

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Vliv aplikace listových hnojiv na výnos a kvalitu ozimé
pšenice**

Bakalářská práce

Autor práce: Petr Bareš

Rostlinná produkce

Vedoucí práce: Ing. Jan Křováček, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Vliv aplikace listových hnojiv na výnos a kvalitu ozimé pšenice“ jsem vypracoval 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 _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Janu Křováčkovi, Ph.D. za jeho rady a pomoc při psaní mé bakalářské práce. Děkuji svému otci Petru Barešovi za pomoc při realizaci polního pokusu. Děkuji firmě Allium agro s.r.o za obstarání potřebných přípravků na ochranu rostlin. Dále děkuji svým spolužákům za příjemně strávené chvíle během celého dosavadního studia. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při dosavadním studiu.

Vliv aplikace listových hnojiv na výnos a kvalitu ozimé pšenice

Souhrn

Bakalářská práce se zabývá vlivem aplikace různých druhů listových hnojiv na výnos a kvalitu pšenice ozimé. Na naší rodinné farmě v Chabeřicích, která se nachází na Kutnohorsku, jsme založili v roce 2019 poloprovozní pokus s pšenicí ozimou. Pozemek leží v bramborářské výrobní oblasti. Pro pokus byla zvolena odrůda Fakír, která spadá do potravinářské jakosti skupiny A. Při pokusu byly použity roztoky hnojiv jako je močovina, Amofos 12-52, Fertigreen kombi 7-7-5, Lovofos, Lovohumine N, Borosan humine a hnojiva od firmy Campofort obsahující síru, zinek a měď.

Celkem se jednalo o 3 pokusné varianty – kontrolní varianta, pokusná a námi používaná agrotechnika. Výsledkem je porovnání jednotlivých variant z hlediska výnosotvorných prvků před sklizní, skutečného výnosu po sklizni a jakosti zrna. Pro stanovení teoretického výnosu jsem sledoval hmotnost tisíce zrn, počet klasů na m^2 a počet zrn v klase. Skutečný výnos byl stanoven ve sklizni pomocí nákladní váhy.

Vyhodnocení výsledků nevyšlo dle očekávání a nepřineslo významné statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami. Výsledky nárůst výnosu nebo zlepšení potravinářské kvality vlivem listových hnojiv nezaznamenaly. Dále se ukázalo, že hnojení listovými hnojivy by mohlo mít vztah se zvyšováním počtu klasů na m^2 .

Dle sklizeného množství vyšla nejlépe varianta s naší běžnou agrotechnikou, avšak ekonomicky ji předčila varianta kontrolní, potravinářské kvality dosáhly všechny 3 varianty.

Lze tedy konstatovat, že aplikace listových hnojiv je v ročnicích bohatých na atmosferické srážky ekonomicky nerentabilní a je vhodnější pouze doplňovat živiny, které jsou v nedostatku dle chemických analýz rostlin nebo podle příznaků jejich vizuálního nedostatku. Průběh počasí v hospodářském roce 2019/2020 byl bohatý na atmosferické srážky, které daly možnost správné funkci kořenové soustavy a tím i příjmu potřebných živin z půdy. Díky tomu se nejspíše listová hnojiva nemohla výrazně projevit na výsledném výnosu. Ročník a vybraná odrůda má dle výsledků pokusu významnější vliv na výnos pšenice než aplikace listových hnojiv.

Klíčová slova: pšenice, výnos, kvalita, listová hnojiva

The influence of foliar fertilizers on yield and quality of winter wheat

Summary

The bachelor thesis deals with the influence of the application of different types of foliar fertilizers on the yield and quality of winter wheat. On our family farm in Chabeřice, which is located in the Kutná Hora region, we established an experiment with winter wheat in 2019. The land is located in the potato production area. Fakír variety of winter wheat was chosen for the experiment, which belongs to the quality group A. Fertilizer solutions such as urea, Amofos 12-52, Fertigreen kombi 7-7-5, Lovofos, Lovohumine N, Borosan humine and fertilizers from Campofort containing sulfur, zinc and copper were used in the experiment.

