplikací

První odpočet rostlin proběhl těsně před aplikací prvního regulátoru růstu, a to 27. dubna 2021. Z každé pokusné varianty byl stanoven průměrný počet rostlin na m², který je znázorněn v následující tabulce.

Tabulka 4.2: Průměrný počet rostlin na m² u jednotlivých variant před aplikacemi

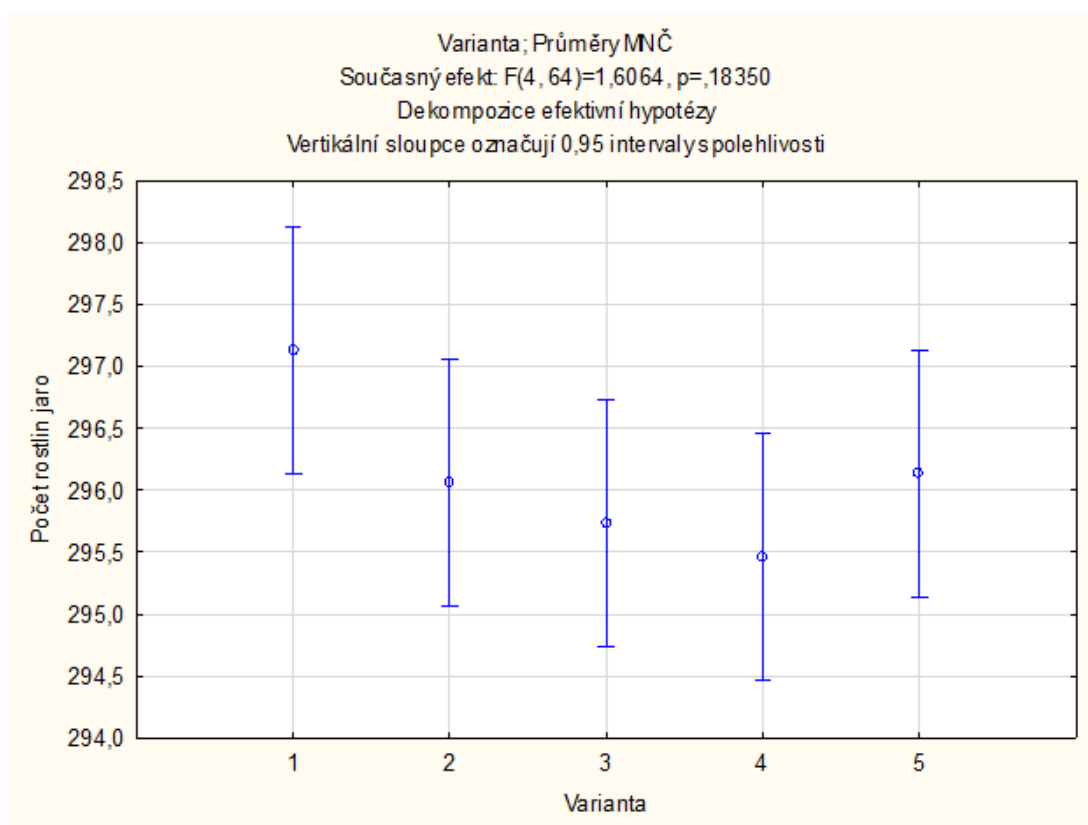
Varianty	1	2	3	4	5
Počet rostlin	297,13	296,06	295,73	295,46	296,13

Tabulka 4.3: Analýza variace pro počet rostlin na m² před aplikacemi

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota ¹
Varianta	24	4	6	2	0,183497
Opakování	4	2	2	1	0,562846
Dílčí opakování	31	4	8	2	0,096451
Chyba	240	64	4	-	-

¹ p-hodnota je hladina pravděpodobnosti, pro kterou platí nulová hypotéza (H₀), že dvě varianty sledování (úrovně znaku, hmotnosti) se od sebe statisticky významně neliší. Je-li p-hodnota < 0,05, popř. < 0,01 nebo < 0,001, zamítáme H₀ a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (*), popř. velmi významný rozdíl (**) nebo velmi vysoce významný rozdíl (***).

Graf 4.1: Průměrný počet rostlin na m² u jednotlivých variant před aplikacemi



Z tabulek a grafů je patrné, že před aplikací morforegulátorů byl počet rostlin na všech pokusných variantách podobný a na žádné z nich nebyl statisticky průkazný rozdíl.

Počet rostlin na m² po ukončení aplikací

Druhý odpočet rostlin proběhl po ukončení aplikací morforegulátorů a po jejich vstřebání rostlinami, konkrétně 14. června 2021. Stejně jako u prvního odpočtu rostlin byl u každé pokusné varianty zpracován průměrný počet rostlin, který je zaznamenán v tabulce 4.4.

Tabulka 4.4: Průměrný počet rostlin na m² po aplikacích

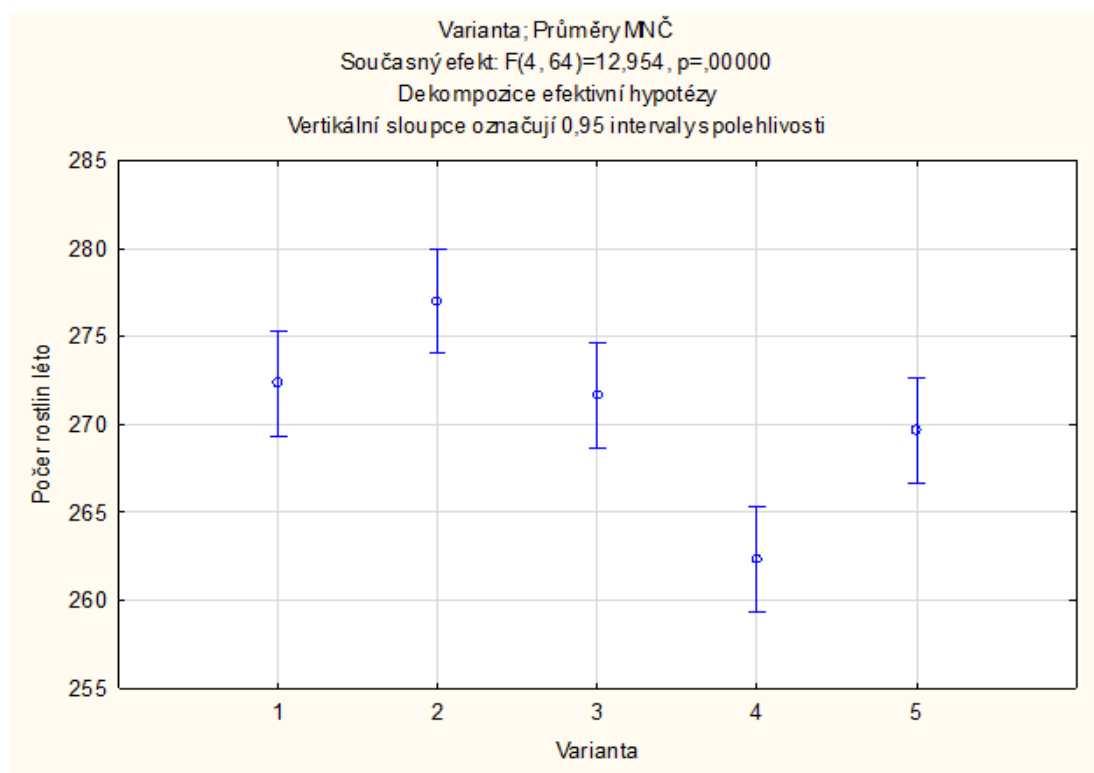
Varianty	1	2	3	4	5
Počet rostlin	272,33	277,00	271,67	262,33	269,67

Tabulka 4.5: Analýza variace pro počet rostlin na m² po aplikacích

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta	1715	4	429	13,0***	0,000000
Opakování	1606	2	803	24,3***	0,000000

Dílčí opakování	270	4	67	2,0	0,099587
Chyba	2118	64	33	-	-

Graf 4.2: Průměrný počet rostlin na m² u jednotlivých variant po aplikacích



Tabulka 4.6: Homogenní skupiny počtu rostlin po aplikacích

Varianta	Průměrný počet rostlin	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$		
4	262,3333	****		
5	269,6667		****	
3	271,6667		****	
1	272,3333		****	
2	277,0000			****

Po ukončení aplikací morforegulátorů již byl rozdíl v počtech rostlin patrný a byl mezi jednotlivými variantami statisticky průkazný rozdíl. Nejvyšší počet rostlin byl u varianty 2, kde průměr činil 277. Naopak nejnižší počet rostlin byl u varianty 4, kde průměr činil 262,3 rostlin.

4.3.2 Počet odnoží

Počet odnoží před aplikacemi

Počáteční odpočet odnoží proběhl před aplikací morforegulátorů 27. dubna 2021. Podobně jako u počtu rostlin byl i počet odnoží před aplikacemi homogenní a nebyly

zjištěny výrazné statistické odchylky. Průměrné počty odnoží jsou znázorněny v tabulce 4.7.

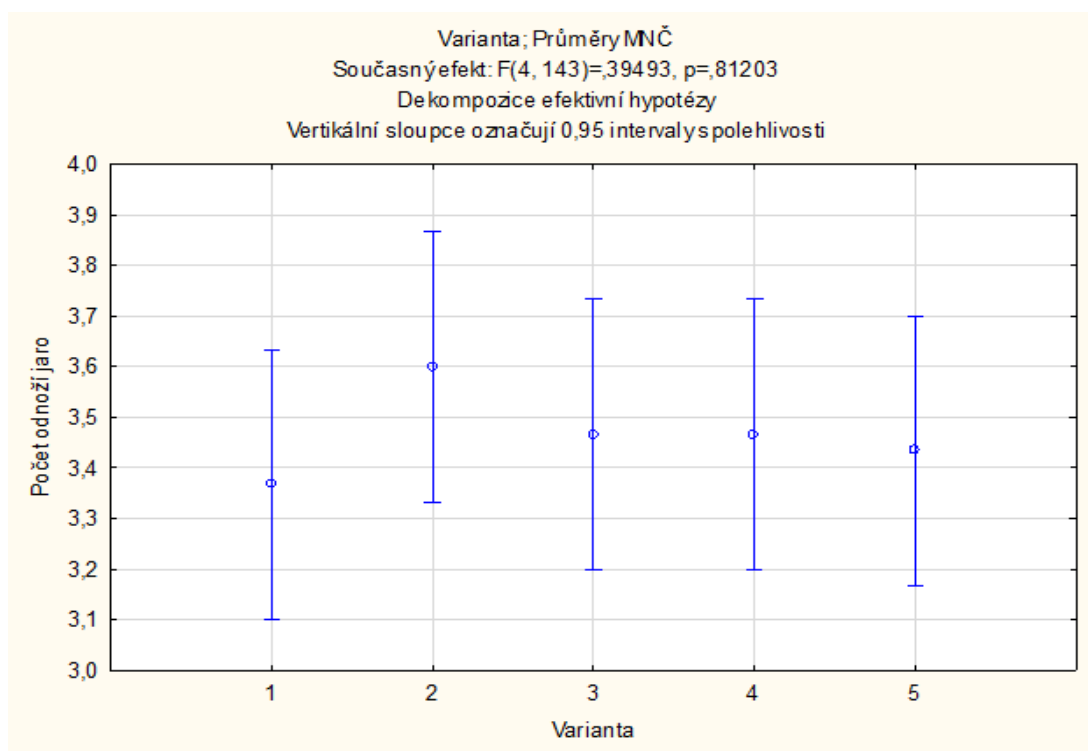
Tabulka 4.7: Průměrný počet odnoží na jednu rostlinu před aplikacemi

Varianty	1	2	3	4	5
Počet rostlin	3,36	3,60	3,46	3,46	3,43

Tabulka 4.8: Analýza variace pro průměrný počet odnoží na jednu rostlinu před aplikacemi

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta	4,1867	4	1,0467	1,807	0,138333
Opakování	1,6800	2	0,8400	1,450	0,242088
Dílčí opakování	1,7867	4	0,4467	0,771	0,547938
Chyba	37,0667	64	0,5792	-	-

Graf 4.3: Průměrný počet odnoží na rostlinu před aplikacemi



Počet produktivních odnoží po aplikacích

Po dokončení aplikací a vstřebání regulátorů byl proveden opětovný odpočet odnoží. Konkrétně proběhlo sčítání 14. června 2021 a jeho výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách a v grafu.

