

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Inovace pěstitelské technologie u pšenice ozimé

Bakalářská práce

Petr Knytl

Rostlinná produkce B-FYTOB

Ing. David Bečka, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Inovace pěstitelské technologie u pšenice ozimé" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.4.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Davidu Bečkovi, Ph.D za odbornou pomoc při zpracování práce a celkovou organizaci pokusu.

Inovace pěstitelské technologie u pšenice ozimé

Souhrn

Pšenice ozimá, která je nejpěstovanější obilninou v České republice, zaujímá v zemědělství a potravinářství nezastupitelnou pozici. Její význam spočívá především v širokém uplatnění v potravinářském průmyslu, kde slouží jako základní surovina pro výrobu mouky, pečiva, těstovin a dalších potravin. Kromě toho se pšenice ozimá používá také v krmivářství, kde je důležitým zdrojem živin pro hospodářská zvířata.

Cílem této práce je porovnat ověřenou faremní pěstební metodu s pokusnou, tzv. experimentální metodou. Faremní technologie je postavena na hnojení 110 kg dusíku na hektar, použití fungicidu Hutton a použití regulátoru růstu Retacel Extra typu CCC. Na druhé straně experimentální pěstební technologie byla navržena na hnojení 163 kg dusíku na hektar, použití listových hnojiv s obsahem síry a mědi k ochraně proti houbovým chorobám a použití regulátoru růstu Moddus s účinnou látkou trinexapac-ethyl. Tato metoda představuje nový přístup ke zlepšení výnosů a kvality zrna. V průběhu pokusu byl sledován zdravotní stav porostu, počet rostlin na m², počet odnoží, délka klasu a počet zrn v klasu, počet klasů, počet klásků, stupeň polehnutí porostu a v neposlední řadě kvalita zrna (obsah dusíkatých látek, objemová hmotnost, HTZ) a výnos. Nasbíraná data byla pečlivě vyhodnocena a porovnána, aby bylo možné určit, která z metod přináší lepší výsledky. Na základě důkladné analýzy dat byla experimentální varianta o 0,8 tuny na hektar výnosnější než faremní metoda. Zrno pěstované experimentální metodou mělo navíc vyšší objemovou hmotnost, obsah dusíkatých látek i HTZ. I z ekonomického hlediska vyšla lépe experimentální varianta nad faremní, kdy po sečtení variabilních nákladů byla díky vyššímu výnosu experimentální varianta výhodnější, a to přibližně o 2500 Kč. Tento pokus ukázal, že experimentální pěstební metoda má potenciál přinést lepší výnosy a kvalitu zrna než naše tradiční faremní metoda.

Klíčová slova: pšenice, hnojení, regulace růstu, integrovaná ochrana, výnos, kvalita

Innovation of cultivation technology in winter wheat

Summary

Winter wheat, which is the most cultivated cereal in the Czech Republic, occupies an irreplaceable position in agriculture and the food industry. Its importance lies primarily in its wide application in the food industry, where it serves as a basic raw material for the production of flour, bread, pasta and other foods. In addition, winter wheat is also used in animal feed, where it is an important source of nutrients for livestock.

The aim of this work is to compare a verified farm cultivation method with an experimental, so-called experimental method. The farm technology is based on the fertilization of 110 kg of nitrogen per hectare, the use of Hutton fungicide and the use of the growth regulator Retacel Extra type CCC. On the other hand, the experimental cultivation technology was designed to fertilize with 163 kg of nitrogen per hectare, use foliar fertilizers containing sulfur and copper to protect against fungal diseases, and use Moddus growth regulator with the active ingredient trinexapac-ethyl. This method represents a new approach to improving yields and grain quality. During the experiment, the health status of the stand, the number of plants per m², the number of branches, the length of the spike and the number of grains in the spike, the number of spikes, the degree of lodging of the stand and, last but not least, the quality of the grain (nitrogen content, bulk weight, weight of a thousand grains) and yield. The collected data was carefully evaluated and compared to determine which of the methods yielded better results. Based on a thorough data analysis, the experimental variant was 0.8 tons per hectare more profitable than the farm method. In addition, the grain grown by the experimental method had a higher volumetric weight, nitrogen content, and weight of a thousand grains. Even from an economic point of view, the experimental variant turned out better than the farm one, when after adding up the variable costs, the experimental variant was more advantageous due to the higher yield, by approximately CZK 2,500. This trial showed that the experimental growing method has the potential to produce better yields and grain quality than our traditional farm method.

Keywords: wheat, fertilization, growth regulation, integrated protection, yield, quality

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Pšenice ozimá (<i>Triticum aestivum L.</i>)	10
3.1.1 Význam a historie pěstování pšenice ozimé	10
3.1.2 Biologické vlastnosti	10
3.1.3 Botanická charakteristika.....	11
3.1.4 Stavba rostliny	11
3.1.5 Kvalitativní parametry	12
3.1.5.1 Hlavní kvalitativní parametry	12
3.1.5.2 Faktory ovlivňující kvalitativní parametry pšenice	13
3.1.6 Tvorba výnosu pšenice	13
3.1.7 Zařazení v osevním postupu	14
3.1.8 Založení porostu	14
3.2 Hnojení pšenice	14
3.3 Hnojení dusíkem	15
3.3.1 Dusík jako živina	15
3.3.2 Dostupnost dusíku v půdě.....	16
3.3.3 Koloběh dusíku.....	16
3.4 N hnojiva	17
3.4.1 charakteristika N hnojiv	17
3.4.2 formy N hnojiv	18
3.5 Listová hnojiva	18
3.6 Ochrana	19
3.6.1 Integrovaná ochrana rostlin	19
3.7 Regulace porostu	19
4 Materiál a metody	20
4.1 Popis stanoviště	20
4.2 Popis pokusu	20
4.3 Varianty	20
4.3.1 Farvení varianta pěstování.....	21
4.3.2 Experimentální varianta pěstování	21
4.4 Popis použitých přípravků	22
4.5 Klimatické podmínky	23
4.6 Technologie pěstování	24

4.7	Sledování pokusu.....	25
5	Výsledky.....	26
5.1	Počet rostlin a odnoží.....	26
5.2	Zdravotní stav.....	27
	27	
5.3	Počet klasů	28
5.4	Počet klásků	28
5.5	Délka klasu a počet zrn v klasu.....	29
5.6	Polehnutí	30
5.7	Výnos a kvalita	31
5.8	Ekonomika.....	32
6	Diskuze.....	33
7	Závěr	34
8	Literatura.....	35
	Seznam tabulek	I
	Seznam obrázků	I

1 Úvod

Pšenice ozimá (*Triticum aestivum L.*) je jednou z nejdůležitějších obilovin na světě a základní potravinou pro více než jednu třetinu světové populace (Curtis et al. 2002). Její pěstování má dlouhou historii, která sahá až do období prvních zemědělských civilizací v Mezopotámii před více než 10 000 lety (Zohary et al. 2012). Díky svým výživovým vlastnostem, adaptabilitě a vysokému potenciálu výnosu se pšenice ozimá stala klíčovou plodinou pro zabezpečení potravin ve velké části světa.

V současné době čelí pěstování pšenice ozimé řadě výzev, které souvisí s růstem světové populace, změnami klimatu a snižujícím se množstvím dostupné půdy a vody pro zemědělství. Tyto faktory vyžadují neustálé zlepšování technologií a postupů pěstování pšenice, aby bylo možné dosáhnout vyšších výnosů, lepší kvality a udržitelnosti produkce.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na pšenici ozimou a její pěstování v kontextu moderního zemědělství. Cílem práce je porovnat, moderní přístup a integrovanou produkci v porovnání s faremní léty ověřenou technologií. Hlavní srovnávací parametry jsou výnos, kvalita zrna a ekonomické zhodnocení.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo provést komplexní hodnocení a analýzu vlivu vyšší dávky hnojení dusíkem a použitím listových hnojiv na výnos a kvalitu plodin. Toto hodnocení bylo nezbytné pro zjištění, zda je tato metoda hnojení výhodnější oproti klasické faremní technologii. V rámci této práce jsme se zaměřili na detailní zkoumání vlivu vyšší dávky hnojení dusíkem na růst, vývoj a kvalitu plodin. Dusík je jedním z klíčových živin pro růst rostlin, a proto bylo důležité zjistit, jaký má jeho zvýšená koncentrace dopad na výnos a kvalitu zrna. Kromě toho jsme se také zabývali vlivem použití listových hnojiv, která mohou přispět k odolnosti proti houbovým chorobám, zlepšení vstřebávání živin rostlinami a tím i ke zvýšení jejich produkce.

3 Literární rešerše

3.1 Pšenice ozimá (*Triticum aestivum* L.)

3.1.1 Význam a historie pěstování pšenice ozimé

Význam pšenice seté v naší republice vyplývá z jejího dominantního postavení ve struktuře obilnin i ostatních plodin pěstovaných na orné půdě, kde zaujímá cca 30 % plochy. Současný stav pěstování a využívání zrna však této zkušenosti plně neodpovídá. Dochází k meziročnímu kolísání osevních ploch a při výkyvech ročníkových podmínek i v celkovém objemu produkce zrna. Přestože se největší podíl (téměř 60 %) zkrmuje, větší část osevních ploch pšenice je využívána s cílem dosažení potravinářské kvality, která je realizována za vyšší ceny. (Prugar et al.)

Pšenice patří mezi nejdůležitější plodiny na světě. Celosvětově se pěstuje asi na 235 mil. ha (asi 25 %) a u nás na 900 tis. ha orné půdy. K největším producentům patří Rusko, USA, Kanada, Indie, Francie a Čína (Procházka 1995).