In total, there were 3 experimental variants, a control variant, experimental and agrotechnics used by us. The result is a comparison of individual variants in terms of yield-generating elements before harvest, actual yield after harvest and grain quality. To determine the theoretical yield, I monitored the weight of a thousand grains, the number of spikes per m² and the number of grains in the class. The actual yield was determined at harvest using a freight weight.

The evaluation of the results did not work out as expected and did not bring significant statistical differences between the individual variants. The results did not show an increase in yield or improvement in food quality due to foliar fertilizers. Furthermore, it turned out that foliar fertilization could be related to increasing the number of spikes per m².

According to the harvested quantity, the variant with our common agricultural technology came out best, but it was economically surpassed by the control variant, all 3 variants reached food quality.

Thus, it can be stated that the application of foliar fertilizers is economically unprofitable in years rich in atmospheric precipitation and it is more appropriate only to supplement plant nutrients, which are deficient according to chemical analyzes or according to symptoms of plants visual deficiency. The course of the weather in the 2019/2020 marketing year was rich in atmospheric precipitation, which gave the possibility of the correct function of the root system and thus the intake of the necessary nutrients from the soil. Due to this, foliar fertilizers could not have a significant effect on the final yield. According to the results of the experiment, the year and the selected variety have a more significant effect on wheat yield than the application of foliar fertilizers.

Keywords: wheat, yield, quality, foliar fertilizers

1 Obsah

2 Úvod	11
3 Cíl práce	12
4 Literární rešerše	13
4.1 Pšenice ozimá	13
4.1.1 Botanická systematika	13
4.1.2 Význam pěstování	13
4.1.3 Pěstební plochy v České republice	14
4.2 Výnosotvorné prvky	14
4.3 Hodnocení jakosti	15
4.3.1 Metody kontroly jakosti.....	15
4.4 Agrotechnika	16
4.4.1 Zařazení do osevního postupu	16
4.4.2 Zpracování půdy	17
4.4.3 Setí.....	18
4.5 Foliární aplikace	18
4.5.1 Mechanismus vstupu živin do rostliny	19
4.6 Dusík	20
4.6.1 Dusík v rostlině.....	20
4.6.2 Projev nedostatku dusíku	21
4.7 Fosfor	21
4.7.1 Fosfor v rostlině.....	22
4.7.2 Projev nedostatku fosforu	22
4.8 Síra	23
4.8.1 Síra v rostlině.....	23
4.8.2 Projevy nedostatku síry.....	23
4.9 Bór	23
4.9.1 Význam bóru v rostlině	24
4.9.2 Projevy nedostatku bóru	24
4.10 Měď	24
4.10.1 Význam mědi v rostlinách	25
4.10.2 Projevy nedostatku mědi.....	25
4.11 Zinek	25
4.11.1 Význam zinku v rostlinách	26
4.11.2 Projevy nedostatku zinku.....	26

5 Metodika	27
5.1 Charakteristické údaje o pokusné lokalitě	27
5.1.1 Charakteristika honu	28
5.1.2 Meteorologické údaje lokality	28
5.2 Agrotechnika	30
5.2.1 Osevní postup	30
5.2.2 Zpracování půdy	30
5.2.3 Hnojení.....	31
5.2.4 Přípravky na ochranu rostlin.....	31
5.3 Varianty pokusu	32
6 Výsledky	33
6.1.1 Teoretický hospodářský výnos	33
6.1.2 Výnosotvorné prvky	34
6.1.3 Výpočet teoretického hospodářského výnosu.....	36
6.1.4 Skutečný výnos zrna	37
6.1.5 Porovnání rozdílů výnosů	39
6.2 Ekonomické zhodnocení pokusu	40
7 Diskuse	43
8 Závěr	45
9 Literatura	46
10 Přílohy	51

2 Úvod

Pšenici lze považovat za nejstarší obilninu, která se rozšířila na většinu severní i jižní polokoule hlavně z oblasti přední Asie, případně severní Afriky. Přestože nejstarší nálezy pšenice pocházejí z období kolem 15 000 let př. n. l., archeologické nálezy zvláště na Předním východě ukazují na období 8–9 tisíc let př. n. l. (Džarmo v tzv. Iráku a Catal Hüyüte v Anadolii v Turecku), kdy je z archeologických nálezů známo pěstování již dvou druhů pšenice, dále ječmene, hrachu, čočky a vikve. Obdobné nálezy jsou z této doby i z jihoiránského pohoří Zagros. Z těchto oblastí to nejsou jen ojedinělé nálezy, ale nálezy systematického pěstování. Nejstarší doklady o pšenici seté (*Triticum aestivum*) jsou právě z této oblasti kolem 6000 let př. n. l. (Diviš et al. 2010).