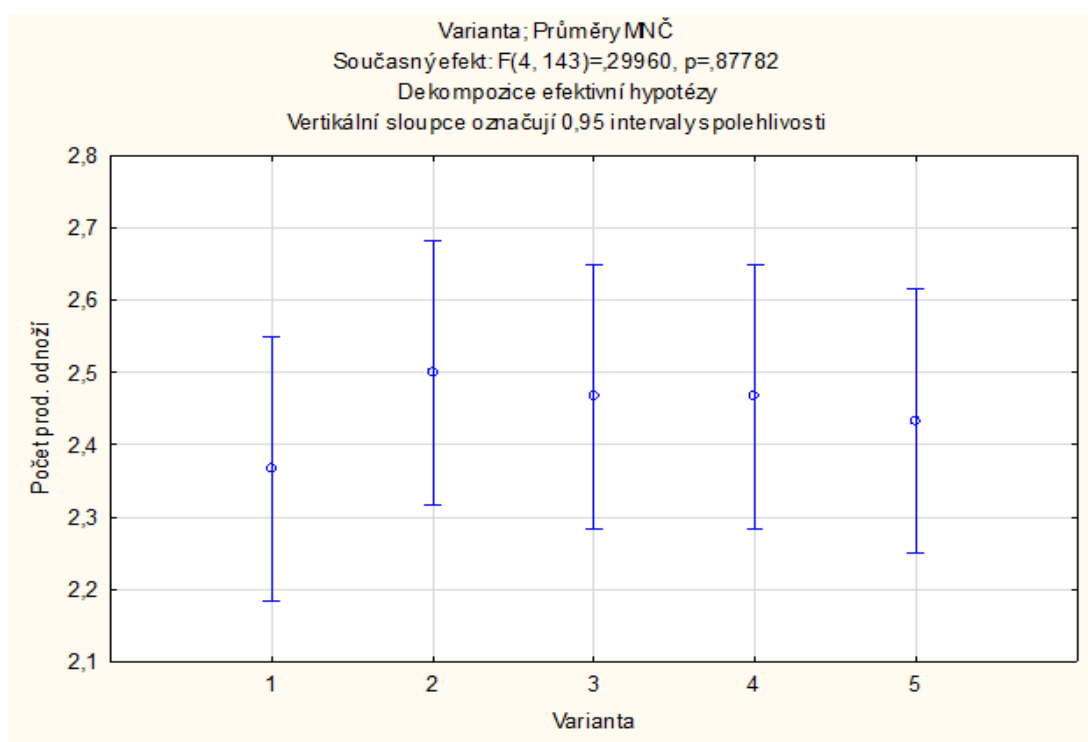
Tabulka 4.9: Průměrný počet produktivních odnoží na rostlinu po aplikacích

Varianty	1	2	3	4	5
Počet rostlin	2,36	2,50	2,46	2,46	2,43

Tabulka 4.10: Analýza variace pro průměrný počet produktivních odnoží na jednu rostlinu

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta	0,0800	4	0,0200	0,074	0,989861
Opakování	0,1867	2	0,0933	0,345	0,709799
Dílčí opakování	1,1467	4	0,2867	1,058	0,384407
Chyba	17,3333	64	0,2708	-	-

Graf 4.4: Průměrný počet produktivních odnoží na jednu rostlinu



V počtech odnoží nebyl výrazný rozdíl ani po aplikování morforegulátorů. Nejnižší počet odnoží vykazovala kontrolní varianta 1, kde vycházelo průměrně 2,36 odnože na rostlinu. U ostatních variant bylo odnoží nepatrně více, průměrný počet odnoží byl u všech variant stanoven mezi 2,4 a 2,5 odnožemi na jednu rostlinu.

4.3.3 Výška rostlin

Výška rostlin před aplikacemi

První měření výšek rostlin proběhlo 27. dubna 2021. Na každé pokusné parcele byla určena průměrná výška rostlin. V následující tabulce jsou uvedeny výšky rostlin u jednotlivých variant pokusu.

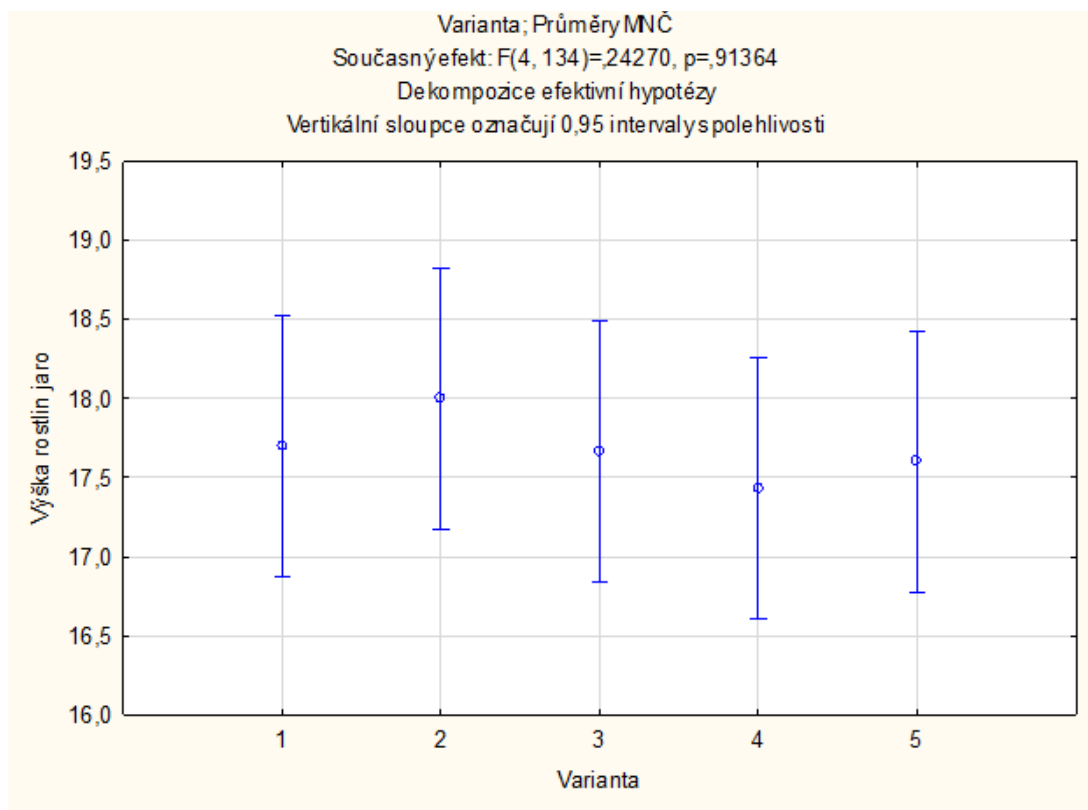
Tabulka 4.11: Průměrná výška rostlin před aplikacemi

Varianty	1	2	3	4	5
Výška rostlin	17,70	18,00	17,66	17,43	17,60

Tabulka 4.12: Analýza variace pro průměrnou výšku rostlin před aplikacemi

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta	5,11	4	1,28	0,243	0,913640
Opakování	11,08	2	5,54	1,053	0,351699
Dílčí opakování	87,57	9	9,73	1,850	0,064917
Chyba	704,88	134	5,26	-	-

Graf 4.5: Průměrná výška rostlin před aplikacemi



První měření výšky rostlin probíhalo před aplikací regulátorů růstu. Je zřejmé, že rozdíly ve výškách rostlin jsou nepatrné. Ve všech variantách se výška pohybovala v rozmezí 17 cm a 18 cm, což bylo pro náš pokus důležitým faktorem.

Výška rostlin po aplikacích

Při pohledu do následujících tabulek a grafu je již patrný značný rozdíl ve výškách rostlin.

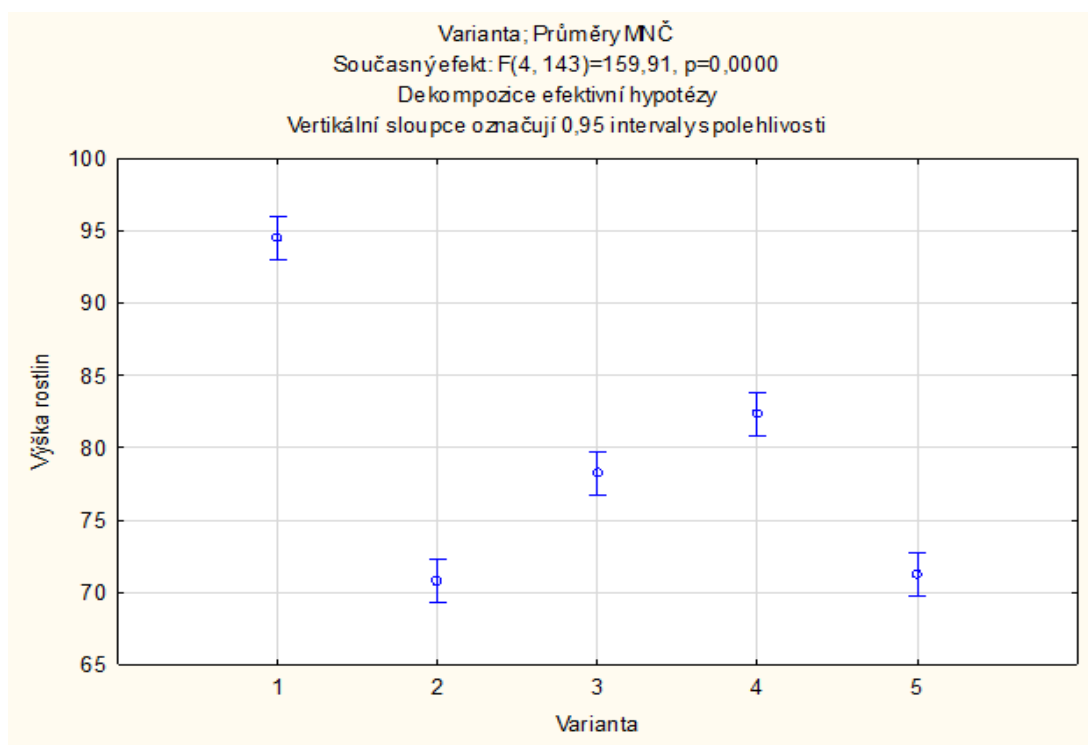
Tabulka 4.13: Průměrná výška rostlin po aplikacích

Varianty	1	2	3	4	5
Výška rostlin	94,53	70,80	78,20	82,33	71,23

Tabulka 4.14: Analýza variace pro průměrnou výšku rostlin po aplikacích

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota
Varianta	5387,7	4	1346,9	91,89****	0,000000
Opakování	821,8	2	410,9	28,03****	0,000000
Dílčí opakování	35,1	4	8,8	0,60	0,665326
Chyba	938,1	64	14,7	-	-

Graf 4.6: Průměrné výšky rostlin po aplikacích



Tabulka 4.15: Homogenní skupiny průměrných výšek rostlin po aplikacích

Varianta	Průměrná výška rostlin	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$		
2	70,80000	****		
5	71,23333	****		
3	78,20000		****	
4	82,33333		****	
1	94,53333			****

Při druhém hodnocení výšek rostlin, které proběhlo 14. června 2021, byl v hodnocení zjištěn statisticky průkazný rozdíl, a to jak mezi variantami ošetřenými, tak ve vztahu k neošetřené kontrole. Na neošetřené kontrole dosahovaly rostliny průměrné výšky 94,5 cm. Nejvíce zkrácené byly varianty 2 a 5, mezi kterými nebyl statisticky průkazný rozdíl. Nejméně zkrácená byla varianta číslo 4, která byla statisticky průkazně nižší než neošetřená kontrola a zároveň statisticky průkazně vyšší než varianty 2 a 5. Rasantní zkrácení u variant 2 a 5 lze tedy připisovat použití přípravku Cerone a Ormet Plus s účinnou látkou ethephon, která ve zbylých dvou variantách (3 a 4) použita nebyla.

Výška rostlin před sklizní

Poslední kontrolní měření rostlin proběhlo 31. července 2021. Výsledky tohoto měření jsou uvedeny v tabulce 4.16.

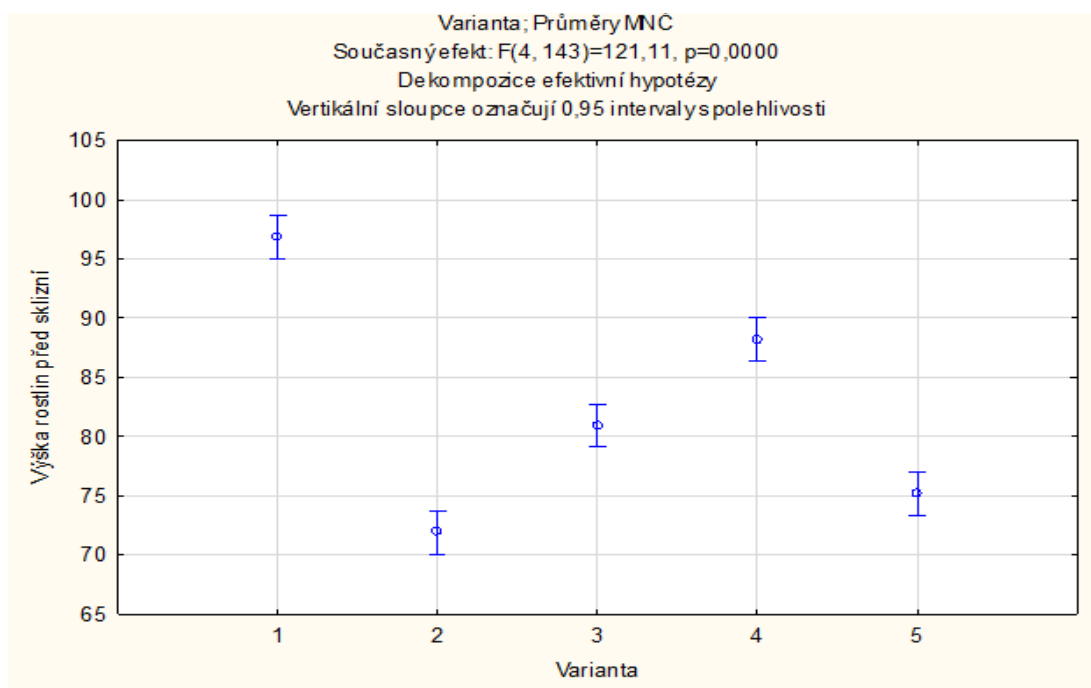
Tabulka 4.16: Průměrná výška rostlin před sklizní

Varianty	1	2	3	4	5
Výška rostlin	96,87	71,90	80,93	88,20	75,17

Tabulka 4.17: Analýza variace pro průměrnou výšku rostlin před sklizní

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta	6693,8	4	1673,5	56,66****	0,000000
Opakování	311,8	2	155,9	5,28**	0,007555
Dílčí opakování	19,7	4	4,9	0,17	0,954599
Chyba	1890,3	64	29,5	-	-

Graf 4.7: Průměrná výška rostlin před sklizní



Tabulka 4.18: Homogenní skupiny pro průměrnou výšku rostlin před sklizní

Varianta	Průměrná výška rostlin před sklizní	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$			
2	71,90000	****			
5	75,16667	****			
3	80,93333		****		
4	88,20000			****	
1	96,86667				****

Stav rozdílů mezi jednotlivými variantami vydržel až do sklizně. Rostliny sice ještě o pár centimetrů povyroستly, ale i přesto zůstala nejvyšší kontrolní varianta 1. Tato varianta měla výslednou výšku 96,8 cm. Varianty 3 a 4 měly obě výšku nad 80 cm, ale již mezi nimi byl statisticky významnější rozdíl. Nejnižší byly opětovně varianty 2 a 5, které také spadají do stejné homogenní skupiny.