První domestikované formy pšenice se objevily přibližně před 10 000 lety na Blízkém východě, v oblasti zvané "úrodný půlměsíc" (Zohary et al. 2012). Zde byly nalezeny archeologické důkazy o domestikaci dvou druhů pšenice – emmeru (*Triticum dicoccum*) a einkornu (*Triticum monococcum*) (Heun et al., 1997; Nesbitt & Samuel, 1996). Tyto druhy byly později nahrazeny pšenicí tvrdou (*Triticum durum*) a pšenicí měkkou (*Triticum aestivum*), které jsou dnes nejběžnějšími druhy pšenice (Zohary et al. 2012).

Počátky pěstování pšenice úzce souvisejí se vznikem zemědělství v pravěkém období lidstva. Společně s ječmenem je pšenice nejstarší známou pěstovanou rostlinou. Na Blízkém východě, v Evropě a v severní Africe byla nejrozšířenější, a tedy nejvýznamější pěstovanou plodinou nepřetržitě po celé pravěké i historické období (Foltýn 1970).

Pšenice se pěstuje pro výrobu pečiva. Značná část sklizené pšenice se používá jako krmivo pro zvířata. V malé míře se pšenice používá také k výrobě krup a krupice. Dále pak může být pšenice základem pro výrobu piva a výrobu brandy (Geisler 1988).

3.1.2 Biologické vlastnosti

Pšenice obecná (*Triticum aestivum* L.) patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) tzn., že jde o jednoděložnou plodinu (důležité pro výběr herbicidů). V průběhu vegetace procházejí rostliny vývojovými změnami, které se projevují morfologickými a anatomickými změnami. Vnější znaky hodnotí makrofenologická stupnice, ogranogenezi vrostného vrcholu zachycuje

mikrofenologická stupnice podle Kupermanové. Některé agrotechnické zásahy (N hnojení, regulátory) jsou vázané na určitou fázi růstu. Nástup růstové fáze se zaznamenává tedy, jestliže 50–70 % rostlin v porostu dosáhlo uvedené fáze (Faměra 1993).

3.1.3 Botanická charakteristika

Rod pšenice zahrnuje několik druhů. K nejvýznamějším patří pšenice obecná, tvrdá a naduřelá. V zemědělské praxi se především pšenice zimá. Pšenice obecná je jednoletá rostlina, ozimého nebo jarního charakteru. Je samosprašná a částečně i cizosprašná (Procházka 1995).

3.1.4 Stavba rostliny

Kořenový systém pšenice je složitý a rozsáhlý, což umožňuje rostlině efektivně absorbovat vodu a živiny z půdy. Hlavní kořeny vyrůstají ze semenáčka a postupně se rozvětvují do bočních kořenů. Kořeny také obsahují vláskové kořeny, které zvyšují absorpční povrch (Manske & Vlek 2002).

Stéblo pšenice je duté a skládá se z článků, které jsou odděleny kolénky. Ty nesou listy a vytvářejí místo pro růst nových větví. Stonky poskytují rostlině oporu a umožňují transport vody, živin a asimilátů mezi kořeny a nadzemními částmi (Evers & Millar 2002).

Listy pšenice mají širokou čepel a paralelní žilnatinu. Listy jsou důležité pro fotosyntézu, transpiraci a regulaci teploty rostliny. Listy také obsahují průduchy, které umožňují výměnu plynů mezi rostlinou a atmosférou (Taiz et al. 2015).

Květenství pšenice je složeno z klásku, který je uspořádán na vrcholu stonku. Klásek obsahuje několik květů (spikeletů), které se vyvíjejí do zrna po opylení. Pšenice je samoopylující rostlina, což znamená, že opylování probíhá uvnitř květu bez nutnosti přítomnosti hmyzu nebo jiných opylovačů (Feldman & Levy 2005).

Zrno pšenice je plod rostliny a hlavní zdroj potravy pro lidi a zvířata. Zrno se skládá z osemení, které obsahuje endosperm, klíček a osemenou slupku. Endosperm je největší část obilky a tvoří asi 80-85% celkové hmotnosti zrna. Je bohatý na škrob a bílkoviny, které poskytují energii a živiny pro růst nové rostliny. Endosperm také obsahuje vitamíny, minerály a další bioaktivní látky. Klíček je embryonální část obilky, která se vyvíjí do nové rostliny po klíčení. Klíček obsahuje vysoký obsah lipidů, vitamínů (zejména vitamín E), minerálů a enzymů potřebných pro růst nové rostliny (Shewry & Hey 2015).

Osemenná vrstva, také známá jako otruby, je vnější vrstva obilky, která chrání endosperm a klíček. Otruby jsou bohaté na vlákninu, vitamíny a minerály. Během zpracování obilovin se otruby často oddělují od endospermu, což vede k výrobě rafinovaných mouk s nižším obsahem živin. Aleuronová vrstva je tenká vrstva buněk nacházející se mezi endospermem a osemenou slupkou. Je bohatá na bílkoviny, lipidy, vitamíny a minerály. Během zpracování obilovin se aleuronová vrstva často ztrácí spolu s otrubami (Shewry & Hey 2015).

3.1.5 Kvalitativní parametry

Pšenice je jednou z nejdůležitějších plodin na světě a její kvalita má zásadní význam pro potravinářský průmysl. Kvalitativní parametry pšenice ovlivňují vlastnosti mouky, pekařské vlastnosti a nutriční hodnotu výrobků (Shewry et al. 2012).

3.1.5.1 Hlavní kvalitativní parametry

Obsah proteinů (N látek) v pšenici je jedním z nejdůležitějších kvalitativních parametrů, který ovlivňuje pekařské vlastnosti mouky. Hlavní proteiny pšenice jsou gliadiny a gluteniny, které tvoří lepek (gluten) (Wieser 2007). Lepek je zodpovědný za elasticitu a viskozitu těsta a má zásadní vliv na objem, texturu a trvanlivost pekařských výrobků (Shewry et al. 2012).

Hlavním sacharidem v pšeničném zrně je škrob, který tvoří asi 60-75% suché hmotnosti zrna. Škrob je základním zdrojem energie pro lidský organismus (Tester et al. 2004). Kvalita škrobu ovlivňuje vlastnosti těsta, jako je jeho viskozita, adheze a koheze, což má vliv na finální výrobky (Buléon et al. 1998). Kromě škrobu obsahuje pšeničné zrno také malé množství cukrů, jako jsou glukóza, fruktóza a sacharóza (Shewry et al. 2012).

Pšenice obsahuje řadu minerálů, jako jsou vápník, hořčík, draslík, železo a zinek, které mají význam pro nutriční hodnotu obilovin (Cakmak et al. 2010). Obsah minerálů v pšenici může být ovlivněn faktory, jako je půdní typ, hnojení a klimatické podmínky (Zhao et al. 2009).

Pšeničné zrno obsahuje řadu vitamínů, jako jsou vitamíny skupiny B (B1, B2, B3, B5, B6 a B9) a vitamín E. Tyto vitamíny hrají důležitou roli v energetickém metabolismu, syntéze proteinů a buněčné regeneraci (Shewry et al. 2012).

3.1.5.2 Faktory ovlivňující kvalitativní parametry pšenice

Genetické faktory hrají klíčovou roli v kvalitě pšenice. Různé odrůdy pšenice se liší v obsahu proteinů, škrobu a minerálů, což má vliv na jejich pekařské a nutriční vlastnosti (Shewry et al., 2012). Šlechtitelé se snaží vyšlechtit odrůdy s vysokým obsahem proteinů a lepku, které mají dobré pekařské vlastnosti (Wieser 2007).

Pěstební faktory, jako je hnojení, závlaha a teplota, mohou ovlivnit kvalitu pšenice. Například hnojení dusíkem zvyšuje obsah proteinů a lepku v pšenici, zatímco fosfor a draslík mají vliv na obsah minerálů (Cakmak et al. 2010). Závlaha a teplota ovlivňují růst rostlin a zrání zrna, což má dopad na kvalitu škrobu (Tester et al. 2004).

Zlepšení kvality pšenice je důležitým cílem pro chovatele a zemědělce. Výběr vhodných odrůd, správné hnojení a pěstební techniky mohou přispět k produkci pšenice s vyšší kvalitou proteinů, škrobu a minerálů (Shewry et al. 2012). Navíc výzkum v oblasti genetiky a biotechnologie nabízí nové možnosti pro zlepšení kvalitativních parametrů pšenice (Wieser 2007).

3.1.6 Tvorba výnosu pšenice

Výnos pšeničného zrna a jeho kvalita je jedním s hlavních faktorů ovlivňujících ekonomickou situaci zemědělců. Pro dosažení co nejvyšších výnosů a kvality zrna mohou zemědělci uplatňovat a kombinovat širokou škálu agronomických opatření, jako je vhodné střídání plodin v osevních sledech, hnojení a ochrana porostů pšenice a různé technologické postupy (Abrham 2019).

Tvorba výnosu pšenice je komplexní proces, který zahrnuje mnoho genetických, agrotechnických a environmentálních faktorů. Zlepšení výnosu pšenice je klíčové pro zajištění potravinové bezpečnosti a udržitelnosti zemědělství.

Genetické faktory hrají klíčovou roli ve tvorbě výnosu pšenice. Šlechtitelé se snaží vyvinout nové odrůdy pšenice s vyššími výnosy a lepší adaptabilitou na různé environmentální podmínky (Reynolds et al. 2009). Hlavní genetické faktory ovlivňující výnos pšenice zahrnují počet zrn na klásku, hmotnost tisíce zrn a počet klásků na jednotku plochy (Foulkes et al. 2011).