V ČR v osevu obilnin pšenice v současnosti představuje okolo 38 %, podíl osevu na orné půdě je 30 % s celkovou výměrou okolo 800 tisíc hektarů. Rozsahem osevních ploch tak ozimá pšenice významně ovlivňuje ekonomiku většiny zemědělských podniků (Zimolka 2005).

Pšenice setá patří bezesporu mezi nejnáročnější obilniny tzv. 1. skupiny obilnin. To je dáno na jedné straně její výnosovou schopností (výnosovým potenciálem), která je z 1. skupiny nejvyšší. Na druhé straně je nezbytné, aby byly zajištěny všechny hlavní agroekologické faktory, má-li být tento požadavek splněn. K tomu přistupuje i požadavek dosažení potřebné kvality (potravinářské, krmné, technologické) (Diviš et al. 2010).

Díky vysokému zastoupení v osevech na orné půdě jsem si pro svou bakalářskou práci vybral právě pšenici ozimou, která má u nás nenahraditelné zastoupení v osevních postupech. Z důvodu klimatických změn, které se projevují nárazovými srážkami mezi dlouhotrvajícími obdobími sucha, považuji listovou aplikaci hnojiv za důležitý faktor při překonávání těchto stresujících faktorů pro rostliny a dosažení požadované výše výnosu, a tím i dobré ekonomiky podniku. I proto byla listová aplikace hnojiv volbou do zpracování mé bakalářské práce.

3 Cíl práce

Cílem práce je ověřit vliv aplikace listové výživy na výnos a jakost ozimé pšenice. Sledovány a hodnoceny budou také výnosotvorné prvky (K, Z, HTS) pro možnost kalkulace teoretického hospodářského výnosu ozimé pšenice. Výstupem by měla být sumarizace poznatků ke zvolené problematice a na základě kombinace těchto poznatků se svými zkušenostmi z praxe (ze zemědělského podniku) a s výsledky poloprovozního pokusu pak i doporučení pro využití pro zemědělskou prvovýrobu.

- Hypotéza 1: Aplikací listových hnojiv lze pozitivně ovlivnit výnos, jakost i výnosotvorné prvky u ozimé pšenice.
- Hypotéza 2: Využití listových hnojiv v agrotechnice ozimé pšenice přináší zvýšení zisku a zlepšení rentability pěstování ozimé pšenice.
- Hypotéza 3: Použití či nevyužití listových hnojiv rozhoduje o zařazení produkce do kategorie potravinářské nebo krmné pšenice.

4 Literární rešerše

4.1 Pšenice ozimá

4.1.1 Botanická systematika

Rod pšenice (*Triticum* L.) řadíme do čeledi lipnicovitých (Poaceae) a zahrnuje několik druhů (Petr & Húska 1997). Skládá se zejména z druhů planých a kulturních, z nichž se ve světě nejvíce pěstuje pšenice obecná (*Triticum aestivum* L.). V sušších a teplejších oblastech světa se pěstuje pšenice tvrdá (*Triticum durum* Desf.) (Dudík 1966).

Rod *Triticum* se člení podle počtu chromozomů na druhy:

1. $2n = 14$
2. $2n = 28$
3. $2n = 42$ (Pazderů 2018)

Nejpěstovanější pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) patří do skupiny pšenic hexaploidních ($2n = 42$). Pěstuje se ozimá i jarní forma, má nelámavý klas, osinatý nebo bezosinný, různě hustý. Plevy i pluchy jsou vejčité nebo podlouhle vejčité se zřetelným kýlem. Obilky jsou nahé, buclatější, na řezu oblé, s mírně vystouplým klíčkem, na protilehlé straně ochmýřené (Zimolka 2005).