4.3.4 Počet klasů na m^2

V období zralosti pšenice ozimé byl také vyhodnocen počet klasů na m^2 . Výsledky odpočtu klasů jsou uvedeny v následujících tabulkách a v grafu.

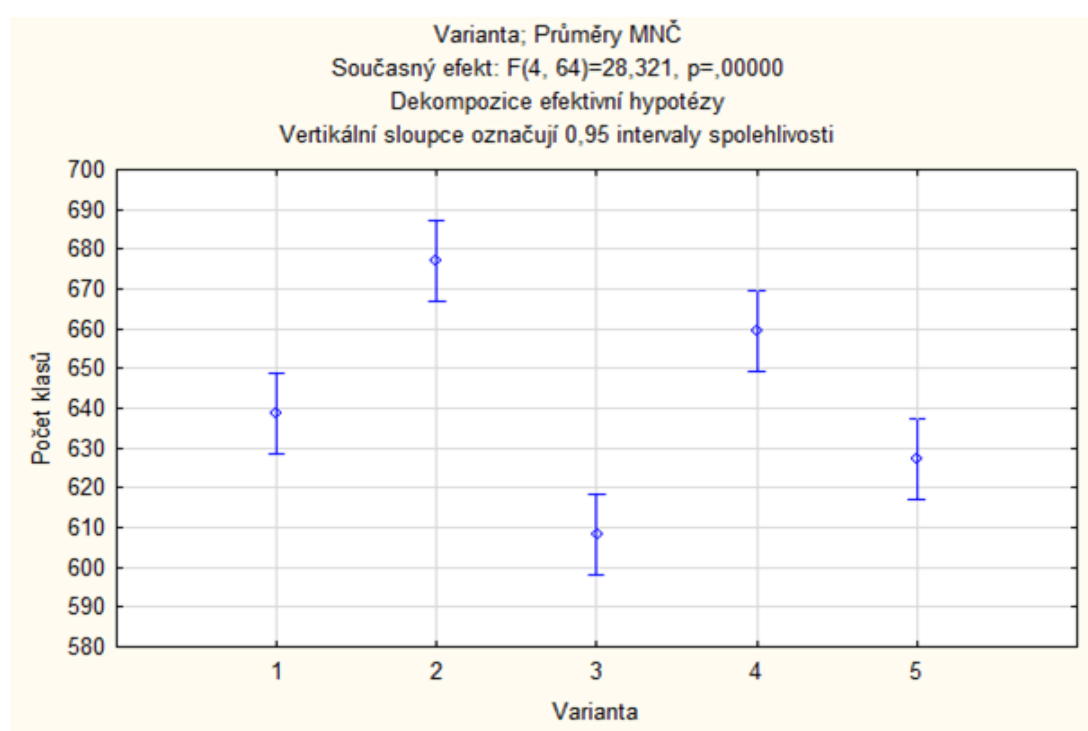
Tabulka 4.19: Průměrný počet klasů na m^2

Varianta	1	2	3	4	5
Počet klasů na m^2	638,53	677,00	608,33	659,46	627,2

Tabulka 4.20: Analýza variací pro průměrný počet klasů na m²

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta	43418	4	10854	28,32****	0,000000
Opakování	11	2	6	0,01	0,985258
Dílčí opakování	317	4	79	0,21	0,933705
Chyba	24529	64	383	-	-

Graf 4.8: Průměrný počet klasů na m²



Tabulka 4.21: Homogenní skupiny průměrných počtů klasů na m²

Varianta	Průměrný počet klasů před sklizní	Homogenní skupiny na hladině P _{0,05}			
3	608,3333	****			
5	627,2000		****		
1	638,5333		****		
4	659,4667			****	
2	677,0000				****

Nejvyšší průměrný počet klasů na m² byl dosažen u varianty 2, kde bylo až 677. O něco méně klasů bylo u varianty 4, která byla oproti variantě 2 statisticky průkazná. Statistickou průkaznost měly i varianty 1 a 5, které nebyly průkazné vůči sobě, ale

oproti ostatním variantám ano. U kontrolní varianty 1 byl průměrný počet klasů 638 na m² a u varianty 5, kde se regulátor aplikoval třikrát, bylo odpočteno 627,2 klasů na m². Nejnižší počet klasů vykazovala varianta 3, kde byl aplikován chlormequat chlorid a v pozdější fázi ještě prohexadione. Tato varianta dosáhla průměrného počtu 608,3 klasů na m².

4.3.5 Počet zrn v klasu

Před sklizní byly na každé parcele náhodně odebrány klasy, u nichž byl následovně spočítán počet zrn v klase a stanoven průměrný počet zrn v klase na každé pokusné parcele.

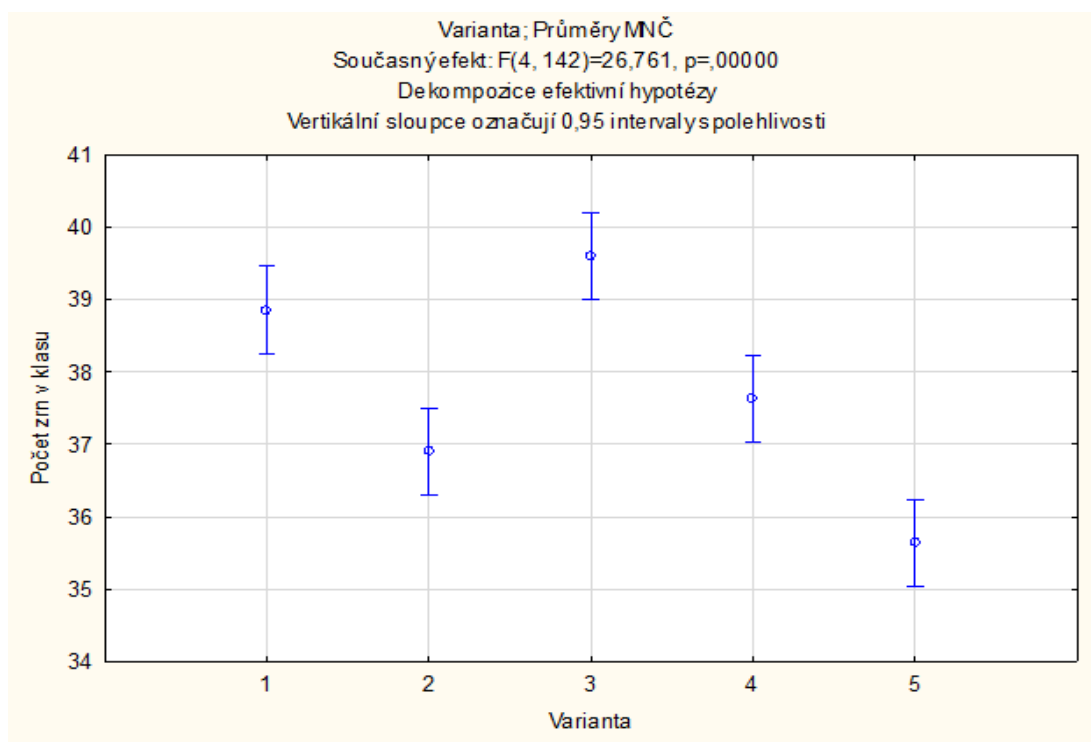
Tabulka 4.22: Průměrný počet zrn v klase

Varianty	1	2	3	4	5
Počet zrn v klasu	38,76	36,90	39,60	37,63	35,63

Tabulka 4.23: Analýza variací pro průměrný počet zrn v klase

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta	172,8	4	43,2	14,33***	0,000000
Opakování	5,8	2	2,9	0,96	0,388320
Dílčí opakování	9,2	4	2,3	0,76	0,553123
Chyba	192,9	64	3,0	-	-

Graf 4.9: Průměrný počet zrn v klasu



Tabulka 4.24: Homogenní skupiny průměrných počtů zrn v klasu

Varianta	Průměrný počet zrn v klasu před sklizní	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$		
5	35,63333	****		
2	36,90000		****	
4	37,63333		****	
1	38,76667			****
3	39,63333			****

I v počtech zrn v klase byl statisticky významný rozdíl. Nejlépe dopadla varianta 3 s průměrem 39,63 zrn. Do stejné homogenní skupiny patřila také kontrolní varianta se svými 38,76 zrny v klase. Do prostřední homogenní skupiny lze zařadit varianty 4 a 2. Lepší z variant, konkrétně varianta 4, měla 37,63 zrn v klase. Varianta 2 vyšla průměrně o necelé zrno méně s hodnotou 36,9. V poslední skupině je varianta 5 s 35,63 zrny na klas. Je patrné, že použití ethephonu před začátkem metání, může mít vliv na tvorbu klasu, konkrétně tedy na délku klasu a s tím spojený počet zrn v klase.

4.3.6 Skutečný výnos zrna

Po sklizni byl vyhodnocen průměrný výnos každé pokusné parcely, výsledné výnosy jsou uvedeny v tabulce 4.25. V grafu 4.10 jsou graficky znázorněny rozdíly ve výnosech. Jednotlivé varianty mezi sebou vykazovaly statisticky průkazný rozdíl.

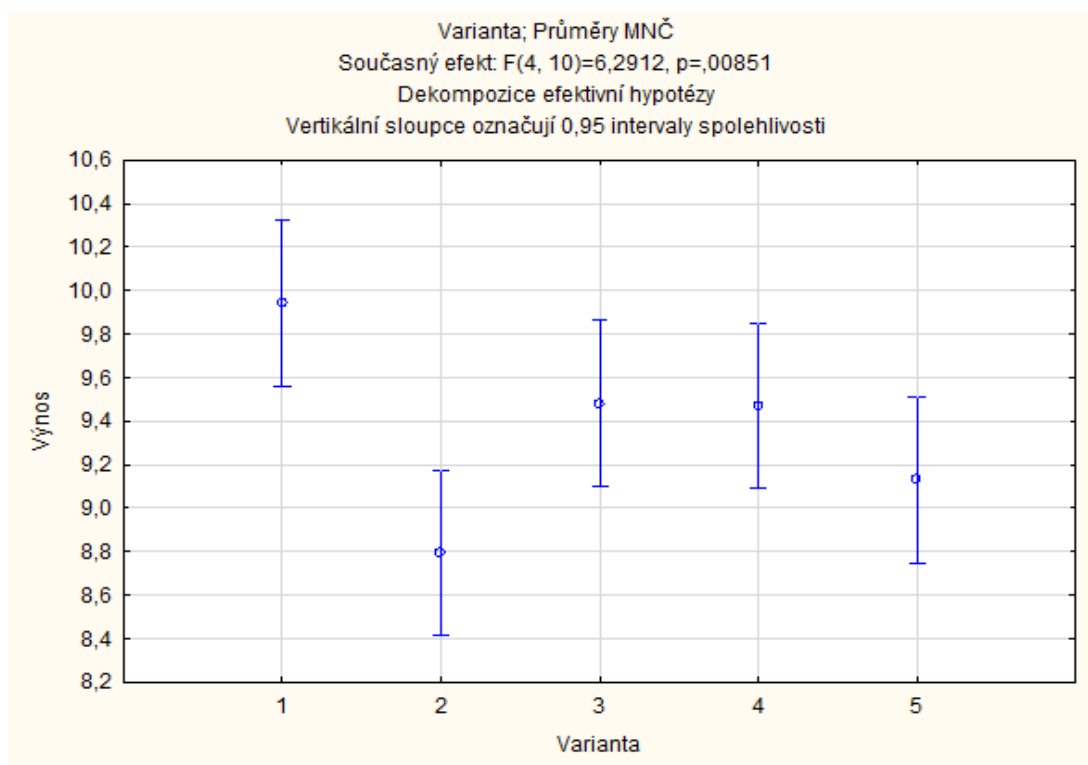
Tabulka 4.25: Skutečný výnos zrna

Varianty	1	2	3	4	5
Skutečný výnos v t.ha ⁻¹	9,94	8,80	9,48	9,47	9,13

Tabulka 4.26: Analýza variace pro skutečný výnos zrna

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta	2,211	4	0,553	6,29	0,008514
Chyba	0,878	10	0,088	-	-

Graf 4.10: Skutečný výnos zrna v t.ha⁻¹



Tabulka 4.27: Homogenní skupiny průměrných skutečných výnosů

Varianta	Průměrný výnos při sklizni	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$		
2	8,793333	****		
5	9,130000	****	****	
4	9,470000		****	****
3	9,480000		****	****
1	9,940000			****

Přes všechna očekávání vyšla výnosově nejlepší varianta 1, která dosáhla rekordního výnosu 9,94 t.ha⁻¹. S kontrolní variantou jsou homogenní ještě varianty 3 a 4. Poslední zmíněná varianta je také v homogenní skupině s variantou 5. Výnosově nejhůře dopadla varianta 2. Při pozorném shlednutí výsledků lze opětovně shledat negativní přínos třetí aplikace na celkový výnos zrna.

4.3.7 Teoretický výnos zrna

Tabulka 4.28: Teoretický výnos

Varianty	1	2	3	4	5
Teoretický výnos v t.ha ⁻¹	13,01	11,74	12,47	12,50	10,87

Teoretický výnos vyšel vyšší, koresponduje však s reálným výnosem a to tak, že nejlepší variantou byla varianta 1. Další v pořadí byly varianty 3 a 4 a nejhůře dopadly varianty 2 a 5.

4.3.8 Hmotnost tisíce zrn

Výsledné hodnoty vážení tisíce zrn jsou zaznamenány v následujících tabulkách a v grafu.