Agrotechnické faktory, jako jsou setí, hnojení a ochrana rostlin, také ovlivňují výnos pšenice. Optimální agrotechnické postupy mohou zvýšit výnos pšenice tím, že zlepší růst a vývoj rostlin, zvýší účinnost využití živin a sníží ztráty způsobené škůdci, chorobami a plevele (Lopes et al. 2014).

Environmentální faktory, jako jsou teplota, srážky a světelné podmínky, mají také významný vliv na tvorbu výnosu pšenice. Například teplotní stres může negativně ovlivnit fotosyntézu, růst a vývoj rostlin, což vede ke snížení výnosu (Farooq et al. 2011). Na druhou stranu, dostatek srážek a vhodné světelné podmínky mohou zvýšit výnos pšenice tím, že podporují růst a vývoj rostlin a zlepšují účinnost využití živin (Lobell et al. 2011).

3.1.7 Zařazení v osevním postupu

Dle Faměry (1993) je šenice ozimá je náročná na předplodinu. Vysoký výnosový potenciál je zpravidla využitý po zlepšujících plodinách. Vhodnými plodinami jsou: jeteloviny, luskoviny, olejnin a včas sklizené okopaniny. Zařazení po obilnině zvyšuje nebezpečí vyššího výskytu chorob, škůdců a zhoršuje výnosovou stabilitu pšenice. Zcela nevhodný je sled pšenice po pšenici.

3.1.8 Založení porostu

Počáteční růst pšenice je značně závislý na zásobních látkách v semenech. Proto čím je větší a plně vyvinutější zrno, tím je lepší předpoklad pro tvorbu silnějších a životaschopnějších rostlin (Bezděk et al. 1970). Před založením porostu pšenice je důležitá příprava půdy, která zahrnuje orbu a kypření. Cílem těchto činností je zajistit optimální podmínky pro růst a vývoj rostlin, jako je dostatek živin, vody a vzduchu v půdě (Přtu & Medusa 2017).

Volba vhodné odrůdy pšenice je dalším klíčovým faktorem pro úspěšné založení porostu. Odrůdy se liší v mnoha vlastnostech, jako je odolnost vůči chorobám a škůdcům, tolerance k suchu nebo mrazu a potenciál výnosu. Při výběru odrůdy je důležité zohlednit lokální podmínky a požadavky trhu (Reynolds et al. 2009).

Důležitými faktory při výsevu jsou hloubka a hustota setí. Optimální hloubka setí je asi 2-4 cm, což umožňuje rychlé klíčení a snižuje riziko poškození semen mrazem nebo suchem. Hustota setí ovlivňuje konkurenci mezi rostlinami a může mít vliv na výnos (Lloveras et al. 2004).

3.2 Hnojení pšenice

Hnojení pšenice je jedním z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje výnos a kvalitu tohoto obilovinového pokladu (FAO 2020).

Hnojení pšenice spočívá v dodávání živin rostlinám ve formě minerálních nebo organických hnojiv. Hlavním cílem hnojení je zvýšit výnos a kvalitu obilí, ale také podpořit růst a zdraví

rostlin (Marschner 2011). Mezi hlavní živiny, které pšenice potřebuje, patří dusík (N), fosfor (P) a draslík (K). Tyto makroživiny jsou nezbytné pro růst, vývoj a reprodukci rostlin (Taiz et al. 2015).

Ozimou pšenici řadíme mezi plodiny se střední potřebou živin. Na jednu tunu zrna a odpovídajícímu množství slámy a kořenů odčerpá v průměru 25 kg dusíku, 5 kg fosforu, 20 kg draslíku, 2,4 kg hořčíku a 4 kg síry. V podzimním období přijímají rostliny relativně málo živin a přes zimu se jejich příjem úplně zastavuje. Podíl odebraného dusíku není vyšší než 12 % z celového odběru, a proto aplikovat vysoké dávky před setím je zbytečné, neekologické i neekonomické. Odběr dusíku se zvyšuje na jaře, kdy rostliny po zimě musí obnovit biomasu. Do začátku sloupkování rostliny přijmou v průměru 40 % dusíku a intenzita jeho odčerpání orste až do konce kvetení, kdy odebere dalších 30 % této živiny. Po odkvětu se požadavky na dusík snižují (Zimolka et al. 2005). Hnojení pšenice může probíhat různými způsoby je předset'ové hnojení, regenerační, produkční a kvalitativní. Na půdu nebo listové hnojení každá metoda má své specifické výhody a nevýhody a je důležité zvolit správnou metodu a čas pro optimální výsledky (Grant et al. 2012).

3.3 Hnojení dusíkem

3.3.1 Dusík jako živina

Podle Neubergra (1995) je dusík „motorem“ růstu rostlin. Plodiny ho potřebují v průběhu celé ontogeneze ve značném množství.

Dusík se v půdě vyskytuje v různých formách, které mohou být přijímány rostlinami nebo sloužit jako substrát pro mikrobiální procesy. Hlavní formy dusíku v půdě zahrnují Amonný dusík (NH_4^+) - Tato forma dusíku je přijímána rostlinami a je také substrátem pro nitrifikační bakterie, které jej oxidují na nitrit a následně na nitrát. Nitratový dusík (NO_3^-) Nitrat je hlavní formou dusíku přijímanou rostlinami a je také substrátem pro denitrifikační bakterie, které jej redukují na dinitrogen a uvolňují jej do atmosféry. Organický dusík – tato forma dusíku zahrnuje různé organické sloučeniny, jako jsou aminokyseliny, proteiny a nukleové kyseliny, které mohou být mineralizovány mikroorganismy na amonný dusík (Schlesinger & Bernhardt 2013).

3.3.2 Dostupnost dusíku v půdě

Dostupnost dusíku v půdě má zásadní význam pro růst a vývoj rostlin, které závisí na dostatečném přísunu dusíku pro tvorbu biomolekul, jako jsou aminokyseliny, proteiny a nukleové kyseliny (Marschner 2011). V ekosystémech ovlivňuje dostupnost dusíku dynamiku rostlinných společenstev, produktivitu a interakce mezi rostlinami a mikroorganismy (Vitousek et al. 2013). V zemědělství je dostupnost dusíku v půdě klíčovým faktorem ovlivňujícím výnosy plodin. Správná hnojení dusíkatými hnojivy může zvýšit dostupnost dusíku v půdě a tím i výnosy plodin. Nicméně nadměrné používání dusíkatých hnojiv může vést k negativním dopadům na životní prostředí, jako jsou eutrofizace vodních ekosystémů, ztráta biodiverzity a zvýšení emisí skleníkových plynů (Gruber & Galloway 2008).

3.3.3 Koloběh dusíku

Koloběh dusíku je zásadní pro udržení života na Zemi, protože zajišťuje dostupnost dusíku pro růst a vývoj rostlin a dalších organismů. Dusík je součástí mnoha biomolekul, jako jsou aminokyseliny, proteiny, nukleové kyseliny a chlorofyl (Marschner 2011). Koloběh dusíku také ovlivňuje dynamiku ekosystémů, například skladbu druhů rostlin, produktivitu a interakce mezi rostlinami a mikroorganismy (Vitousek et al. 2013).

Koloběh dusíku se skládá z několika klíčových procesů, které umožňují přeměnu a transport dusíku mezi různými rezervoáry (Gruber & Galloway 2008). Hlavní procesy zahrnují:

- a) Fixace dusíku: Přeměna atmosférického dinitrogenu (N_2) na amoniak (NH_3) nebo amonné ionty (NH_4^+), které mohou být přijímány rostlinami. Tento proces je prováděn symbiotickými bakteriemi, jako jsou *Rhizobium*, nebo volně žijícími bakteriemi a sinicemi (Vitousek et al. 2013).
- b) Mineralizace: Přeměna organických sloučenin dusíku na anorganické formy, jako jsou amonné ionty, prostřednictvím půdních mikroorganismů (Schlesinger & Bernhardt 2013).
- c) Nitrifikace: Oxidace amonných iontů na nitrit (NO_2^-) a následně na nitrat (NO_3^-) pomocí nitrifikačních bakterií (Zumft 1997).
- d) Denitrifikace: Redukce nitrátu na dinitrogen prostřednictvím denitrifikačních bakterií, což vede k uvolnění dusíku zpět do atmosféry (Zumft 1997).

Hnojení dusíkem může mít negativní dopad na životní prostředí, pokud není správně řízeno. Nadměrné hnojení dusíkem může vést k zvýšeným ztrátám dusíku prostřednictvím denitrifikace, lixiviací nebo amoniové volatilizace, což může způsobit znečištění vodních

zdrojů a emise skleníkových plynů (Vitousek et al. 1997). Správné řízení hnojení dusíkem, včetně použití vhodných dávek, typů hnojiv a metod aplikace, je nezbytné pro minimalizaci negativních dopadů na životní prostředí.

Nedostatek dusíku od počátku vegetace má za následek omezení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, což se projevuje omezením růstu rostlin a tvorby všech jejich podstatných orgánů. Při nedostatku N jsou rostliny slabší a nižší, často jsou porosty nevyrovnané a světlejší (Vaněk et al. 2016). Nadbytek N je méně častý a projevuje se většinou latentní formou. Působením nadbytku N je rozdílné podle druhů rostlin a jejich růstové fáze. Omezení vzcháživosti a negativní ovlivnění růstu mladých rostlinek způsobuje více amonná forma N než nitrátová. Je proto nutné vyvarovat se vyšších jednorázových dávek N (přibližně 60 kg N na hektar) a dodržet 10denní až 14denní odstup mezi hnojením (Vaněk et al. 2016).