4.1.2 Význam pěstování

Pšenice ozimá nabývá výjimečné postavení v České republice, vyplývá to především z jejího zastoupení ve spektru obilnin i plodin pěstovaných na orné půdě, kde zaujímá první místo. Ve větší části osevů dominují odrůdy s jakostí A a E s cílem dosáhnout odpovídající potravinářské kvality, což znamená i vyšší výkupní ceny (Zimolka 2005). Je řazena mezi tzv. tržní plodiny, které pozitivně ovlivňují ekonomiku většiny zemědělských subjektů (Křen 2001).

Hlavním směrem pěstování pšenice je produkce zrna, kterou můžeme rozdělit na další účely:

1. Pro pečivářenské účely – K pečivářským účelům je spotřebováno asi 9,5 % z celkového množství zpracované pšenice.
2. Pro produkci škrobu – Škrob je označován za jednu ze strategických surovin budoucnosti. Jeho spotřeba každoročně narůstá jak v potravinářském využití, tak i mimo něj.
3. Pro krmné účely – V letech 1995–1999 činil podíl zkrmovaného obilí 63,3 % z celkové domácí spotřeby, z celkové produkce pšenice se zkrmuje 40 % (Petr 2001).

Její produkce má klíčový význam pro utváření optimálních proporcí mezi rostlinnou a živočišnou výrobou a zásobováním obyvatelstva potravinami (Křen et al. 1998).

4.1.3 Pěstební plochy v České republice

Česká republika je charakteristická značnou pestrostí terénních podmínek, ale také podmínek klimatických a půdních. Na území ČR se vyskytují jak nížinné, tak horské oblasti. Rovněž zastoupení půd, a to jak z hlediska druhového, tak typového, je velmi pestré (Křen et al. 2015).

Pšenice ozimá se v České republice pěstuje ve všech výrobních podmínkách. Ty však značně ovlivňují dosahované výnosy a kvalitu produkce (Křen et al. 1998). Z dlouhodobých výnosových výsledků pokusů vyplývá, že stanoviště a průběh ročníku má až čtvrtinový podíl na výsledné výši hospodářského výnosu (Zimolka 2005). Příznivé míry rentability pěstování je dosahováno především ve stanovištních podmínkách řepařské, kukuřičné, částečně také obilnářské výrobní oblasti, i když určitá část produkce potravinářské pšenice pocházela zvláště v minulých letech i z bramborářské výrobní oblasti a její pěstování bylo vesměs rentabilní (Křen 2001).

V posledních ročnících lze zpozorovat zřejmou stagnaci ve využití výnosového potenciálu klíčových odrůd pšenice. Na to mají nesporný vliv zhoršené klimatické podmínky a snížená úroveň intenzifikace pěstování ve srovnání s vyspělými zeměmi Evropské unie. To vyplývá z nedostatku prostředků na finanční zabezpečení vstupních nákladů (Zimolka 2005). Poslední ročníky se osevní plochy pohybují mezi 750 – 800 tisíci ha a průměrné výnosy kolem $4,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. V závislosti na již zmiňovaných půdně-klimatických podmínkách našeho státu a intenzitě hospodaření se výnosy v praxi pohybují v rozpětí $3 - 8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Křen et al. 1998). V roce 2020 bylo v ČR oseto 774 tisíc ha pšenice ozimé, oproti roku 2019, kdy bylo oseto 814 tisíc ha, to tedy znamená pokles o zhruba 40 tisíc ha (Český statistický úřad 2020).

4.2 Výnosotvorné prvky

Nejdůležitější vlastností pro zelené rostliny je schopnost vytvářet organické látky pomocí fotosyntézy, kdy se při využití energie slunečního záření vytváří veškerá organická hmota (biomasa) rostlin. Fotosyntézou rostliny asimilují z dopadajícího slunečního záření energii, pomocí které vyrábí z CO_2 a H_2O za přítomnosti minerálních látek organické sloučeniny vlastního těla.