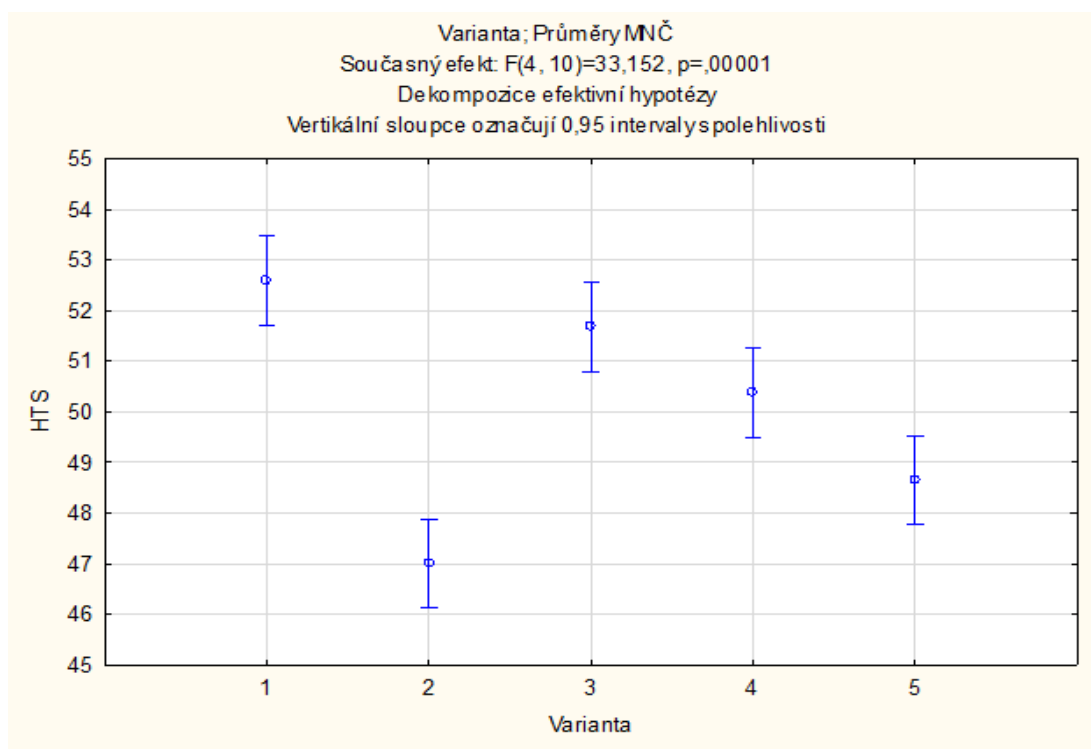
Tabulka 4.29: Průměrná hmotnost tisíce zrn u jednotlivých variant

Varianty	1	2	3	4	5
Hmotnost tisíce zrn	52,60	47,00	51,32	49,99	48,26

Tabulka 4.30: Analýza variace pro průměrnou hmotnost tisíce zrn

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta	61,50	4	15,38	33,15	0,000010
Chyba	4,64	10	0,46	-	-

Graf 4.11: Průměrná hmotnost tisíce zrn



Tabulka 4.31: Homogenní skupiny pro průměrnou hmotnost tisíce zrn

Varianta	Průměrná HTS při sklizni	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$			
2	47,00000	****			
5	48,64667		****		
4	50,38000			****	
3	51,67333				****
1	52,59667				****

Kontrolní varianta 1 s výsledkem 52,59 g byla vyhodnocena nejlépe i z hlediska hmotnosti tisíce zrn. Do stejné homogenní skupiny byla zařazena i varianta 3. Zbylé tři varianty byly každá ve své homogenní skupině. Nejnižší hmotnost tisíce zrn vykázaly varianty 2 a 5.

4.4 Jakostní parametry zrna

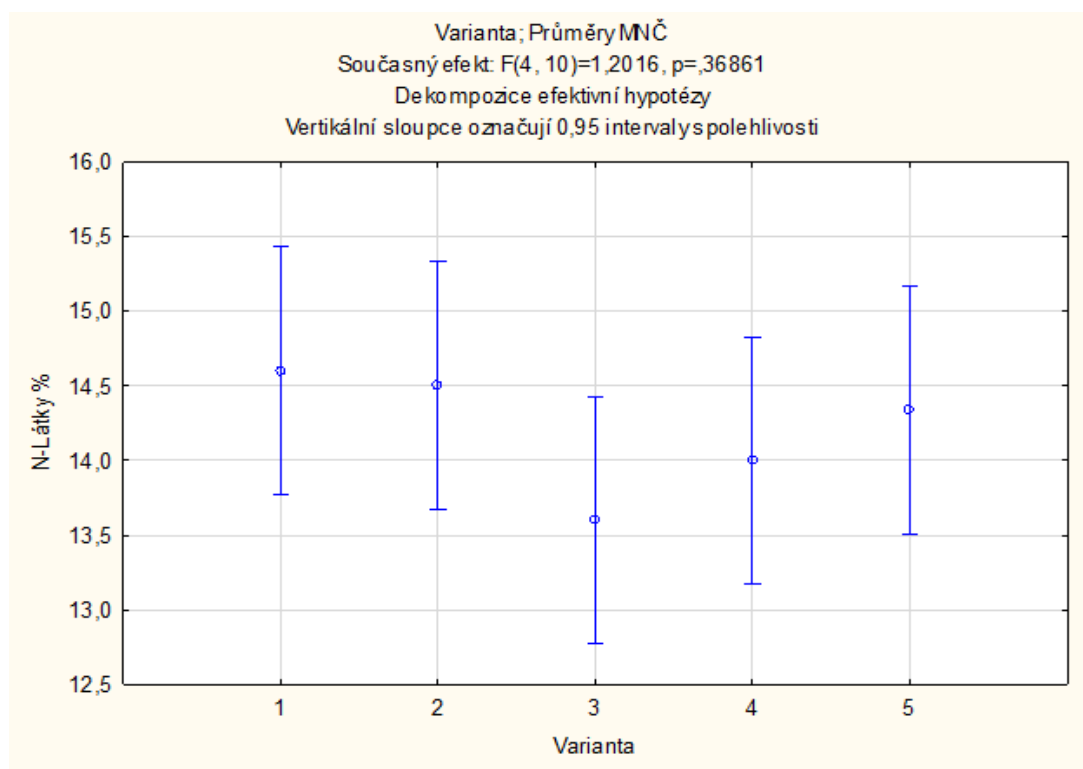
4.4.1 Dusíkaté látky

Na pokusných parcelách bylo hnojení dusíkem prováděno rovnoměrně, a je tedy rozdíl v procentuálním obsahu dusíku v zrně takřka zanedbatelný.

Tabulka 4.32: Obsah dusíkatých látek v zrně

Varianta	1	2	3	4	5
Dusíkaté látky v %	14,60	14,50	13,60	14	14,33

Graf 4.12: Obsah dusíkatých látek v zrně



Aplikace různých druhů morforegulatorů v různém množství nebyla statisticky průkazná, a neměla tedy žádný značný vliv na obsah dusíku v zrně, jelikož i první kontrolní varianta, kde aplikace neproběhla, má obsah dusíku zhruba podobný jako ostatní varianty. Důvodů mírných rozdílů v obsahu dusíku v zrně může být velké množství, od hnojení v předchozích letech až například po mírnou svažitost pozemku.

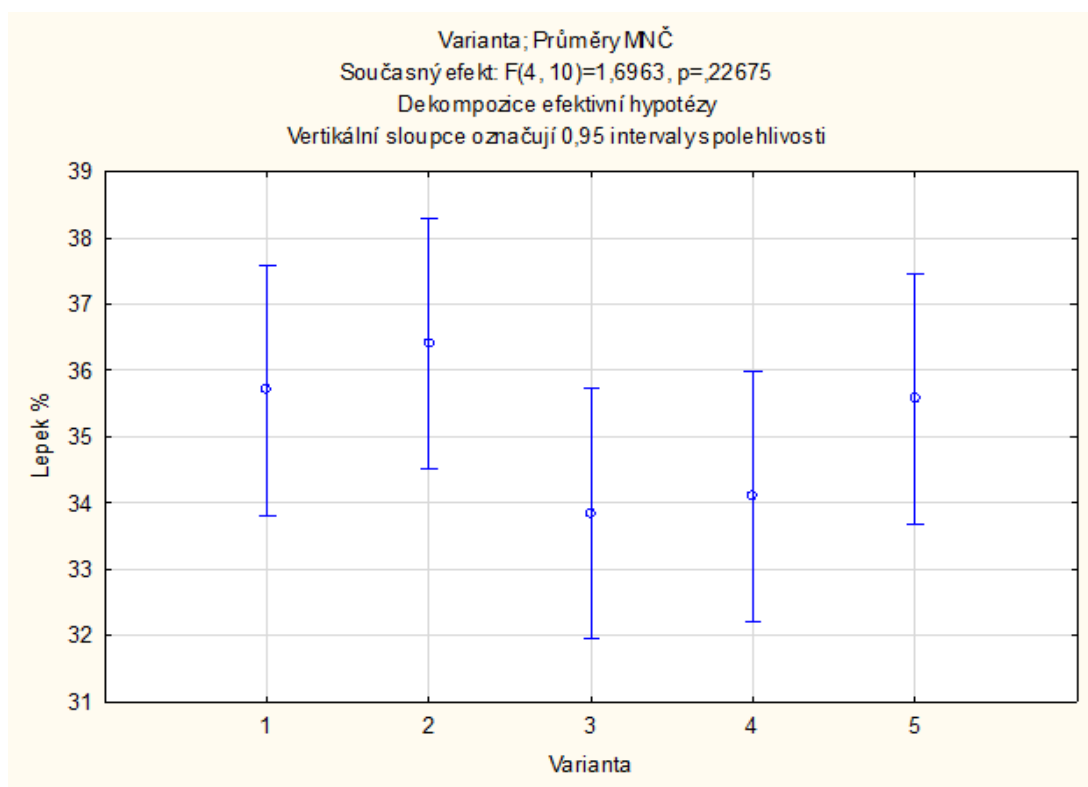
4.4.2 Obsah lepku

U obsahu lepku se aplikace jednotlivých regulatorů růstu projeví dle následující tabulky 4.33.

Tabulka 4.33: Obsah lepku v zrně

Varianty	1	2	3	4	5
Obsah lepku v %	35,70	36,40	33,83	34,10	35,57

Graf 4.13: Obsah lepku v zrně



Nejnižších hodnot dosáhly varianty 3 a 4, kde byl obsah lepku okolo 34 %. U dalších variant byl obsah lepku nepatrně vyšší, a to na průměrných hodnotách kolem 35 % u variant 1 a 5. Nejvyšších průměrných výsledků dosahovala varianta 2, kde byl obsah lepku průměrně 36,4 %. Výsledné hodnoty obsahu lepku od sebe nebyly příliš odlišné, ani statisticky průkazné. Nelze tedy konstatovat, že by morforegulatory měly značný vliv na tento kvalitativní prvek.

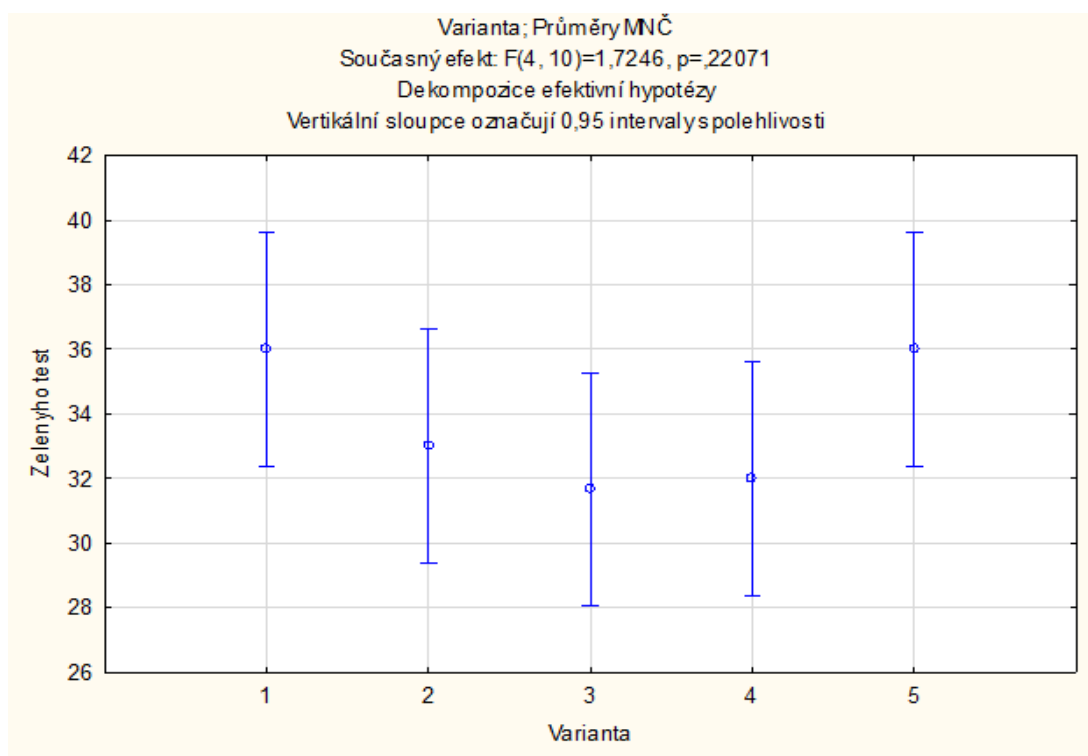
4.4.3 Sedimentační hodnota zrna (Zelenyho test)

Shrnutí výsledků sedimentační hodnoty je zaznamenáno v tabulce 4.34. Graficky zpracované výsledky jsou uvedeny v grafu 4.14.

Tabulka 4.34: Sedimentační hodnota zrna

Varianty	1	2	3	4	5
Sedimentační hodnota zrna v ml	36,00	33,00	31,67	32,00	36,00

Graf 4.14: Sedimentační hodnota zrna (Zelenyho test)



Nejvyšší sedimentační hodnota byla stanovena u variant 1 a 5, které dosahovaly hodnot až 36 ml. Dále se zařadila varianta 2 s průměrnou hodnotou 33 ml. Nejhůře v tomto ohledu dopadly varianty 3 a 4, kdy 3. varianta měla sedimentační hodnotu jen 31,6 ml a varianta 4 byla o něco lepší – s hodnotou 32 ml. I přesto, že ve výsledcích jsou drobné rozdíly, nedá se určit značný vliv regulátorů na tento parametr.