3.4 N hnojiva

Do skupiny dusíkatých hnojiv řadíme ta, která obsahují jako hlavní živinu dusík, vyjadřovaný symbolem N. Prazdrojem dusíkatých hnojiv je ovzduší, z kterého byl dusík buď v dávných geologických dobách přírodními procesy uložen, nebo je dnes v továrnách na syntetický dusík z něho dobýván a vázán v soli (Duchoň 1948).

3.4.1 charakteristika N hnojiv

Existuje několik typů dusíkatých hnojiv, které se liší podle obsahu dusíku, formy dusíku a způsobu aplikace. Nejběžnějšími dusíkatými hnojivy jsou močovina, amonné sírany, amonné fosfáty a draselné nitráty (Havlin et al. 2005). Aplikace dusíkatých hnojiv může být provedena různými způsoby, jako je přímá aplikace na půdu, listová aplikace (Raun a Johnson 1999). Účinnost hnojení dusíkem závisí na mnoha faktorech, jako jsou půdní vlastnosti, klimatické podmínky, typ a dávka hnojiva a doba aplikace. Například půdní textura, pH a obsah organické hmoty ovlivňují dostupnost dusíku pro rostliny (Marschner 2011).

Klimatické faktory, jako jsou teplota a srážky, také ovlivňují účinnost hnojení dusíkem tím, že ovlivňují mineralizaci dusíku v půdě a ztráty dusíku prostřednictvím denitrifikace, lixivace nebo amoniové volatilizace (Cassman et al. 2002).

3.4.2 formy N hnojiv

- a) Hnojiva s dusíkem ledkovým (dusičnanový, nitrátový) – hnojiva běžně označována jako ledky, ledek vápenatý, Ca-Nsol, ledek sodný, hořečnatý a draselný. Jsou to hnojiva dobře rozpustná ve vodě. Tato hnojiva jsou v menších dávkách vhodná pro přihnojování během vegetace. Hnojiva s dusíkem amonným (čpavkovým) – síran amonný a bezvodý amoniak. Poskytují rostlinám kationt NH_4^+ , jenž je sorbován v půdě, je tudíž poměrně málo pohyblivý. Hnojiva s touto formou dusíku jsou vhodná k základnímu hnojení, tedy před setím a výsadbou.
- b) Hnojiva s dusíkem amidovým a kyanoamidovým (organický) – močovina a dusíkaté vápno.
- c) Hnojiva se dvěma a více formami dusíku – hlavním představitelem je ledek amonný a hnojiva z něho vyráběná, ledky amonné s vápencem, dolomitem či sádrou (LAV, LAD, LAS), DASA a DAM (roztok dusičnanu amonného a močoviny). Hnojiva této skupiny zaujímají na trhu největší podíl a to okolo 60 % (Vaněk et al. 2016).

3.5 Listová hnojiva

Listová hnojiva představují efektivní nástroj pro zlepšení výnosů a kvality plodin a mohou být účinnou součástí integrovaného systému hospodaření. Představují důležitou součást moderního zemědělství a jsou používána k doplnění živin a stimulaci růstu rostlin. Tato hnojiva jsou aplikována přímo na listy rostlin, což umožňuje rychlé vstřebávání živin a lepší účinnost než při hnojení tradičním způsobem.

Listová hnojiva mohou být organická nebo anorganická, jednoduchá nebo komplexní, s různým obsahem makro a mikroživin. Volba vhodného listového hnojiva závisí na potřebách konkrétní plodiny a půdních podmínkách. Aplikace listových hnojiv může vést ke zvýšení růstu a výnosu plodin, zlepšení kvality plodů a odolnosti rostlin vůči stresovým faktorům. Výsledky však mohou být ovlivněny řadou faktorů, jako je čas aplikace, koncentrace živin a environmentální podmínky (Fernández & Eichert 2009).

Pro účinnou aplikaci listových hnojiv je důležité správné načasování, volba vhodného hnojiva, koncentrace a techniky aplikace. Optimální čas aplikace závisí na růstové fázi rostliny, potřebě živin a půdních podmínkách (Sharma & Prasad 2011).

3.6 Ochrana

Pšenice je v ÚKZUZ sledována na více než 30 lokalitách. Další instituce zpracovávají údaje od desítek zemědělských družstev i soukromých pěstitelů. Z mnoholetých výsledků tak lze pro potřeby prvovýroby popsat jednotlivé choroby, určit při jakém výskytu jsou škodlivé, kdy je podle současných zkušeností proti nim zasáhnout (Zimolka et al. 2005).

3.6.1 Integrovaná ochrana rostlin

Monokulturní intenzivní pěstování plodin vede ke zvýšenému výskytu plevelných rostlin, chorob a škůdců s nebezpečím vzniku ekonomických ztrát. Integrovaná ochrana rostlin je soubor opatření, který vede k udržení vlivu škodlivých činitelů pod hranicí ekonomicky významné škodlivosti. Významné je, že se přednostně využívají přirozené způsoby jako jsou agrotechnické, biologické, biotechnické a až při nedostatečné účinnosti těchto opatření se přistoupí k chemickému zásahu (Faměra 1993).

Agrotechnická opatření jsou důležitou součástí integrované ochrany pšenice a mohou zahrnovat volbu vhodného osevního postupu, předplodiny, optimální hustotu a rozestavení řádků, mechanické odplevelení nebo setbu do mulčovacích podmínkách (Rasmussen et al. 2011).

Chemická ochrana pšenice zahrnuje použití herbicidů, fungicidů a insekticidů pro boj proti plevelům, chorobám a škůdcům. Důležité je správné načasování aplikace a dávkování chemických prostředků, aby byl dosažen optimální účinek s co nejnižšími vedlejšími účinky na životní prostředí (Kudsk & Mathiassen 2004).

Vývoj a šlechtění odolných odrůd pšenice je klíčovým prvkem integrované ochrany. Odolné odrůdy mohou být vyvinuty pomocí tradičního šlechtění nebo genetického inženýrství (Lopes & Reynolds 2010).

3.7 Regulace porostu

Růstové regulátory jsou chemické látky, které ovlivňují růst a vývoj rostlin. Aplikace růstových regulátorů na pšenici ozimou může vést ke snížení výšky rostlin, zlepšení odolnosti vůči poléhání a zvýšení výnosu. Mezi běžně používané růstové regulátory patří například chlormekvat-chlorid, trinexapac-ethyl nebo prohexadion-calcium (Miralles et al 2001; Rademacher 2018).

4 Materiál a metody

4.1 Popis stanoviště

Polní pokus byl realizován na pozemku nacházející se v katastrálním území obce Sovenice v okrese Nymburk ve Středočeském kraji. Tato oblast je známá svou rovinatou krajinou. Pozemek, na kterém probíhal polní pokus, se rozkládá v nadmořské výšce 198 metrů nad mořem. Klimatické podmínky jsou zde příznivé. Průměrný roční úhrn srážek činí 592 milimetrů, což zajišťuje dostatek vláhy pro růst a rozvoj rostlin. Podle Quittova členění spadá do teplé oblasti T2, kdy se průměrná roční teplota pohybuje kolem 10 °C. Geologické složení území je tvořeno převážně sedimentárními horninami české křídové pánve, jako jsou vápnité jílovce, slínovce a prachovce. Tyto horniny jsou místy překryté kvartérními sprašovými pokryvy, což ovlivňuje půdní složení a vlastnosti.

4.2 Popis pokusu

Pokus, který jsme provedli, byl založen na celkové výměře jednoho hektaru pěstební plochy. Tento prostor byl rozdělen na dvě poloviny, aby bylo možné srovnávat výsledky získané z klasické faremní pěstební technologie a experimentální technologie pěstování.

Na první polovině pěstební plochy byla použita klasická faremní pěstební technologie, která se již několik sezón osvědčila. Druhá polovina pěstební plochy byla vyhrazena pro experimentální technologii pěstování. Tato metoda se zaměřuje na vyšší dávku dusíku. Kromě toho byla použita listová hnojiva s obsahem mědi a síry jako náhradu fungicidní ochrany. Měď je známá svými antifungicidními vlastnostmi a její použití v hnojivech může přispět ke snížení potřeby chemických fungicidů. Pro pokus byla zvolena odrůda Dagmar, která se vyznačuje výbornou a stabilní potravinářskou kvalitou A. Tato odrůda je známá svou raností, vysokou objemovou hmotností.

4.3 Varianty

Aby bylo možné zajistit co největší srovnatelnost výsledků, bylo rozhodnuto pěstovat obě varianty na jednom dílu půdního bloku. Tímto způsobem byly nasimulovány co nejpodobnější podmínky pro růst rostlin, by mělo mít za následek lepší porovnatelnost výsledků. Před samotným zahájením pokusu byla provedena pečlivá příprava parcely. Po dokončení přípravy půdního bloku bylo možné přistoupit k samotnému založení porostu. Založení porostu proběhlo totožným způsobem pro obě varianty pokusu. Bylo důležité, aby byly splněny stejné podmínky

pro obě varianty, což zahrnovalo i způsob setí. Rostliny byly vysety ve stejném časovém intervalu. Tímto způsobem bylo možné zajistit, že rozdíly ve výsledcích pokusu budou dány pouze rozdílnými metodami pěstování, nikoliv jinými faktory.