Pro získání maximálních výnosů je důležité, aby se na organickou hmotu porostu proměnila co největší část celkové využitelné energie slunečního záření, které na tuto plochu dopadne. Sluneční záření je neovlivnitelné, proto se snažíme hledat prostředky, jak šlechtěním a agrotechnikou (hnojením, ochranou, zavlažováním, organizací porostu) zajistit podmínky pro vyhovující činnost fotosyntetizujícího aparátu rostlin. Opravdové využití energie ze slunečního záření v rostlinné výrobě je relativně na nízké úrovni (1–2 %). První podmínkou pro maximální využití slunečního záření je velikost asimilačního aparátu rostlin (listů, řapíků, listových pochev obilnin, stébel či stonků), zelených částí, kde fotosyntéza probíhá (Pulkrábek et al. 2003).

Výnosové parametry a chemické složení zrna byly významně ovlivněny půdně-klimatickými podmínkami a druhy pšenice (Hlisnikovsky et al. 2019). O dosaženém výnosu rozhoduje počet vytvořených zrn na jednotku plochy a váha 1000 semen v gramech. O počtu vytvořených zrn na jednotku plochy rozhoduje počet klasů na jednotku plochy a počet zrn v klasu (Dudík 1966).

Na jedné rostlině obilnin se může vytvářet jedno nebo více květenství (klasů). Různý počet zrn v klasech jak mezi rostlinami, tak i na jedné rostlině, spolu s různou hmotností jednotlivých obilek, je příčinou reakce rostlin na vnější prostředí. Výnos obilnin se vytváří dlouhou dobu, téměř po celou dobu vegetace (Pulkrábek et al. 2003). Největší vliv na dosažení vysokého výnosu má optimální počet klasů na jednotku plochy. Může se ho dosáhnout počtem méně odnožených rostlin nebo nižšími počty silně odnožených rostlin. Vyšší počet méně odnožených rostlin, tj. vyšší podíl hlavních stébel rostliny, je při vyšší intenzitě pěstování výhodnější. Hlavní stéblo je proti vedlejším odolnější proti poléhání, hlavní klas má větší počet zrn při jejich vyšší váze (Dudík 1966).

Výnos hospodářsky významného produktu plodiny je možné matematicky vyjádřit jako podíl úrovně jednotlivých výnosotvorných prvků plodiny na vhodné jednotky (t/ha). Odhad úrody dává teoretickou informaci o předpokládané sklizni.

$$\text{Obilniny: výnos (v latě)} = \frac{K \times Z \times A}{10^5}$$

K – počet klasů (lat) na 1 m²
 Z – průměrný počet zrn v klasu
 A – hmotnost 1000 zrn (g)

Během sklizně se nám prakticky nepodaří sklidit celý hospodářský výnos, neboť sklizeň beze ztrát je technicky i technologicky neproveditelná. Rozdíl mezi hospodářským výnosem a hektarovým výnosem představují sklizňové ztráty, které zůstávají na povrchu půdy nebo v půdě (Pulkrábek et al. 2003).

4.3 Hodnocení jakosti

Kvalitní pšeničná surovina, určená pro zpracování ve mlýnech, je dána odrůdovou skladbou potravinářských pekárenských pšeníc. Odrůdy jsou zařazeny do kategorií pekařské jakosti – třída elitní (E), kvalitní (A), chlebová (B) a pšenice nevhodné (C). Při tvorbě technologické jakosti zrna odrůd pekárenské pšenice sehrává významnou roli vliv zvolené odrůdy.

Do roku 1997 byly pšenice děleny pouze do dvou skupin:

- pšenice potravinářská, především pro výrobu kynutého těsta
- pšenice krmná, kam se zařazovaly všechny odrůdy, které nesplňovaly kritéria pro pšenici potravinářskou, i přesto, že nesplňovaly ani kritéria krmné pšenice

Z toho důvodu ÚKZÚZ navrhnul dělení do kategorií podle způsobu jejich dalšího využití:

- pšenice pro pekárenské využití
- pšenice pečivářské – pro výrobu sušenek a oplatků
- pšenice pro speciální použití – pro výrobu lihu a škrobu
- pšenice pro výrobu těstovin
- krmné pšenice (Zimolka 2005)

4.3.1 Metody kontroly jakosti

Objem pečiva je z hodnocených znaků nejdůležitější. Pro stanovení se používá metoda Rapid mix test (RMT). Je to objem pečiva po upečení vyjádřený v cm³ podle standardní metodiky a z určitého množství mouky (Petr 2001). Pro stanovení kvality pšenice byla vyvinuta experimentální 80 g varianta (mini-RMT) standardního testu 1050 g Rapid Mix (RMT).