4.4.4 Pádové číslo

Hodnoty pádového čísla byly příznivé u všech variant, což je patrné z následující tabulky.

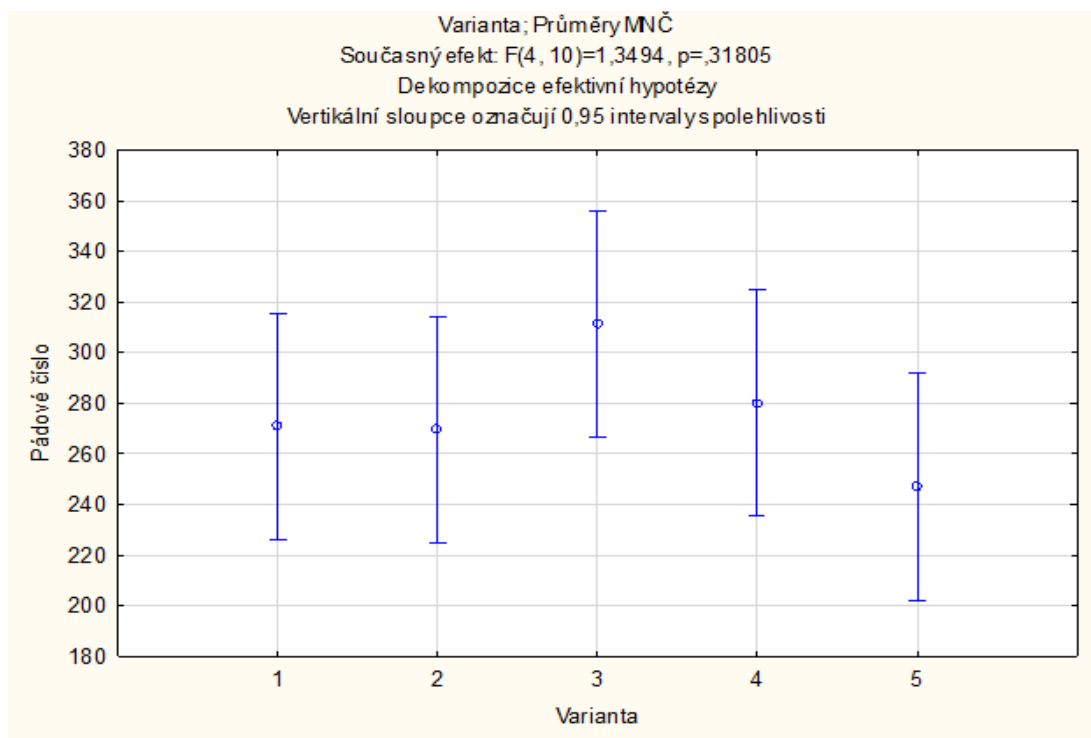
Tabulka 4.35: Pádové číslo zrna

Varianty	1	2	3	4	5
Pádové číslo v s	270,67	269,33	311,33	280,00	247,00

Minimální hodnoty pádového čísla jsou 200 s, což udává norma ČSN 3093. Této hodnoty dosáhly všechny měřené vzorky, některé z nich tuto hranici překročily o značnou hodnotu. Nejvyšších hodnot dosahovala varianta 3, která byla ošetřena chlormequat chloridem, ve fázi sloupkování ještě navíc látkou prohexadione. Tato varianta dosahovala pádového čísla 311,33 s. Varianta 4 dopadla také dobře, a to v průměrné hodnotě

280 s. Pokud budeme posuzovat výsledky pádových čísel, je možné konstatovat, že aplikace třetího regulátoru růstu s účinnou látkou ethephon již byla nadbytečná a snížila výslednou hodnotu pádového čísla, jelikož varianty 2 a 5 byly nejhorší. Pádové číslo zrna však také nebylo statisticky průkazné, a tak z něj nelze vyvozovat závěry, co se využití regulátorů v pšenících týče.

Graf 4.15: Pádové číslo zrna



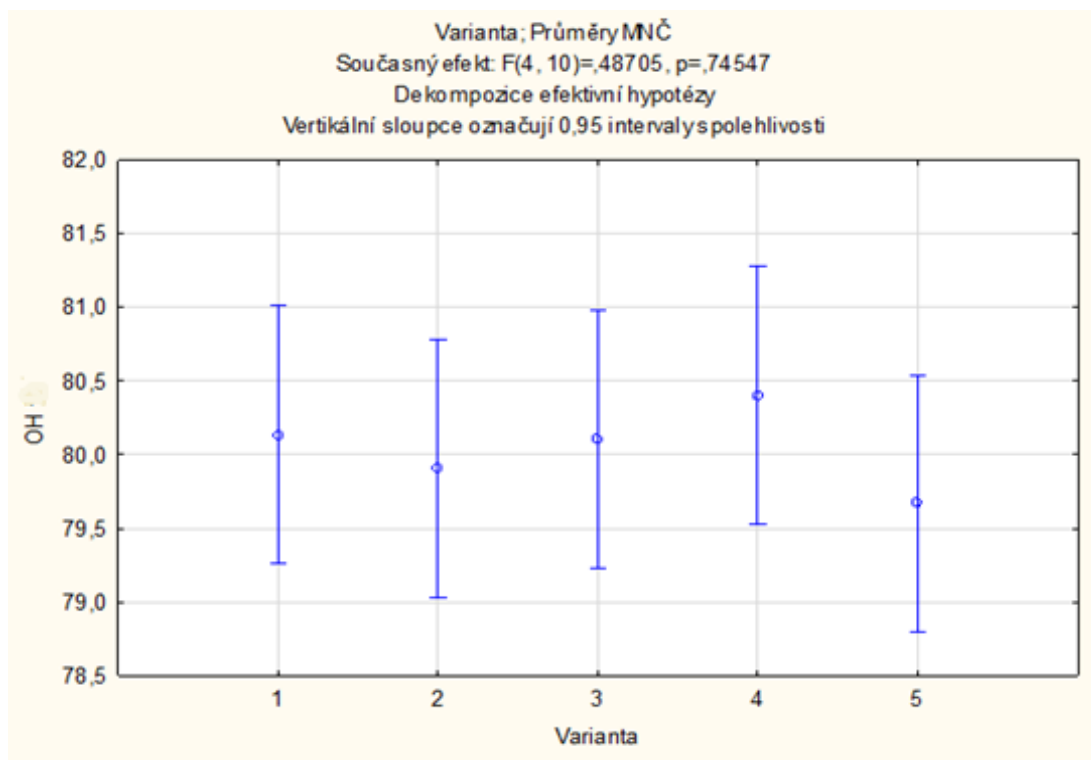
4.4.5 Objemová hmotnost

Výsledné hodnoty objemové hmotnosti jednotlivých variant jsou zobrazeny v tabulce 4.36.

Tabulka 4.36: Objemová hmotnost zrna

Varianty	1	2	3	4	5
Objemová hmotnost v kg/hl	80,13	79,90	80,10	80,40	79,67

Graf 4.16: Objemová hmotnost zrna



Objemová hmotnost u jednotlivých variant byla na dosti podobných hodnotách. Drobné rozdíly nebyly statisticky průkazné. Rozdíl v objemových hmotnostech většinou neudává regulátor růstu. Tato hodnota se mění spíše množstvím a aplikací dusíkatých hnojiv, které jsou rostlinám dodány. V našem případě se všechny hodnoty pohybovaly kolem 80 kg/hl. Nejvyšší objemové hmotnosti dosáhla varianta 4, dále pak varianty 1 a 3 s výsledkem kolem 80,1 kg/hl. Nejhuře dopadly varianty 2 a 5. Lze tedy uvažovat o mírném vlivu regulátoru na objemovou hmotnost, statisticky toto tvrzení však nelze potvrdit.

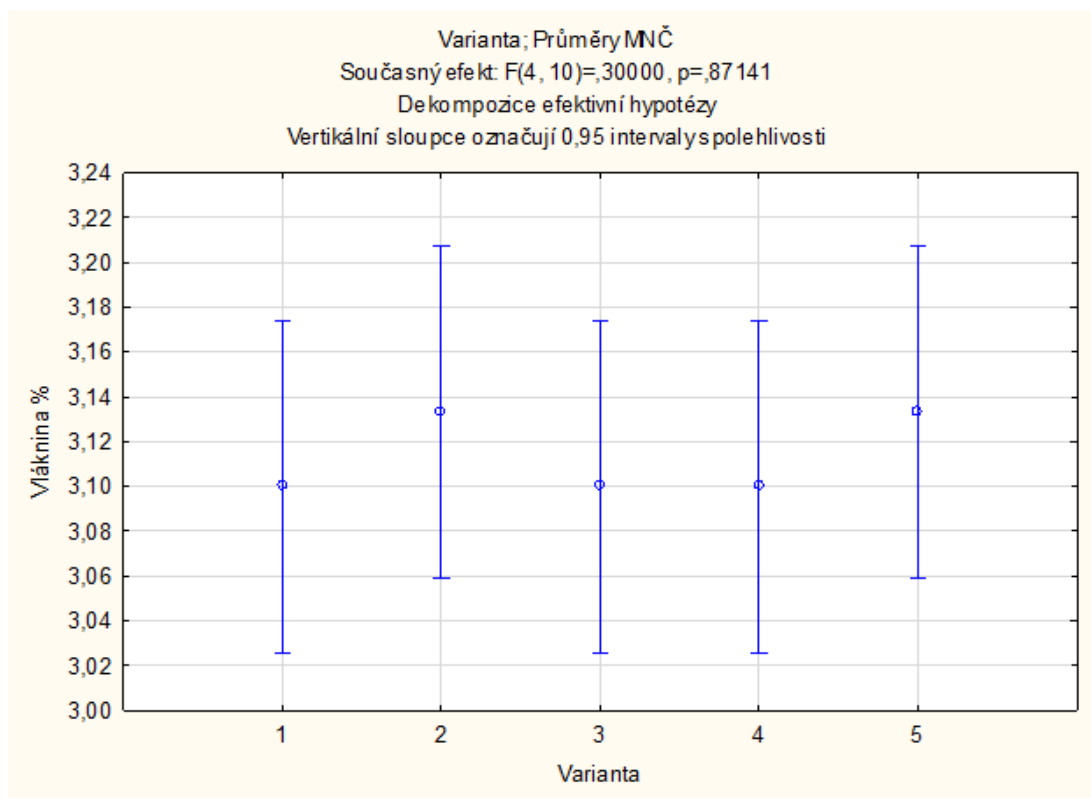
4.4.6 Obsah vlákniny

V následující tabulce jsou uvedeny výsledné hodnoty obsahu vlákniny naměřené v zrna sklizeném na pokusných parcelách.

Tabulka 4.37: Obsah vlákniny v zrna

Varianty	1	2	3	4	5
Obsah vlákniny v %	3,10	3,13	3,10	3,10	3,13

Graf 4.17: Obsah vlákniny v znu



Obsah vlákniny byl stanoven u všech pokusných variant takřka stejný. Statistická průkaznost tedy nebyla. Z výsledků je patrné, že regulátory růstu na obsah vlákniny v znu nemají vliv.

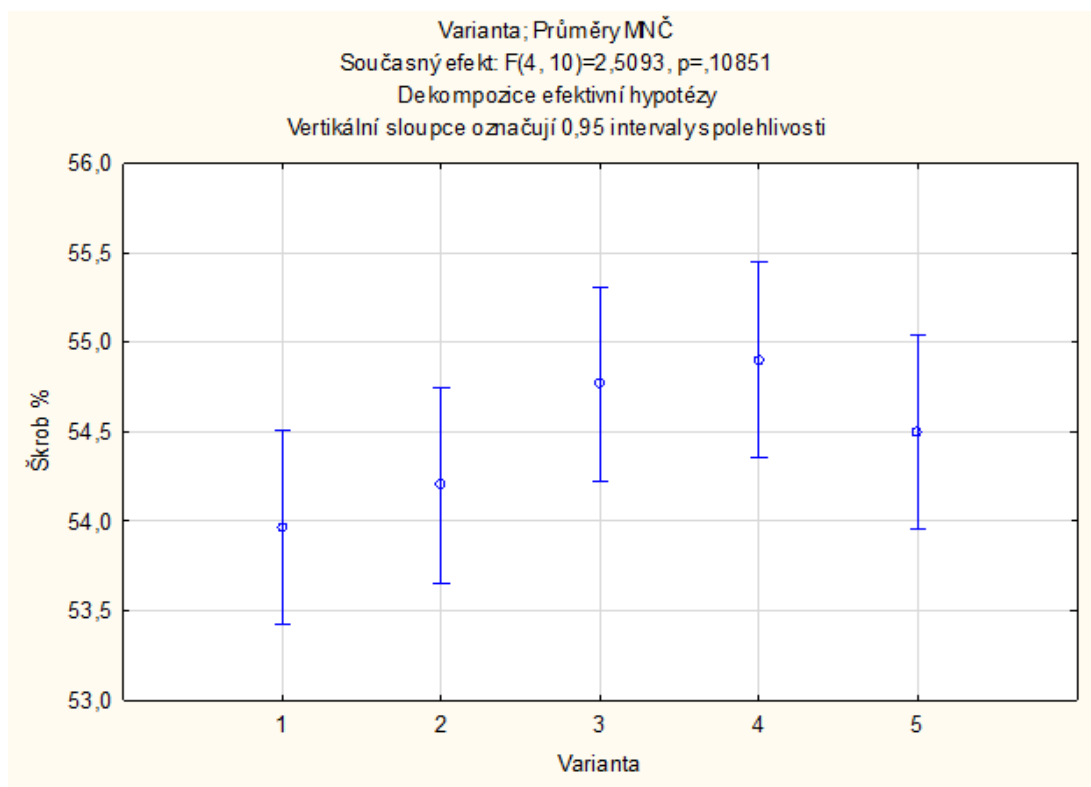
4.4.7 Obsah škrobu

V následující tabulce jsou zapsány výsledné hodnoty obsahu škrobu, které byly naměřeny ve vzorcích z jednotlivých pokusných variant.