4.3.1 Farmení varianta pěstování

Faremní technologie a také kontrolní varianta byla ověřená podniková technologie, která zahrnuje hnojení s celkovou dávkou dusíku 110 kg N/ha. Hnojení probíhalo ve dvou fázích – regeneračním a produkčním hnojení. Při regeneračním hnojení bylo dodáno 200 kg LAD/ha. Produkční hnojení následovalo s dalšími 200 kg LAD/ha, které zajistily dostatek živin pro růst rostlin během jejich následujícího vývoje. K zajištění zdravého a silného porostu, byl použit přípravek Retacel Extra v dávce 1,5 l/ha. Tento přípravek byl aplikován v růstové fázi BBCH 33, což je ideální čas pro regulaci porostu a omezení poléhání rostlin. Díky tomu byly naše plodiny pevnější a odolnější vůči nepříznivým povětrnostním podmínkám. Kromě toho byl kladen důraz na ochranu proti škodlivým patogenům, které by mohly ohrozit zdraví našich plodin. Pro fungicidní ochranu byl použit přípravek Hutton v dávce 0,8 l/ha. Aplikace proběhla v růstové fázi BBCH 45, což je optimální čas pro zajištění maximální účinnosti přípravku a prevenci šíření chorob.

4.3.2 Experimentální varianta pěstování

Experimentální varianta zahrnovala vyšší dávku dusíku ve výši 163 kg N/ha. Tato dávka byla rozdělena do tří aplikací, což umožnilo efektivnější využití živin a optimalizaci růstu rostlin. První aplikace obsahovala 250 kg LAD/ha, druhá aplikace 200 kg LAD/ha a třetí aplikace byla provedena pomocí kapalného hnojiva DAM 390 v dávce 100 l/ha. K omezení poléhání a zesílení stébla byl použit přípravek Moddus v dávce 0,4 l/ha ve fázi 34 dle BBCH. Tento přípravek pomáhá regulovat růst rostlin a zajišťuje jejich stabilní vývoj. V rámci této technologie byla také využita listová hnojiva Sk-sol, která byla aplikována ve dvou fázích. První aplikace proběhla ve fázi BBCH 25, kdy bylo použito 5 l/ha tohoto hnojiva. Druhá aplikace byla provedena ve fázi BBCH 45, kdy bylo opět použito 5 l/ha hnojiva Sk-sol. Tato hnojiva pomáhají zlepšit výživu rostlin a podporují jejich zdravý růst. Kromě toho bylo v této technologii použito také Kuprosol v dávce 2 l/ha ve fázi BBCH 34.

4.4 Popis použitých přípravků

Kuprosol je kapalné hnojivo modré barvy obsahující měď 5% (jako Cu v % hm.) v rychle působící vodorozpustné formě. Používá se při hnojení na půdu a na list. Použití je vhodné jak ke hnojení před začátkem vegetace, tak i ke kurativním zásahům během vegetace v případech, kdy se akutní nedostatek projeví na rostlinách (Lovochemie 2022).

Moddus s účinnou látkou trinexapac-ethyl patří do chemické skupiny cyclohexandionů, skupiny růstových retardantů – inhibitorů enzymů v biosyntéze kyseliny giberelinové. Gibereliny jsou rostlinné hormony podporující prodlužovací růst. Moddus efektivně inhibuje poslední krok v syntéze aktivního giberelinu GA1, a tím dochází k zastavení prodlužovacího růstu rostlin, zesílení stébla či stonku a k podpoře růstu kořenů (Syngenta 2023).

Retacel Extra R68 je běžným růstovým regulátorem používaným na obilniny. Použití přípravku Retacel má za následek zkrácení stonku, posílení jeho přízemních částí a zesílení jeho stěny. V důsledku toho se výrazně zvýší odolnost proti polehávání. Použití přípravku Retacel Extra R68 zajistí celkově snadnější sklizeň, vyšší výnos a zlepšení kvality zrna. Účinnou látkou je Chlormekvát, také známý jako ChlorCholineChlorid (CCC), slouží jako růstový regulátor, podporuje statnější růst tím, že inhibuje prodlužování buněk a snižuje riziko polehávání, což má za následek zvýšení výnosu na hektar, zejména v případě obilí a řepky (Draslovka 2023).

Sk sol je kapalné bezbarvé hnojivo obsahující draslík 27 % (jako K_2O v % hm.) a síru 17 % (jako S v % hm) v rychle působící vodorozpustné formě. Vzhledem k formě, v jaké se síra nachází ve hnojivu, má hnojivo vedle výživné funkce i významnou roli fungistatickou, kdy se po listové aplikaci na povrchu listů uvolňuje síra v koloidní formě, která potlačuje šíření houbových chorob (Lovochemie 2022).

4.5 Klimatické podmínky

Zemědělský rok 2021/2022 byl co se srážek týče velmi podprůměrný oproti mnohaletému průměru, konkrétně bylo naměřeno o 73 mm srážek méně. Naopak, pokud jde o teploty, tento rok byl nadprůměrný. V září, kdy byl založen porost pšenice, byly teploty o 1,4 °C vyšší než dlouhodobý průměr. Co se srážek týče, září bylo velmi podprůměrné a to o 32 mm. V říjnu pokračoval trend podprůměrných srážek a celkový úhrn byl o 22 mm nižší než normál. Teploty se v tomto měsíci pohybovaly mírně pod průměrem, konkrétně o 0,2 °C. Listopad byl naprosto průměrným měsícem jak z hlediska teplot, tak i srážek. Za tento měsíc spadlo celkem 37 mm srážek a průměrná teplota činila 4,2 °C. Zimní měsíce nevykazovaly velké odchylky od průměru, co se týče srážek. Bylo však zaznamenáno oteplení od dlouhodobého průměru: v prosinci o 1,1 °C, v lednu o 2,2 °C a v únoru dokonce o 3,5 °C. V březnu byl úhrn srážek opět podprůměrný, a to o 23 mm. Co se teplot týče, březen byl naprosto průměrný. Duben přinesl mírně nadprůměrné množství srážek díky deštivým dnům. Díky tomu panovala i nižší průměrná teplota. Květen byl, co se srážek týče opět podprůměrný, avšak teploty se pohybovaly výše, než je dlouhodobý průměr, a to o 1,3 °C. Červen opět přinesl více srážek - celkem 133 mm, což je o 56 mm více než průměrný úhrn. Teplota byla o 2,3 stupně vyšší než průměr. Červenec byl naopak srážkově podprůměrný, což však nahrávalo započítí sklizňových prací. Teplota se příliš nelišila od průměru, pouze o 0,2 °C.

Celkově lze říci, že zemědělský rok 2021/2022 byl pozoruhodný svými odchylkami od dlouhodobých průměrů, a to jak v oblasti srážek, tak i teplot. Zatímco srážky byly celkově podprůměrné, teploty byly naopak nadprůměrné. Tento trend mohl mít vliv na růst a vývoj plodin a zemědělských prací během roku. Ucelený přehled o průběhu teplot a úhrnu srážek je možno pozorovat v níže přiložené tabulce.

	srážky (mm)	průměr (mm)	odchylka (mm)	teplota (°C)	průměr (°C)	odchylka (°C)
září	16	48	-32	15,1	13,7	1,4
říjen	19	41	-22	8,5	8,7	-0,2
listopad	37	36	1	4,2	4	0,2
prosinec	34	36	-2	1,5	0,4	1,1
leden	31	33	-2	1,6	-0,6	2,2
únor	20	28	-8	3,9	0,4	3,5
březen	15	38	-23	4	4	0
duben	38	31	7	7,1	9,2	-2,1
květen	38	64	-26	15,1	13,8	1,3
červen	133	77	56	19,5	17,2	2,3
červenec	57	79	-22	19,2	19	0,2

Tabulka č. 1

4.6 Technologie pěstování

V následujících tabulkách (2 a 3) naleznete podrobný přehled agrotechnických operací, které byly prováděny během pokusu. Tyto tabulky poskytnou ucelený pohled na jednotlivé kroky, které byly podniknuty, a umožní lépe porozumět celkovému průběhu a postupu prací. Při provádění polních prací byl kladen důraz na to, aby byly zvoleny vhodné podmínky pro jednotlivé agrotechnické operace. To zahrnovalo pečlivé sledování počasí, stavu půdy a dalších faktorů, které mohou ovlivnit úspěšnost pracovních operací.

Správné načasování pracovních operací bylo také klíčovým aspektem našeho pokusu. Byla věnována pozornost tomu, aby byly jednotlivé kroky prováděny v optimálním čase, což umožnilo dosáhnout maximální efektivity a úspory zdrojů. Toto načasování bylo založeno na znalostech a zkušenostech, stejně jako na doporučení odborných publikací v oblasti agrotechniky.