Výsledky pokusu ukázaly silnou korelaci mezi hodnotami RMT a mini-RMT, proto byla sestavena regresní rovnice umožňující použití mini-RMT v laboratořích pěstitelů pšenice. Výsledky však mají omezenou důvěryhodnost (Horčíčka & Sedláček 2011).

Obsah bílkovin se stanovuje klasickými metodami (Kjeldahl) nebo na různých přístrojích s kalibrací pro stanovení bílkovin. Výsledky pokusů ukázaly, že posuzované hodnoty se zvyšujícím se obsahem hrubého proteinu obsah proteinů úměrně nezvyšují. Zastoupení jednotlivých proteinových frakcí s různou stravitelností se mění na základě celkově obsaženého dusíku (Chrenková et al. 2000). Stoupající obsah hrubého proteinu pozitivně působí na chování pečiva při pečení (Zimolka 2005).

Sedimentační test vyjadřuje množství i kvalitu bílkovinného komplexu. Nahrazuje dřívější metodu, a to sice stanovení obsahu mokrého lepku, bobtnavosti a tažnosti lepku. Nyní se používá Zelenyho metoda, kdy je za přesných podmínek připravena suspenze mouky s vodou a za přidání kyseliny mléčné suspenze sedimentuje. Po určité době se odečte objem sedimentu (Petr 2001).

Číslo poklesu poukazuje na míru poškození zásobních látek endospermu enzymem α -amylázou, tzv. vnitřní porostlost zrna. Zrno s nízkou hodnotou není vhodné pro potravinářské využití (Pulkrábek et al. 2003). Aktivita enzymu je zachována v zrně při pozdějších fázích zralosti až do plné zralosti a sklizně, což má za následek nízké číslo poklesu a nesplnění standardů pro příjem a specifikaci potravinářské pšenice (Mares & Mrva 2008).

Objemová hmotnost je jedním z jakostních znaků obilovin a je významným parametrem při jejich technologickém zpracování i obchodování. Jedná se o poměr hmotnosti obilovin k objemu, který zaujímají obiloviny po nasypání do odměrné nádoby za přesně stanovených podmínek (Zbiral 2019). Je to hrubý ukazatel výtěžnosti mouky při mlýnském zpracování. Uvádí se v jednotce gram.litr^{-1} (Hubík & Mareček 2002).

Vaznost mouky závisí ve větší míře na množství a kvalitě bílkovin. V menší míře se na vaznosti podílejí další složky mouky (pentozany a poškozený škrob) (Kovaříková & Netolická 2011). Vaznost mouky ovlivňuje výtěžnost a stabilitu těsta. Patří mezi důležitá kritéria z pohledu pekařů (Zimolka 2005).

4.4 Agrotechnika

4.4.1 Zařazení do osevního postupu

Pšenice ozimá je nejnáročnější na předplodinu z celého spektra obilnin, protože právě předplodina mění půdní vlastnosti významně jak pro růst rostlin, tak i pro vytváření výnosu i jeho kvality. Nejlepšími předplodinami pro pšenici jsou jeteloviny, luskoviny, olejoviny, okopaniny a zeleniny (Zimolka 2005).

Pšenice po dobré předplodině poskytuje až o 30 % vyšší výnos než pšenice zařazená po obilnině. Velmi vhodné jsou plodiny hlouběji zakořeňující a zastíňující půdu (Dudík 1966). Dle dvouletého polního pokusu v letech 2014/2015, 2015/2016 bylo opakovaně zjištěno, že pšenice dosáhla při rozboru zrna lepší potravinářské kvality díky zařazení pšenice po zlepšující plodině, konkrétně po polních fazolích. Díky tomu se zvýšil obsah bílkovin, lepku i index Zeleny (Konavko & Ruza 2017).