Tabulka 4.38: Obsah škrobu v znu

Varianty	1	2	3	4	5
Obsah škrobu v %	53,97	54,20	54,77	54,90	54,50

Graf 4.18: Obsah škrobu v zrně



Nejméně škrobu bylo obsaženo v zrně varianty 1, a to konkrétně 53,97 %. Ostatní varianty měly obsah škrobu mírně vyšší, přesto byly všechny v hodnotách mezi 53 % a 55 %.

5 Ekonomické zhodnocení

Tabulka 5.1: Ekonomické zhodnocení

Vari- anta	Apli- kace	účinná látka	množ- ství/ha	Cena Kč/ha	Cena cel- kem Kč	výnos t/ha	Tržba z hektaru při ceně 5600 Kč/t po odečtení nákladů na regu- látory růstu
1		Kontrola		0	0	9,94	55 664 Kč
2	1.	Chlormequat- chloride	1125 g	150	1296	8,8	47 984 Kč
	2.	Prohexadione	60 g	578			
	3.	Etephon	480 g	568			
3	1.	Chlormequat- chloride	1125 g	150	1000	9,48	52 088 Kč
	2.	Prohexadione	31,8 g	850			
		Trinexapac- ethyl	56,25 g				
4	1.	Chlormequat- chloride	1125 g	150	680	9,47	52 352 Kč
	2.	Trinexapac- ethyl	100 g	530			
5	1.	Chlormequat- chloride	1125 g	150	1657	9,13	49 471 Kč
	2.	Prohexadione	63,6 g	1090			
		Mepiquat-chlo- ride	334,35 g				
	3.	Etephon	300 g	417			
		Chlormequat- chloride	465,4 g				

Zvolení optimální regulace růstu může být klíčové. V tabulce ekonomického zhodnocení je patrné, že nevhodně zvolené množství nebo i účinné látky můžou rostlinám spíše uškodit než přinést užitek.

Ekonomické vyhodnocení bylo provedeno pro všechny varianty pokusu, účinné látky, jejich množství a ceny. V tabulce je také zaznamenán výnos a celková tržba při výkupní ceně pšenice ozimé v potravinářské kvalitě v roce 2021. Jako poslední jsou uvedeny tržby po odečtení nákladů na regulátory růstu.

Po finanční stránce byla nejvíce výdělečná varianta 1, která byla kontrolní a nebyl zde aplikován žádný regulátor růstu. Na této variantě byla tržba po odečtení regulátorů 55 664 Kč z hektaru. Druhou finančně nejvýhodnější variantou se jeví varianta 4, kde byla tržba 52 352 Kč z hektaru. Podobný výsledek byl i u varianty 3, kde byl při druhé aplikaci použit přípravek obsahující navíc ještě látku prohexadione. Zde bylo utrženo 52 088 Kč z hektaru. Nejmenší zisk byl u variant, kde byla aplikace provedena třikrát. Z varianty 5 by vlastník půdy utržil 49 471 Kč z hektaru, což je již oproti kontrolní

variantě značný rozdíl. V této variantě byl k třetí aplikaci použit přípravek, který obsahuje jak účinnou látku ethephon, tak látku chlormequat chloride. V porovnání s přípravkem použitým na variantě 2 je levnější. Na poslední, nejméně výdělečnou variantu 2 byl použit přípravek pouze s ethephonem, jehož náklady na hektar jsou však podstatně vyšší. Nicméně, tato varianta by z hektaru utržila pouze 47 984 Kč, což je oproti nejlepší kontrolní variantě výrazný rozdíl.

6 Diskuse

Před začátkem aplikací bylo zapotřebí zjistit vyrovnanost porostu vstupujícího do pokusu. Autor Čapek (2012) uvádí, že ve většině případů pěstované pšenice ozimé v České republice je porost založen tak, aby na začátku jara měl 350 až 450 rostlin na m². Jak udává Zimolka (2005), pšenice zasetá v optimálním termínu nepotřebuje tak vysoký výsevek, a tudíž není dosaženo ani takového počtu rostlin, rostliny však mají více odnoží. Pokusný pozemek byl oset v ideální době, konkrétně v druhé polovině září 2020, díky čemuž se výsevek mohl snížit. Jarní sčítání rostlin na pokusných parcelách ukázalo u jednotlivých variant průměrné hodnoty mezi 295,46 až 297,13 rostlin na m². Lze tedy hovořit o vyrovnaném porostu. Další odpočet rostlin proběhl až po aplikacích morforegulátorů, zde již byl statisticky průkazný rozdíl. Nejnížší počet rostlin byl stanoven u varianty 4. Trinexapac-ethyl je účinná látka, která dokáže efektivně narušit růstové fáze v rostlině a slabší rostliny ji těžko zvládají (Janowski, 2012). Každá odrůda reaguje na počet rostlin jinak, někdy je úbytek rostlin znakem vyššího výnosu, jindy lepší kvality zrna (Mach, 2018).

Muchová (2001) udává, že rostliny by měly mít průměrně po zimním období alespoň 3 odnože, což souhlasí s naším pokusem. Autor Zimolka (2005) uvádí o něco více, a to 4 až 5 odnoží na rostlinu. Při problémech s odnožováním také doporučuje aplikaci chlormequat chloridu na podporu odnožení. Průměrný počet odnoží na rostlinu po zimním období byl u jednotlivých variant podobný, v rozmezí 3,34 až 3,6. Při odpočtu produktivních odnoží uskutečněném po ukončení aplikací byly hodnoty mezi 2,36 a 2,5. Na základě toho lze konstatovat, že bylo dosaženo nadprůměrného počtu odnoží oproti ostatním plochám pšenic v České republice (tj. 1,2 až 1,8 produktivní odnože na rostlinu), který udává Čapek (2012).

O vlivech počasí pojednává Muchová (2001), která uvádí, že chladné počasí má zásadní a výrazný vliv na růst rostlin. S tím koresponduje i tento pokus. Březen, duben a květen roku 2021 byly chladné, a tak rostliny nenarůstaly příliš rychle.

Pšenice odrůdy Julie se řadí mezi středně vysoké odrůdy pšenice ozimé (Horáková a Dvořáčková, 2021). Toto tvrzení můžeme podpořit, jelikož rostliny před sklizní dosahovaly výšek v rozmezí 75,17–96,87 cm. Použitím chlormequat chloridu lze docílit účinné ochrany proti poléhání a regulovat výšku rostlin, jak zmiňuje Zimolka (2005). Tento autor také varuje před nežádoucími vlivy ethephonu na rostliny v případě, že jeho použití není nutné. To potvrzuje i náš pokus. Účinek měl ethephon nejen na výšku

rostlin, neboť varianty, u nichž byl použit, dosáhly výšky méně než 80 cm, ale především negativně zapůsobil na celkový výnos.

Působení ethephonu sníží výnos zrna o 8,3 %, a to zejména úbytkem zrn v klasu (Tripathi et al., 2004). S tím souhlasí i naše výsledky, kde došlo ke snížení výnosu kolem 10 %, kontrolní varianta dosáhla výnosu 9,94 t.ha⁻¹, kdežto u variant s použitým ethephonem byl výnos jen 8,8 t.ha⁻¹ a 9,13 t.ha⁻¹. Úbytek zrn v klasu byl také značný, obzvláště u třikrát ošetřených variant. Autor Tripathi et al. (2004) udává i ztráty při polehnutí porostu, které mohou dosáhnout přes 9 % z celkového výnosu. Důležité je docílit vhodného počtu klasů, který je v rozpětí 520 až 580 klasů (Prugar et al., 2008). Oproti tomu Koprna (2018) uvádí 550 až 750 klasů pro optimální výnos zrna. V našem pokusu byl počet klasů v hodnotách od 608,3 klasů na m² až po 677 klasů na m².

Při hodnocení kvality zrna může mít použití morforegulátorů značný vliv. Zimolka (2005) uvádí, že regulátorem podpořená pšenice ozimá má nižší obsah bílkovin než neošetřené varianty. To lze z našeho pokusu těžko odvodit, jelikož kontrolní varianta nekorespondovala s variantou s největším procentem lepku. Dle Muchové (2001) může být příčinou snížení obsahu lepku spíše hustota vysetého porostu než regulace růstu. O ovlivnění kvalitativních prvků obilnin regulací růstu se zmiňuje i Svobodová (2018), která popisuje, že stres způsobený regulací může narušit tvorbu výnosových prvků – jako například HTS. S tímto tvrzením je možné souhlasit, jelikož se u našeho pokusu potvrdilo a opravdu nejnižšího HTS dosahovaly intenzivně regulované varianty. Lze konstatovat, že třetí aplikace mohla zapříčinit nižší vývin obilky. Tvrzení však rozporuje Kutina (1988), který zmiňuje, že v kláscích je mezi spodními a horními zrny značný rozdíl a srovnání velikostí zrn lze docílit právě aplikací regulátorů. Vliv HTS na výnos je však nesporný, což jasně vyplývá i z našich výsledků. Dle Petra et al. (1980) působí regulace růstu pozitivně jak na počet zrn v klasu, tak na jejich hmotnost, jelikož porost, který není regulován, je náchylný k polehnutí. Ležící porost již nedokáže dosáhnout optimálních parametrů klasu a zrna.

Hodnoty objemové hmotnosti se u pšenic ozimých pohybují mezi 61,5 kg/hl a 88 kg/hl. Zrno z variant pokusu dosáhlo objemové hmotnosti mezi 79,67 kg/hl a 80,40 kg/hl. Podle Prugara et al. (2008) by zrno s touto kvalitou spadalo do elitní kategorie, pro kterou uvádí nejnižší možnou objemovou hmotnost 79 kg/hl. To souhlasí i s předpoklady odrůdy, které uvádí Horáková a Dvořáčková (2021).

Závěr

Z poloprovozního pokusu, který byl proveden ve vegetačním období 2020/2021, vyplynuly tyto závěry.

Porost pšenice ozimé přezimoval v pořádku a byl sjednocený a vyrovnaný, což dokazuje i jarní odpočet rostlin a odnoží, při němž nebyly velké rozdíly u jednotlivých variant. V průběhu jara se na pokusné parcely v několika etapách aplikovaly regulátory růstu, které zapříčinily rozdíl ve výnosových a kvalitativních ukazatelích.

Pokusná varianta 1, u níž nebyla provedena žádná regulace růstu pšenice ozimé, byla výnosově nejvyšší. Dosáhla výnosu $9,94 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Tato varianta byla také nejvyšší při měření výšek rostlin. Rostliny pšenice u této varianty již v některých místech nedokázaly unést váhu klasu a jevíly minimální známky poléhání, které neměly negativní vliv na výnos zrna.

Varianta 2 byla ošetřena třemi regulátory růstu. První ošetření proběhlo látkou chlormequat chlorid, za kterou následovalo ošetření látkami prohexadione a ethephon. Rostliny u této varianty byly nejkratší a výnosově byla tato varianta nízko. Špatné výsledky dosáhla tato varianta také v HTS, která činila pouze 47 g. Na této variantě byl nejzřetelněji patrný stres rostlin po aplikaci ethephonu. Lze říci, že tato třetí aplikace rostliny stresovala a zhoršila jejich zdravotní stav, kvůli čemuž nebyly schopny dostatečně vyvinout zrno.

U variant 3 a 4 byl regulátor aplikován pouze dvakrát. U obou variant byla v první aplikaci použita látka chlormequat chlorid. Při druhé aplikaci byl na varianty aplikován trinexapac-ethyl s tím rozdílem, že u varianty 3 byl použit přípravek, který navíc obsahoval také látku prohexadione. Tyto varianty vyšly výnosově z ošetřených variant nejlépe a dosáhly výnosu mírně pod $9,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ve vegetačním období, které by bylo průměrné na teploty a srážky, se využití jedné z těchto variant jeví nejlépe. Příznivě dokáže podpořit odnožování a zároveň udržet rostliny ve stavu schopném zabránit polehnutí a udržet klas o optimálních výnosových parametrech.

Na poslední pokusné variantě se také podepsala přehnaná regulace. Při první regulaci byl použit chlormequat chlorid. Další aplikace již byly vždy kombinací dvou účinných látek, a to nejdříve prohexadione a mepiquat-chloridu a v poslední aplikaci ethephonu a chlormequat chloridu. Výnosově tato varianta dopadla lépe než druhá, třikrát ošetřená varianta. Výsledný výnos $9,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ byl však oproti kontrolní variantě o $0,81 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ nižší. Opětovně se u této varianty projevila snížená hodnota HTS.

Důležité však je si uvědomit, že rok 2021 byl z jara poměrně chladný, zima se dosti protáhla a růst rostlin byl tedy z části regulován samotnou přírodou. Regulace v takové intenzitě, jako tomu bylo u variant 2 a 5, byla kontraproduktivní a výrazně nerentabilní. Z jednoho roku však nelze vyhodnotit jednoznačný závěr a není možné uvést, že regulace růstu je zcela zbytečná. Z pohledu ekonomického byla samozřejmě nejlepší neregulovaná kontrolní varianta, dále pak varianty s dvěma aplikacemi regulátorů a nejméně ekonomicky výhodné byly varianty, kde aplikace proběhla třikrát.

Tyto látky mají dlouhodobě dobré výsledky nejen v ochraně proti poléhání, ale také na podporu odnožování či vyrovnanosti porostu. Jak některé zdroje uvádějí, dokáží i pozitivně ovlivnit HTS a výnos zrna. V případě teplého a na srážky bohatého jara by zcela jistě neregulovaná pšenice ozimá neudržela klas s parametry varianty 1 a porost by začal poléhat. Finální ztráty pro zemědělce by byly daleko vyšší než náklady na regulaci růstu. Jde tedy spíše o podnět k dalšímu zkoumání této problematiky.