Experimentální technologie	
sklizeň předplodiny	31.07.2021
podmítka (disky Kverneland DXO)	12.08.2021
kypření (Farmet Duolent 20 cm)	15.09.2021
kypření (Farmet Duolent 20 cm)	22.09.2021
předseťová příprava (Farmet Kompaktomat)	24.09.2021
setí (Privat Drill)	24.09.2021
herbicidní ochrana (Bizon 1l/ha)	20.10.2021
listové hnojivo (Sk-sol 5 l/ha)	20.10.2021
regenerační hnojení (250 kg/ha LAD)	10.03.2022
produkční hnojení (200 kg/ha LAD)	30.03.2022
regulace porostu (Moddus)	29.04.2022
listové hnojivo (Kuprosol 2 l/ha)	29.04.2022
herbicidní ochrana (Axial plus 0,8 l/ha)	29.04.2022
kvalitativní hnojení (100 l/ha DAM 390)	29.04.2022
listové hnojivo (Sk-sol 5 l/ha)	25.05.2022
sklizeň	02.08.2022

Tabulka č.2

Faremní technologie	
sklizeň předplodiny	31.07.2021
podmítka (disky Kverneland DXO 8 cm)	12.08.2021
kypření (Farmet Duolent 20 cm)	15.09.2021
kypření (Farmet Duolent 20 cm)	22.09.2021
předseťová příprava (Farmet Kompaktomat)	24.09.2021
setí (Privat Drill)	24.09.2021
herbicidní ochrana (Bizon 1 l/ha)	20.10.2021
regenerační hnojení (200 LAD kg/ha)	10.03.2022
produkční hnojení (200 LAD kg/ha)	30.03.2022
regulace porostu (Retacel Extra 1,5 l/ha)	29.04.2022
herbicidní ochrana (Axial plus 0,8 l/ha)	29.04.2022
fungicidní ochrana (Hutton 0,8 l/ha)	25.05.2022
sklizeň	02.08.2022

Tabulka č.3

4.7 Sledování pokusu

Během celého průběhu pokusu, sledován zdravotní stav rostlin, tyto rostliny byly pečlivě monitorovány a hodnoceny na stupnici 1–4. Tato stupnice byla následně použita pro hodnocení polehnutí, což je další důležitý aspekt při posuzování zdraví a vitality rostlin. Kromě toho byl během pokusu sledován i počet rostlin a počet odnoží na metr čtvereční. Aby byla zajištěna co nejvyšší přesnost měření, byl na každé variantě proveden odběr ze čtyřech různých míst. Prostor odběru byl vymezen pomocí čtvrtmetrovky, což je nástroj umožňující přesné vymezení plochy pro odběr vzorků. Tento kontní znak byl sledován 14. dubna 2022, kdy se projevila reakce rostlin na aplikaci regeneračního i produkčního hnojení. V průběhu kvetení, konkrétně 13. června 2022, byl sledován další znak – počet klasů na metr čtvereční. Toto měření probíhalo obdobným způsobem jako u předchozího sledovaného znaku, což zajišťovalo konzistentnost a srovnatelnost výsledků. Dalším sledovaným znakem, který byl sledován před sklizní byl počet klásků, a to jak plodných, tak sterilních a polehnutí porost. Po sklizni, která proběhla 2. srpna 2022, byl vyhodnocován znak výnosu v tunách na hektar a kvalita sklizně, která zahrnovala objemovou hmotnost a obsah dusíkatých látek (NL). Během celého pokusu byla prováděna fotodokumentace obou variant rostlin, což umožňuje vizuální srovnání a posouzení jejich zdravotního stavu a růstu.

5 Výsledky

5.1 Počet rostlin a odnoží

Počet rostlin na obou variantách pokusu byl sledován 14.4.2022 v počáteční fázi sloupkování. Abychom mohli co nejpřesněji sledovat výsledky tohoto pokusu, byly odebrány vzorky rostlin z obou variant a pečlivě analyzovány. Výsledky této analýzy byly poté zaznamenány do tabulek níže, které nám poskytly srovnání počtu odnoží na odebraných rostlinách z obou variant technologií. Z těchto tabulek je možné vidět, že celkový počet rostlin na metr čtvereční se lišil mezi oběma variantami. U farmení varianty jsme zaznamenaly celkem 349 rostlin na metr čtvereční, zatímco u experimentální varianty to bylo o něco více – celkem 398 rostlin na stejnou plochu. Tento rozdíl v počtu rostlin může naznačovat, že experimentální varianta nabízí určité výhody v porovnání s tradičním faremní technologií. Na níže vložených obrázcích můžeme vidět hodnocení porostu a počítání rostlin pomocí čtvrtmetrovy.



Obrázek č. 1

Faremní				
	počet rostlin			
Počet odnoží	Vzorek 1	Vzorek 2	Vzorek 3	Vzorek 4
1	5	3	2	1
2	3	9	7	9
3	13	20	18	17
4	21	18	22	21
5	14	21	19	22
6	15	9	12	14
7	7	6	5	4
8	2	1	2	3
9	1	0	1	0
10	1	0	0	1

Tabulka č. 4



Obrázek č. 2

Experimentální				
	počet rostlin			
Počet odnoží	Vzorek 1	Vzorek 2	Vzorek 3	Vzorek 4
1	4	0	1	2
2	9	21	18	14
3	30	27	29	26
4	24	23	26	28
5	13	23	16	14
6	8	7	4	5
7	3	5	3	4
8	3	0	2	1
9	0	2	0	1
10	0	1	1	0

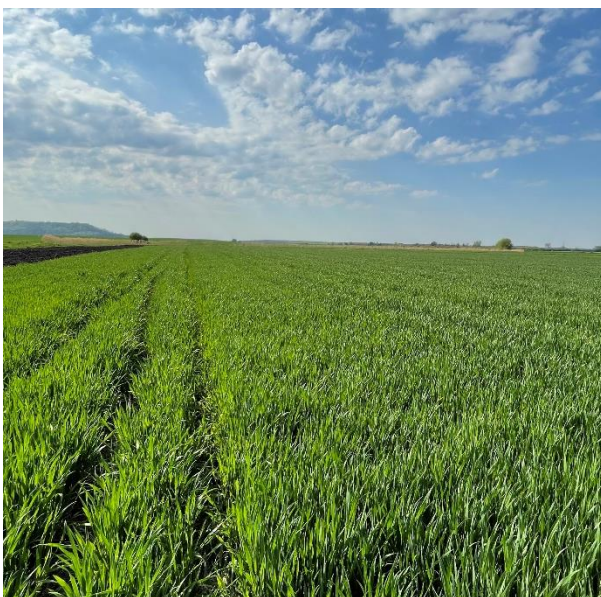
Tabulka č. 5

5.2 Zdravotní stav

Zdravotní stav byl sledován po celou dobu pokusu u obou variant. Sledováním zdravotního stavu lze předcházet rozšíření chorob a škůdců nad práh škodlivosti. Pro hodnocení zdravotního stavu rostlin byla použita stupnice 1-4. Kdy hodnota 1 znamená, že je porost téměř bez napadení patogeny. Naopak číslo 4, znamená silné zamoření porostu patogeny, což je situace, které chceme za každou cenu zabránit. V průběhu pokusu byl pravidelně sledován zdravotní stav rostlin a zaznamenáván do tabulky. Na začátku pokusu byly obě varianty ve velmi dobrém zdravotním stavu, s hodnotou 1. Avšak v průběhu metání a kvetení jsme si všimli, že se na obou variantách začalo v omezené míře objevovat padlí travní. Aby byl tento patogen eliminován, byl na faremní variantě aplikován fungicidní přípravek Hutton. Tato aplikace byla úspěšná a patogen byl z porostu eliminován. V experimentální variantě bylo použito listové hnojivo Sk-sol, které obsahuje síru tím pádem napomohlo zabránit dalšímu šíření této choroby. Co se týče škůdců, během celého pokusu jsme nezaznamenali žádný vážný výskyt. V níže vložených obrázcích můžeme pozorovat vitalitu porostu obou varianty ve fázi BBCH 37. Vlevo faremní, vpravo experimentální.

	Faremní	Experimentální
odnožování	1	1
sloupkování	1	1
metání, kvetení	2	2
zrání	1	2

Tabulka č. 6



Obrázek č. 3



Obrázek č. 4

5.3 Počet klasů

Sledování tohoto znaku bylo prováděno v průběhu kvetení. Pro sčítání klasů byla použita metoda, která spočívala v použití čtvrtmetrovky. Tento nástroj nám umožnil přesně měřit plochu, na které bylo prováděno sčítání. Čtvrtmetrovka byla náhodně položena do porostu jak faremní, tak experimentální varianty vždy čtyřikrát. Tímto způsobem jsme se snažili zajistit co největší objektivitu a přesnost našich měření. Po provedení sčítání bylo zjištěno, že celkový počet klasů na metr čtvereční ve faremní variantě byl 590 kusů. To je poměrně vysoké číslo, které svědčí o dobrém stavu porostu a úspěšném růstu rostlin. Nicméně, v experimentální variantě bylo napočítáno ještě o něco více klasů, a to celkem 621 kusů. V následující tabulce, je možné vidět, jak se celkový počet klasů lišil mezi jednotlivými variantami a vzorky. Díky tomu jsme mohli výsledky sčítání porovnat mezi sebou. Při porovnání obou variant nám vyplývá, že v experimentální variantě máme o 31 klasů na metr čtvereční více než ve faremní variantě.

	Faremní	Experimentální
Vzorek 1	123	164
Vzorek 2	178	127
Vzorek 3	155	185
Vzorek 4	134	145
Celkem na m²	590	621

Tabulka č. 7

5.4 Počet klásků

Počet klásků byl počítán před sklizní v plné zralosti. U každé varianty probíhalo sčítání na čtyřech náhodně vybraných místech oseté výměry pokusu vždy na deseti průměrných klasech. U faremní varianty bylo napočítáno průměrně 15 plodných klásků a 2 sterilní. U Experimentální varianty bylo napočítáno průměrně 18 plodných klásků a 1-2 sterilní. Z tohoto lze soudit že experimentální varianta bude díky vyššímu počtu klásků výnosnější.

5.5 Délka klasu a počet zrn v klasu

Abychom získali co nejpřesnější údaje, byl proveden odběr na čtyřech různých místech z každé varianty. Z každého místa bylo vybráno 10 průměrných klasů, které byly poté analyzovány. Ve faremní variantě byla naměřena průměrná délka klasů 75 mm. Na druhou stranu, u experimentální varianty, byla průměrná délka klasu naměřena 87 mm.