Vzhledem k hypotézám, které byly stanoveny, lze konstatovat, že použití regulátorů růstu nemusí mít příznivý vliv na samotný výnos zrna. Výnosově nejvyšší varianta byla ta, u které růst nebyl regulován. První hypotéza tedy byla vyvrácena. Dle druhé hypotézy morforegulátory působí kladně na jakostní parametry zrna. Toto tvrzení nelze prokázat ani vyvrátit, jelikož u všech parametrů, které byly zjišťovány, byl shledán jen drobný statistický rozdíl oproti kontrolní variantě, jež nebyla regulována. Třetí hypotéza, při které se očekával rozdíl ve výškách rostlin u jednotlivých variant, byla potvrzena. Nejnižší výšku před sklizní dosahovaly varianty 2 a 5, kde regulace rostlin proběhla třikrát. Konkrétně rostliny těchto variant měřily průměrně 71,90 a 75,16 cm. O něco vyšší byla varianta 3 s 80,93 cm a varianta 4 s 88,20 cm. Nejvyšší rostliny byly dle předpokladů v neregulované 1. variantě, kde dosáhly průměrné výšky 96,86 cm.

Lze říci, že morforegulátory mají své místo při snaze o co nejvyšší výnos s ideálními parametry kvality zrna. Tato práce ukázala, jak velmi je důležitá správnost jejich aplikace. Za průměrného ročního úhrnu srážek a teplot je ideální zvolit jednu z variant 3 nebo 4. Ovšem i varianty 2 a 5 budou mít v praxi své místo, a to za podmínek nadprůměrně teplých a na srážky bohatých ročníků. Varianta 1 bez regulace růstu je velmi riziková a je podstatné dobře zhodnotit absenci morforegulátorů, neboť na počasí příznivých ročníků, jako bylo vegetační období 2020/2021, nebývá mnoho.

Seznam použité literatury

- Anonym 1. (2021). *Přípravky na ochranu rostlin*. BASF spol. s.r.o., Praha.
- Anonym 2. (2021). *Přípravky na ochranu rostlin*. BAYER s.r.o., Praha.
- Anonym 3. (2021). *Katalog přípravků na ochranu rostlin*. CORTEVA agriscience, Praha.
- Anonym 4. (2021). *Přípravky na ochranu rostlin*. Kurent s.r.o., České Budějovice. ISBN 978-80-87111-87-1.
- Berry, P. (2006). Development of a model of lodging for barley. *Journal of agronomy and crop science*, (2): 151–158.
- Cibulcová, P. (2017) *Sledování obsahu vitamínu E ve vzorcích obilovin*. Diplomová práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická.
- Čapek, J. (2012). Doporučení k současnému stavu ozimých pšenic po přezimování, *Šlechtitelské listy*, 5(1): 1-4.
- ČSN EN ISO 3093 (461026). (2011). *Pšenice, žito a pšeničná a žitná mouka, pšenice tvrdá (durum) a semolina z pšenice tvrdé-stanovení čísla poklesu podle Hagberga-Pertena*.
- Faměra, O. (1993). *Základy pěstování ozimé pšenice*. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Rostlinná výroba, Praha. ISBN 80-7105-045-8.
- Faměra, O. (2001). Založení porostu ozimých obilnin rozhoduje o úrodě. *Úroda*, 48(5): 20-25.
- Horáková, V. a Dvořáčková, O. (2021). *Seznam doporučených odrůd*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní odrůdový úřad, Brno. ISBN: 978-80-7401-201-3.
- Chrpová, J. (2021). Kvalita nejčastěji pěstovaných odrůd pšenice ve sklizni 2020. *Úroda*, 21(9): 20-24.
- Jankowski, K. et al. (2012). The influence of the grow regulator trinexapac-ethyl on the regrowth rate of lawn grasses, *Acta scientiarum polonorum-hortorum cultus*, 11(4):67-76.
- Kamran, M et al. (2018). Mepiquat chloride application increases lodging resistance of maize by enhancing stem physical strength and lignin biosynthesis. *Field crops research*, 5(7): 148-159.
- Kazda, J. et al. (2001). *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. 2. redakce časopisu FARMÁŘ a ZEMĚDĚLEC, Praha. ISBN: 80-902413-3-6.
-

Kazda, J. et al. (2010). *Encyklopedie ochrany rostlin*. Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 978-80-86726-34-2.

Kocábová, V. (2009) *Cereálie a pseudocereálie ve výživě člověka*. Bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická.

Koprna, R. (2018). Nové možnosti optimalizace počtu odnoží a výnosu u pšenice ozimé, *Agromanuál*, 13(10): 10-15.

Křen, J. (2001). Pěstování ozimé pšenice v ČR. *Úroda*, 48(5):10-11.

Křivan, V. (2011). *Pěstování pšenice v NORI, k. s., ZD Přešovice a Farm Administration, s. r. o.* Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

Kutina, J. (1988). *Regulátory růstu a jejich využití v zemědělství*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Kůst, F. (2021). Produkce pšenice v české republice v roce 2020. *Pšenice*, 21(1): 25-30.

Muchová, Z. (2001). *Faktory ovplyvňujúce technologickú kvalitu pšenice a jej potravinárske využitie*. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra. ISBN 80-7137-923-9.

Peake, A. et al. (2012). Agronomy for high yielding cereal environments: varieties, agronomic strategies and case studies. In *GRDC Northern Region Grains Research Updates, Goondiwindi*, (3):6–7.

Petr, J. et al. (1980). *Tvorba výnosů hlavních polních plodin*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Pozděna, J. (1963). *Choroby a škůdci obilnin*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN 07-099-63.

Prugar, J. et al. (1986). *Kvalita pšenice*. Příroda, Bratislava.

Prugar, J. et al. (2008). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha. ISBN 978-80-86576-28-2.

Runkle, E (2014). Using Chlormequat Chloride with Success. *Green House Production News*, 14 (4): 42.

Svobodová, I. (2018). Studium vlivu regulátoru na poléhání jarního ječmene. *Obilnářské listy*. 26 (2): 2-5.

Štěnička, M. (2021). Hnojení, morforegulace a ochrana plodin. *Úroda*, 21(4): 10.

Štorová, P. (2015) *Působení škodlivých organismů na pšenici ozimou v Ústeckém a Libereckém kraji v letech 2011-2014*. Závěrečná práce, Mendelova univerzita v Brně, Institut celoživotního vzdělávání.

Šulová, R. et al. (2018). Stanovení kvalitativních parametrů ve vzorcích pšenice tvrdé. *Bulletin*, 22(1): 2-17.

Trethewey, J.A.K. et al. (2016). The plant grow regulator, trinexapac-ethyl, increases seed yield in annual ryegrass. *New Zealand journal of agricultural research*, 59(2): 113-121.

Tripathi, S.C. et al. (2004). Lodging behavior and yield potential of spring wheat (*Triticum aestivum* L.): effects of ethephon and genotypes, *Field crops research*, 87(2-3), 207-220.

Zimolka, J. (2005). *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. Profi Press, Praha. ISBN 80-86726-09-6.

Seznam internetových zdrojů

- Czso.cz (2021). *Osevní plochy ozimých plodin pro sklizeň v roce 2021*. [online] [cit. 10.1. 2022]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/osevni-plochy-ozimych-plodin-pro-sklizen-v-roce-2021>
- Faměra, O. (2000). Agris.cz [online] Hodnocení mlynářské jakosti odrůd ozimé pšenice [cit. 15.12. 2020] Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/107621>
- LPIS (2021). *Veřejný registr půdy*. [online] [cit. 15.12. 2021]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>
- Mach, J. (2018). Krácení obilnin, jařiny a řepka 16.4. 2018. [online] Energen [cit. 15.02.2022]. Dostupné z: <https://www.energen.info/cs/clanek/kraceni-obilnin-jariny-a-repka-16-4-2018/>
- Racková, M. (2002). Stání objemové hmotnosti obilovin o objemu 20l. [online] Český metrologický institut. [cit. 12.02.2022]. Dostupné z: <https://www.cmi.cz/statni%20etalon%20objemove%20hmotnosti%20obilovin>
- Smutný, V. et al. (2018). Agromanual.cz [online] Význam agrotechnických faktorů při pěstování ozimé pšenice v systému živočišné výroby [cit. 11. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/vyznam-agrotechnickych-faktoru-pri-pestovani-ozime-psenice-v-systemu-bez-zivocisne-vyroby>
- Suchánek, J. (2017). Agromanual.cz [online] Ochrana pšenice ozimé proti poléhání [cit. 20.12. 2021] Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/ochrana-psenice-ozime-proti-polehani>
- Tichá, M a Vyzínová, P (2006). Polní plodiny [online] Pšenice ozimá [cit. 12. 11. 2021]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/psenice.htm>
- Vyhláška č. 275/1998 Sb., 2020. O agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťováním půdních vlastností lesních pozemků. v: Právní předpisy MZe [online] [cit. 15.02.2022]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_Vyhlaska-1998-275-rostlinne-komodity.html
-

Seznam obrázků

Obrázek 3.1: Schéma rozložení jednotlivých variant pokusu.....	24
Obrázek 3.2: Výsledky rozborů půdy	25
Obrázek 3.3: Příprava půdy na pozemku	27
Obrázek 3.4: Odpočet klasů na m ²	31
Obrázek 3.5: Rozdíl v délkách rostlin.....	31

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Složení zrna pšenice ozimé	12
Tabulka 3.1: Měsíční průměr srážek a teplot 2020	26
Tabulka 3.2: Měsíční průměr srážek a teplot 2021	26
Tabulka 3.3: Jednotlivé varianty pokusu	28
Tabulka 4.1: Růstové fáze a jejich nástup v průběhu vegetace.....	34
Tabulka 4.2: Průměrný počet rostlin na m ² u jednotlivých variant před aplikacemi ..	34
Tabulka 4.3: Analýza variace pro počet rostlin na m ² před aplikacemi.....	34
Tabulka 4.4: Průměrný počet rostlin na m ² po aplikacích	35
Tabulka 4.5: Analýza variace pro počet rostlin na m ² po aplikacích.....	35
Tabulka 4.6: Homogenní skupiny počtu rostlin po aplikacích	36
Tabulka 4.7: Průměrný počet odnoží na jednu rostlinu před aplikacemi.....	37
Tabulka 4.8: Analýza variace pro průměrný počet odnoží na jednu rostlinu před aplikacemi	37
Tabulka 4.9: Průměrný počet produktivních odnoží na rostlinu po aplikacích	38
Tabulka 4.10: Analýza variace pro průměrný počet produktivních odnoží na jednu rostlinu	38
Tabulka 4.11: Průměrná výška rostlin před aplikacemi	39
Tabulka 4.12: Analýza variace pro průměrnou výšku rostlin před aplikacemi	39
Tabulka 4.13: Průměrná výška rostlin po aplikacích	40
Tabulka 4.14: Analýza variace pro průměrnou výšku rostlin po aplikacích.....	40
Tabulka 4.15: Homogenní skupiny průměrných výšek rostlin po aplikacích.....	41
Tabulka 4.16: Průměrná výška rostlin před sklizní.....	41
Tabulka 4.17: Analýza variace pro průměrnou výšku rostlin před sklizní	41
Tabulka 4.18: Homogenní skupiny pro průměrnou výšku rostlin před sklizní	42
Tabulka 4.19: Průměrný počet klasů na m ²	42
Tabulka 4.20: Analýza variací pro průměrný počet klasů na m ²	43
Tabulka 4.21: Homogenní skupiny průměrných počtů klasů na m ²	43
Tabulka 4.22: Průměrný počet zrn v klase	44
Tabulka 4.23: Analýza variací pro průměrný počet zrn v klase	44
Tabulka 4.24: Homogenní skupiny průměrných počtů zrn v klasu	45
Tabulka 4.25: Skutečný výnos zrna	46
Tabulka 4.26: Analýza variace pro skutečný výnos zrna.....	46

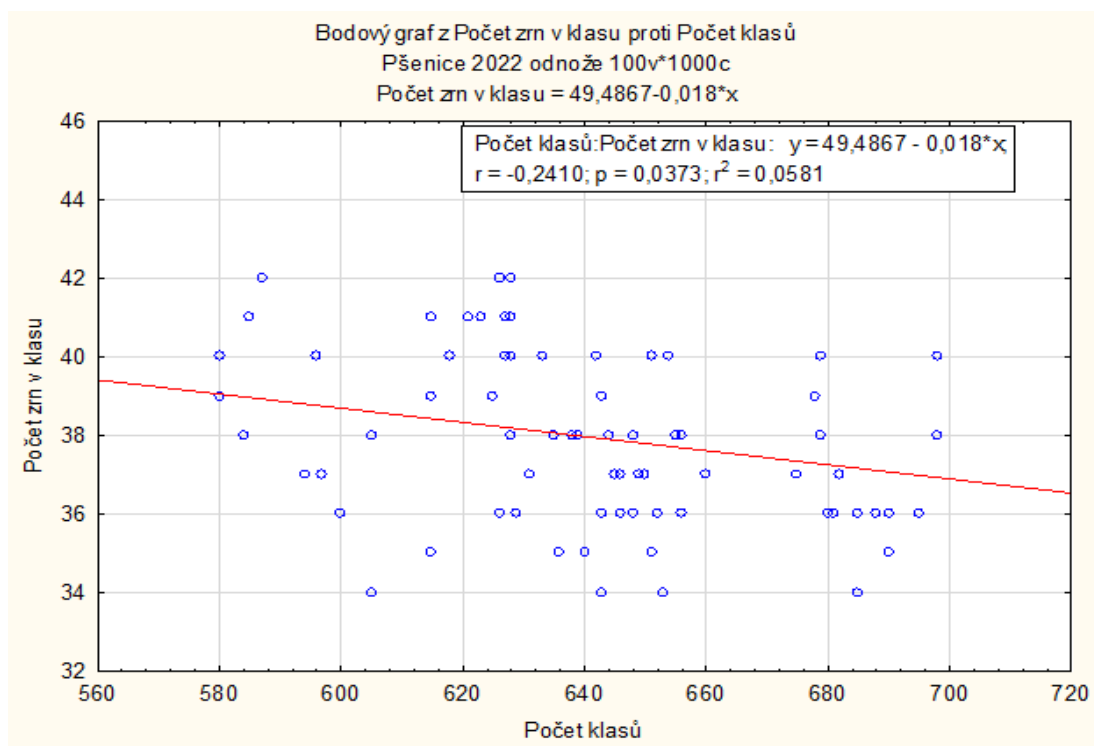
Tabulka 4.27: Homogenní skupiny průměrných skutečných výnosů	47
Tabulka 4.28: Teoretický výnos.....	47
Tabulka 4.29: Průměrná hmotnost tisíce zrn u jednotlivých variant	47
Tabulka 4.30: Analýza variace pro průměrnou hmotnost tisíce zrn	47
Tabulka 4.31: Homogenní skupiny pro průměrnou hmotnost tisíce zrn.....	48
Tabulka 4.32: Obsah dusíkatých látek v zrně	48
Tabulka 4.33: Obsah lepku v zrně	49
Tabulka 4.34: Sedimentační hodnota zrna	50
Tabulka 4.35: Pádové číslo zrna	51
Tabulka 4.36: Objemová hmotnost zrna	52
Tabulka 4.37: Obsah vlákniny v zrně	53
Tabulka 4.38: Obsah škrobu v zrně	54
Tabulka 5.1: Ekonomické zhodnocení.....	56

Seznam grafů

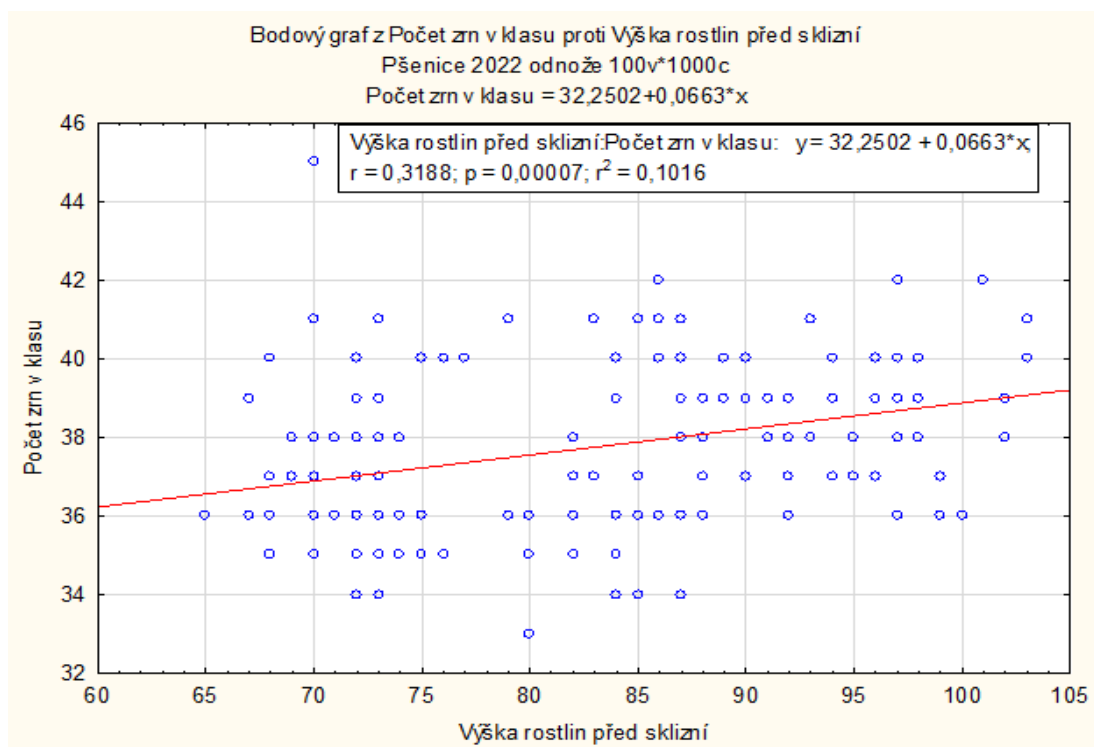
Graf 4.1: Průměrný počet rostlin na m ² u jednotlivých variant před aplikacemi.....	35
Graf 4.2: Průměrný počet rostlin na m ² u jednotlivých variant po aplikacích.....	36
Graf 4.3: Průměrný počet odnoží na rostlinu před aplikacemi	37
Graf 4.4: Průměrný počet produktivních odnoží na jednu rostlinu.....	38
Graf 4.5: Průměrná výška rostlin před aplikacemi.....	39
Graf 4.6: Průměrné výšky rostlin po aplikacích	40
Graf 4.7: Průměrná výška rostlin před sklizní	42
Graf 4.8: Průměrný počet klasů na m ²	43
Graf 4.9: Průměrný počet zrn v klasu	45
Graf 4.10: Skutečný výnos zrna v t.ha ⁻¹	46
Graf 4.11: Průměrná hmotnost tisíce zrn	48
Graf 4.12: Obsah dusíkatých látek v zrně	49
Graf 4.13: Obsah lepku v zrně	50
Graf 4.14: Sedimentační hodnota zrna (Zeleného test)	51
Graf 4.15: Pádové číslo zrna	52
Graf 4.16: Objemová hmotnost zrna	53
Graf 4.17: Obsah vlákniny v zrně	54
Graf 4.18: Obsah škrobu v zrně	55

Přílohy

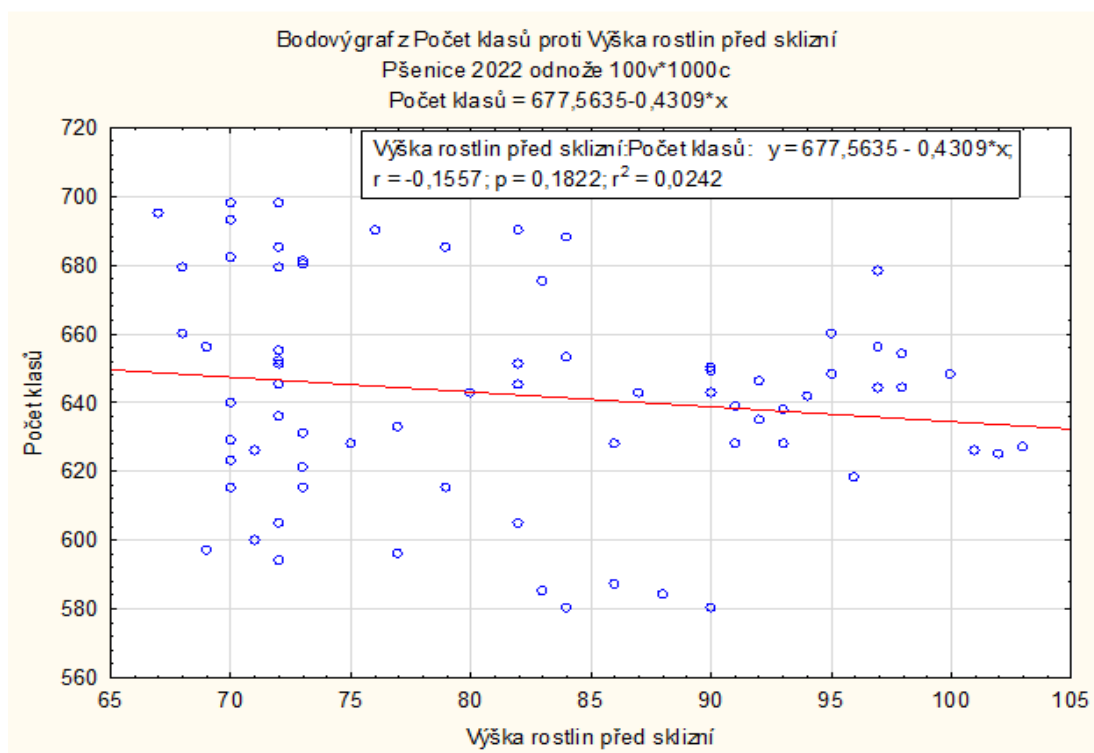
Graf 1: Korelace mezi počty klasů a počty zrn v klas



Graf 2: Korelace mezi počty zrn v klasu a výškou rostlin před sklizní



Graf 3: Korelace mezi počty klasů a výškou rostlin před sklizní



Obrázek 1: Stav porostu po zimním období (fotografie autora, 2021)



Obrázek 2: Aplikace regulátoru růstu (fotografie autora, 2021)



Obrázek 3: Pokusné parcely (fotografie autora, 2021)



Obrázek 4: Pokusné parcely patrný rozdíl výšek jednotlivých variant (fotografie autora, 2021)



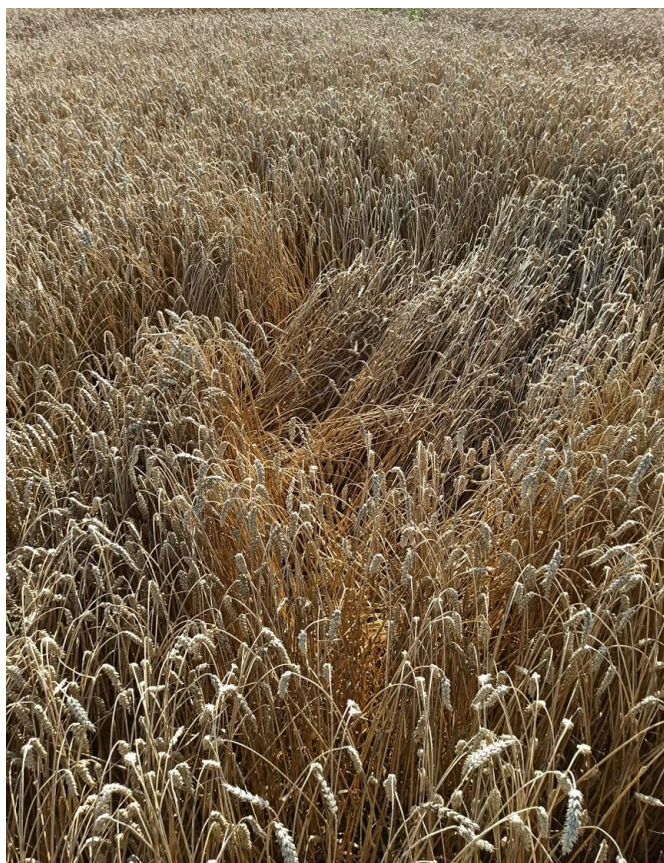
Obrázek 5: Měření výšek rostlin (fotografie autora, 2021)



Obrázek 6: Rozdíly ve výškách rostlin (fotografie autora, 2021)



Obrázek 7: Rozdílné výšky rostlin u jednotlivých variant před sklizní (fotografie autora, 2021)



Obrázek 8: Minimální prolehnutí u kontrolní varianty bez regulace (fotografie autora, 2021)



Obrázek 9: Pokusné parcely před sklizní (fotografie autora, 2021)



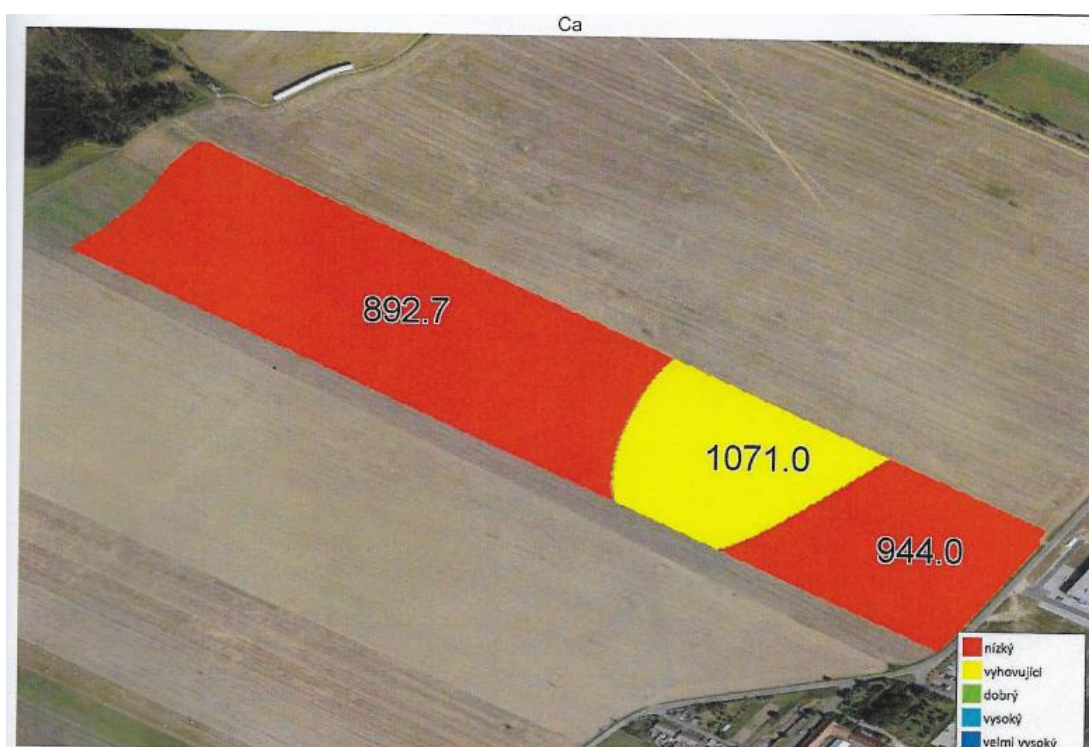
Obrázek 10: Sklizeň pokusných parcel (fotografie autora, 2021)



**Obrázek 11: Odběr vzorků zrna pro laboratorní analýzu
jakostních parametrů zrna (fotografie autora, 2021)**



Obrázek 12: Odpočet odnoží (fotografie autora, 2021)



Obrázek 13: Obsah vápníku v půdě na pozemku (fotografie autora, 2021)



Obrázek 14: Stav fosforu a draslíku v půdě na daném pozemku (fotografie autora, 2021)



Obrázek 15: Obsah manganu v půdě a Ph půdy na pozemku (fotografie autora, 2021)