Co se týče počtu zrn v klasu, ve faremní variantě bylo spčítáno průměrný počet 41 zrn na klas. V experimentální variantě to bylo o něco více - 49 zrn na klas. Na níže vloženém obrázku můžeme porovnat délky klasů obou variant kdy klasy seřazené ve vrchní části obrázku jsou z experimentální varianty a klasy ve druhé řadě jsou z faremní varianty. Již pouhým okem je možné pozorovat rozdílnou délku klasů.



Obrázek č. 5

5.6 Polehnutí

Tento parametr byl sledován a byl vyhodnocen před sklizní. Pro hodnocení úrovně polehnutí byla použita stupnice od 1 do 4. Stupeň 1 značí situaci, kdy není na poli téměř žádné polehnutí a rostliny si vedou skvěle. Na druhém konci stupnice, stupeň 4, je vysoké procento polehnutých rostlin, což může mít negativní dopad na kvalitu zrna a provedení sklizně. Po pečlivém sledování a vyhodnocení obou variant bylo zjištěno, že v obou případech se polehnutí pohybovalo na stupni 1 až 2. To znamená, že jsme zaznamenali pouze mírné polehnutí rostlin na některých exponovaných místech. Jedním z takových exponovaných míst jsou například souvratě, kde dochází k překryvům při hnojení. V těchto oblastech jsme pozorovali, že rostliny mají mírně větší sklony k polehnutí, což je dáno specifickými podmínkami prostředí a způsobem hnojení. Ukázalo se, že obě řešení vedou k minimálnímu polehnutí a tím pádem k lepší sklizni. Důkazem toho jsou níže vložené obrázky. Kdy na levém obrázku se nachází experimentální varianta a na straně pravé se nachází varianta faremní.



Obrázek č. 6



Obrázek č. 7

5.7 Výnos a kvalita

Tento parametr byl sledován po sklizni a přinesl několik zajímavých zjištění. Každá varianta plodiny byla sklizena zvlášť, a to přímou sklizní pomocí sklízecí mlátičky New Holland CX 8080. Faremní varianta byla vypěstována s výnosem 6,8 tuny na hektar, což je slušný výsledek. Nicméně experimentální varianta vynikla svým výnosem 7,6 tuny na hektar, což je o 0,8 tuny na hektar více než u faremní technologie. Tento rozdíl ukazuje, že experimentální varianta může být pro farmáře atraktivnější volbou díky vyššímu výnosu. Dále pak byla hodnocena objemová hmotnost obou variant. U faremní technologie byla naměřena hodnota 77,9 kg/hl, kdežto u experimentální varianty byla hodnota objemové hmotnosti 78,6 kg/hl. To znamená, že u experimentální varianty byla hodnota vyšší o 0,7 kilogramů na hektolitr. Dalším kvalitativním znakem, který byl sledován, byl obsah N-látek. U faremní technologie byla naměřena hodnota 12 %, kdežto u experimentální varianty bylo naměřeno 12,6 %, což je o 0,6 % více. Posledním kvalitativním znakem byla sledována hmotnost tisíce zrn (HTZ). I v tomto hodnoceném parametru měla experimentální varianta na vrch a to 0,6 g. Z toho nám plyne, že experimentální varianta zvítězila ve všech těchto parametrech a může být považována za lepší volbu z hlediska kvality plodiny.

	Faremní	Experimentální
Výnos (t/ha)	6,8	7,6
Objemová hmotnost (kg/hl)	77,9	78,6
N-látky (%)	12	12,6
HTZ (g)	46,2	46,8

Tabulka č. 8

5.8 Ekonomika

Pokus, který byl proveden, se zaměřil nejen na vědecké a technické aspekty, ale také na hodnocení z ekonomického hlediska. Cílem bylo zjistit, jak efektivní jsou jednotlivé metody v porovnání s náklady, které jsou spojeny s jejich provozem. Základní vstupy, jako jsou podmítka, založení porostu a sklizeň, byly u obou variant stejné. Tyto vstupy jsou nezbytné pro fungování obou systémů a nelze je eliminovat či snížit. Proto je nazýváme fixní náklady, protože se nemění v závislosti na použité metodě. Nicméně, rozdíly mezi oběma variantami se objevují v cenách za hnojiva a přípravky na ochranu rostlin (POR). Tyto náklady se liší v závislosti na použité technologii a množství aplikovaných materiálů. Proto je nazýváme náklady variabilní, jelikož se mohou měnit v závislosti na konkrétním řešení. Abychom mohli tyto rozdíly lépe zhodnotit, byla připravena tabulka, ve které jsou uvedeny náklady za hnojiva a POR pro obě varianty. Tato tabulka nám umožňuje porovnat jednotlivé metody z hlediska ekonomické efektivity a zjistit, která z nich je výhodnější. Po sečtení těchto variabilních vstupů jsme došli k závěru, že faremní technologie je z tohoto hlediska úspornější o 3260 Kč/ha.

	Faremní		Experimentální	
	dávka	cena	dávka	cena
LAD 27 %	400 kg	6 160,00 Kč	450 kg	6 930,00 Kč
DAM 390			100 l	1 590,00 Kč
Retacel Extra	1,5 l	240,00 Kč		
Hutton	0,8 l	1 353,00 Kč		
Moddus			0,4 l	949,00 Kč
Kuprosol			2 l	154,00 Kč
Sk-sol			2 * 5 l	1 390,00 Kč
Tabulka č. 9	Celkem:	7 753,00 Kč/ha		11 013,00 Kč/ha

Vezmemeli však v potaz to že je experimentální varianta výnosnější o 0,8 t/ha pak z ekonomického hlediska tato varianta vítězí, což je možné vidět v tabulce níže. Kdy po odečtení variabilních nákladů je experimentální varianta pokusu výhodnější o 2500 Kč/ha.

	Faremní	Experimentální
Výnos	6,8 t/ha	7,6 t/ha
Výkupní cena (7200 Kč/t)	48 960,00 Kč	54 720,00 Kč
Variabilní náklady (hnojiva a POR)	7 753,00 Kč	11 013,00 Kč
Rozdíl	41 207,00 Kč	43 707,00 Kč

Tabulka č. 10

6 Diskuze

Pozitivní účinek regulátorů Moddus, které obsahují účinnou látku trinexapax-ethyl zodpovědnou za podporu rozvoje kořenového systému, zlepšení příjmu živin a celkové vitality rostliny, je naprosto zřejmý a je potvrzen také řadou výsledků z realizovaných pokusů. Pozitivní vliv mohutnějšího kořenového systému se pozitivně projeví na úpravě struktury porostu (počtu klasů, HTZ, počtu zrn v klasu) (Profipress 2023).

Tuto teorii lze podle našeho pokusu potvrdit v experimentálním pokusu byl použit stejný regulátor růstu a výsledky jsou oproti variantě s regulárem růstu typu CCC. Tyto byly přehledně zpracovány do tabulky číslo 7, která názorně ukazuje rozdíly mezi oběma variantami. Díky tomuto experimentu jsme tedy potvrdili, že použití daného typu růstového regulátoru může skutečně vést k lepším výsledkům v produkci rostlin.

Fungicidní ochrana porostů ozimé pšenice je nedílnou součástí pěstitelské technologie. Jejím cílem je eliminovat výskyt chorob, které mohou výrazným způsobem ovlivnit nejen výnos, ale i kvalitu produkce (fuzariózy klasů spojené s produkcí jedovatých toxinů). Pokud není provedeno cílené fungicidní ošetření, mohou houbové choroby snížit výnos v podmínkách vysokého infekčního tlaku o 30 i více % (případy rzi žluté plevové v roce 2015). V průměru však představují škody na výnosu v úrovni 10–20 %. Výskyt houbových chorob je do značné míry ovlivněn průběhem počasí, tedy ročníkem. V podmínkách vysokého infekčního tlaku chorob je fungicidní ochrana nezbytná, často nestačí dvě aplikace, a rentabilita cíleného fungicidního ošetření je velmi vysoká a může dosahovat i několika tisíc Kč/ha (Bezdíčková 2019).

Tuto teorii nelze jednoznačně našim pokusem potvrdit nebo vyvrátit, ale lze konstatovat, že navzdory tomu, že byla v experimentální variantě nahrazena klasická fungicidní ochrana použitím listových hnojiv s obsahem síry (Sk-sol) a s obsahem mědi (Kuprosol). Porost byl v dobré zdravotní kondici a až na drobný výskyt padlí travního, které bylo ovšem aplikací přípravku Sk-sol jeho další šíření překazeno. Využití listových hnojiv jako prevenci houbových chorob beru jak ekonomicky zajímavou alternativu klasického použití fungicidního přípravku.

7 Závěr

Na základě poloprovozního pokusu s cílem zjistit efektivitu a výnosnost a kvality experimentální pěstební technologie oproti tradiční faremní technologii. Tento pokus probíhal na poli u Sovenic. V rámci tohoto pokusu byla pozornost věnována nejenom celkovému výnosu plodin, ale také kvalitě zrna, která je klíčovým faktorem pro konečné zhodnocení úspěšnosti jednotlivých pěstebních metod. Kromě toho byly sledovány i ekonomické aspekty obou variant, jako jsou náklady na hnojiva přípravky na ochranu rostlin a další vstupy nutné pro provedení těchto technologií. Po důkladném vyhodnocení všech získaných dat lze konstatovat, že experimentální varianta pěstební technologie předčila faremní technologii ve více ohledech. Nejenže byl celkový výnos plodin vyšší, ale také kvalita zrna byla lepší u experimentální varianty. To znamená, že plodiny pěstované touto metodou mají potenciál dosáhnout vyšší ceny na trhu a přinést tak větší zisk svým pěstitelům. Co se týče ekonomických aspektů, je třeba zmínit, že experimentální varianta sice vyžadovala vyšší peněžní vstupy za hnojiva, avšak tato peněžní ztráta byla kompenzována vyšším výnosem. Díky tomu bylo možné dosáhnout vyššího peněžního zhodnocení oproti faremní technologii. Vzhledem k těmto výsledkům lze konstatovat, že experimentální varianta pěstební technologie má potenciál stát se preferovanou metodou pro pěstitelů, kteří hledají způsoby, jak zvýšit své výnosy a zlepšit kvalitu svých plodin. Nicméně je důležité mít na paměti, že tento pokus byl proveden pouze na jednom poli u Sovenic a další testování v různých podmínkách a lokalitách by mohlo přinést ještě přesvědčivější důkazy o úspěšnosti této experimentální pěstební technologii.

8 Literatura

- Abrham Z, Vach M, Hlisnikovský L. 2019. Vliv aplikace hnojiv na výnosy, jakost a ekonomiku pšenice ozimé 3: 1-6.
- Bezděk V, Pešík J, Vlach M. 1970. Odrůdová agrotechnika a hnojení pšenice. Československá akademie zemědělská, Praha.
- Buléon A, Colonna P, Planchot V, Ball S. 1998. Starch granules: structure and biosynthesis. *International Journal of Biological Macromolecules*, **23**: 85-112.
- Cakmak I, Pfeiffer WH, McClafferty B. 2010. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chemistry*, **87**: 10-20.
- Cassman KG, Dobermann A. 2002. Plant nutrient management for enhanced productivity in intensive grain production systems of the United States and Asia. *Plant and Soil*, **247**: 153-175.
- Curtis T, Halford NG, Shewry PR. 2002. Food uses of wheat grain. In *Bread Wheat*. Springer, Berlin.
- Draslovka. 2023. Chlormekvát. Draslovka. Available from <https://www.draslovka.cz/cs/produkt/23/Chlormekvát> (accessed April 2023).
- Duchoň F. 1948. Velká encyklopedie zemědělská. Československá akademie zemědělská, Praha.
- Evers JB., Millar AH. 2002. Cereal crop growth and development. *Cereal science and technology*. CRC Press, New York.
- Faměra O. 1993. Základy pěstování ozimé pšenice. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva České republiky, Praha.
- FAO. 2020. FAOSTAT: Crops. Available from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed April 2023).
- Farooq M, Bramley H, Palta JA, Siddique KHM. 2011. Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases. *Critical Reviews in Plant Sciences*, **30**: 491-507.
- Feldman M, Levy AA. 2005. Allopolyploidy a shaping force in the evolution of wheat genomes. *Cytogenetic and genome research*, **109**: 250-258.
- Fernández V, Eichert T. 2009. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Sciences*, **28**: 36-68.

Foltýn J. 1970. Pšenice. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Foulkes MJ, Slafer GA, Davies WJ, Berry PM, Sylvester-Bradley R, Martre P, Reynolds MP. 2011. Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance. *Journal of Experimental Botany*, **62**: 469-486.

Geisler G. 1988. Pflanzenbau. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

Grant CA, Flaten DN, Tomasiewicz DJ, Sheppard SC. 2012. The importance of early season phosphorus nutrition. *Canadian Journal of Plant Science*, **92**: 681-696.

Gruber, N, Galloway JN. 2008. An Earth-system perspective of the global nitrogen cycle. *Nature*, **451**: 293-296.

Havlin JL, Beaton JD, Tisdale SL, Nelson WL. 2005. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Pearson Prentice Hall.

Heun M, Schäfer-Pregl R, Klawan D, Castagna R, Accerbi M, Borghi B, Salamini F. 1997. Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science*, **278**: 1312-1314.

Kudsk P, Mathiassen SK. 2004. Joint action of amino acid biosynthesis-inhibiting herbicides. *Weed Research* **44** 313-322.

Lloveras J, Manent J, Viudas J, López A, Santiveri P. 2004. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a Mediterranean climate. *Agronomy Journal*, **96**: 1258-1265.

Lobell DB, Schlenker W, Costa-Roberts J. 2011. Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, **333**: 616-620.

Lopes MS, Reynolds MP. 2010. Drought adaptive traits and wide adaptation in elite lines derived from resynthesized hexaploid wheat. *Crop Science*, **50**: 882-890.

Lovochemie. 2022. Aplikáční listy 2022. Lovochemie, Lovosice.

Manske GG, Vlek PL. 2002. Root architecture wheat as a model plant. In *Plant roots: The hidden half*. CRC Press New York.

Marschner H. 2011. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London.

Miralles DJ, Katz SD, Colloca A. 2001. Ontogenic changes of abscisic acid level and its relationship with grain filling rate in field-grown wheat under different soil water availability regimes. *Journal of Plant Growth Regulation* **20**: 298-306.

Nesbitt M, Samuel D. 1996. From staple crop to extinction?. International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

Přítu SD, Medusa E. 2017. The study of some qualities and yield of some winter wheat varieties used in the breeding process. Research Journal of Agricultural Science **49**: 249-253.

Profipress. 2023. Snadná, účinná, flexibilní, a především bezpečná regulace porostů. Available from <https://uroda.cz/snadna-ucinna-flexibilni-a-predevsim-bezpecna-regulace-porostu> (accessed April 2023).

Procházka I. 1995. Pěstování rostlin II. FEZ, Třebíč.

Prugar J. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha.

Rasmussen K, Askegaard M, Olesen JE. 2011. Effects of cropping system and rates of nitrogen in organic and conventional cropping systems on crop yield, nitrate leaching and carbon balance in a humid cool-temperate climate. European Journal of Agronomy, **34**, 299-308.

Reynolds M, Foulkes J, Furbank R, Griffiths S, King J, Murchie E, Slafer, G. 2009. Achieving yield gains in wheat. Plant Cell and Environment, **32**: 1439-1463.

Satorre EH, Slafer GA. 1999. Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination. Food production press, New York.

Schlesinger WH. Bernhardt ES. 2013. Biogeochemistry: an analysis of global change. Elsevier, Amsterdam.

Sharma SD, Prasad R. 2011. Foliar spray of nutrients in crops: a review. Indian Journal of Agronomy, **56**: 83-94.F

Shewry PR. 2009. Wheat. Journal of Experimental Botany **6**: 1537-1553.

Shewry PR, Hey SJ, Gibson TM. 2012. The contribution of wheat to human diet and health. Food and Energy Security, **4**: 178-202.

Shewry PR, Hey SJ. 2015. The contribution of wheat to human diet and health. Food and energy security, **4**: 178-202.

Syngenta. 2023. Obilniny. Plodinový katalog: 76-77.

Taiz L, Zeiger E, Møller IM, Murphy A. 2015. Plant Physiology. Sinauer Associates, Sunderland.

Tester M, Karkkainen J, Snape J. 2004. The effects of growth temperature on starch synthesis in developing wheat endosperm. *Journal of Cereal Science*, **39**: 9-16.

Tilman D, Cassman KG, Matson PA, Naylor R, Polasky S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, **418**: 671-677.

Vaněk V, Balík J, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi Press, Praha.

Vitousek PM, Menge DN, Reed S C, Cleveland C C 2013. Biological nitrogen rates, patterns and ecological controls in terrestrial ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, **368**: 1621.

Wieser H. 2007. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, **24**: 115-119.

Yutong H, Mingde H, Xiaorong W, Chen X, Zhao J. 2016. Contribution of fertilisation, precipitation, and variety to grain yield in winter wheat on the semiarid Loess Plateau of China. *Acta Agriculturae Scandinavica, Soil & Plant Science* **5**: 406-416.

Zhao FJ, Su YH, Dunham SJ, Rakszegi M, Bedo Z, McGrath SP, Shewry PR. 2009. Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. *Journal of Cereal Science*, **49**: 290-295.

Zohary D, Hopf M, Weiss E. 2012. *Domestication of plants in the Old World: the origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*. Oxford University Press on Demand.

Zumft WG. 1997. Cell biology and molecular basis of denitrification. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, **61**: 533-616.

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Srážky a teploty

Tabulka č. 2 – Technologie pěstování – experimentální varianta

Tabulka č. 3 – Technologie pěstování – faremní varianta

Tabulka č. 4 – Počet odnoží faremní varianta

Tabulka č. 5 – Počet odnoží experimentální varianta

Tabulka č. 6 – Porovnání zdravotního stavu

Tabulka č. 7 – Počet klasů – porovnání variant

Tabulka č. 8 – Kvalitativní parametry zrna

Tabulka č. 9 – Náklady na hnojení a ochranu rostlin

Tabulka č. 10 - Ekonomické porovnání variant

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Zjišťování počtu rostlin a počtu odnoží – faremní varianta

Obrázek č. 2 - Zjišťování počtu rostlin a počtu odnoží – experimentální varianta

Obrázek č. 3 – Porovnání zdravotního stavu mezi variantami – faremní varianta

Obrázek č. 4 - Porovnání zdravotního stavu mezi variantami – experimentální varianta

Obrázek č. 5 – Porovnání délky klasů

Obrázek č. 6 – Stupeň polehnutí – experimentální varianta

Obrázek č. 7 – Stupeň polehnutí – faremní varianta