4.4.2 Zpracování půdy

Požaduje-li zemědělec po rostlinách vysokou výkonnost, je zapotřebí jim k tomu vytvořit vhodné základní předpoklady, tj. i zpracováním kvalitně upravenou půdu. Zpracování půdy jsou úkony upravující ornici a část podorniční vrstvy do vhodné struktury provedené do doby vzcházení pěstovaných rostlin. Je to soustava pracovních operací prováděných v časovém intervalu od sklizně poslední plodiny do vzejití následující plodiny (Křen et al. 2015).

Prvním opatřením u klasického zpracování půdy a většiny předplodin pšenice je podmítka, která má vždy následovat ihned po sklizni předplodiny. Jejím úkolem je zabránit ztrátám půdní vláh. Včasná podmítka v sušších letech podle pokusů zvyšuje výnosy a ulehčuje následnou seťovou orbu (Dudík 1966).

Následuje seťová orba, která je potřeba provádět ideálně v odstavu 4–6 týdnů od setí porostu, nejméně však 2–3 týdny (Křen et al. 1998). Hlavním cílem orby je ornici nakypřit, vytvořit drobtovitou půdní strukturu s příznivými hydrofyzikálními a biologickými poměry. V tradičním zpracování půdy je orba základním obdělávacím zásahem. Prvořadý význam orby je při vytváření a udržování hloubky ornice. Orbu provádíme radličnými pluhy (Křen et al. 2015).

Seťovou orbu je třeba před setím připravit. Správnou vzcháživost zajistí správně připravené seťové lůžko s lehce utuženým dnem, přes které může vzlínat kapilární vlhkost, a s kyprou vrchní vrstvou dovolující rychlý průnik kyslíku a tepla do půdy. K tomu je zapotřebí provést urovnání vrchní vrstvy, rozmělnění a rozdrobení hrud, zpětné utužení půdy a rozrušení půdního škraloupu. Zároveň je důležité udržovat rovnoměrnou hloubku zpracování. K přípravě půdy pro obilniny se uplatňují kultivátory osazené radličkami na pružných slupicích. Radličky ve čtyřech nebo pěti řadách za jízdy vibrují a vznikající jemná půda se dostává do spodních vrstev. Hrubší podíl zůstává naopak na povrchu. To je ideální rozložení jemných a hrubých částic. Aby došlo k rychlejšímu klíčení, je nutné, aby semínko bylo obklopené jemnými částicemi a na povrchu naopak hrubými, aby nedošlo k vytvoření půdního škraloupu (Beneš 2012).

Naopak redukované zpracování půdy se oproti klasickému zpracování využívá především jako prostředek k ochraně půdy před erozí a zhutněním, k zachování půdní vlhkosti a ke snížení výrobních nákladů. V Evropě se plocha obdělávaná pomocí minimálního zpracování půdy zvětšuje především ve snaze snížit výrobní náklady, ale také jako způsob prevence před erozí půdy a zadržování půdní vlhkosti (Holland 2004).

Na základě tříletého pokusu mělo omezené zpracování půdy za následek opožděný vývoj klasu, avšak kvalitativní rozbor a výnos zrna se mezi zpracováním půdy významně nelišily (Vyn et al. 1991). Tento pokus byl podpořen devítiletým pokusem, ze kterého lze vyvodit závěr,

že negativní vliv redukováného zpracování půdy je patrný po 3 letech, kdy to letě vedlo k výrazně nižšímu výnosu ve srovnání s orbou (Huyh et al. 2019).

Při zakládání porostů ozimé pšenice zjednodušenými technologiemi, se zvýšily nároky na konstrukci secích strojů, které musí uložit osivo rovnoměrně a do optimální hloubky i v podmínkách s vyšším výskytem organických zbytků na povrchu i v hloubce setí (Zimolka 2005).

4.4.3 Setí

Setí je jedním z rozhodujících faktorů z hlediska tvorby výnosu a jakosti zrna. Pro kvalitní založení porostu je důležité dodržování rovnoměrnosti v horizontálním a vertikálním uložení semen. Obecně platí, že pro zajištění vysokého a stabilního výnosu je nutno dosáhnout co největšího počtu produktivních stébel a současně největšího množství nadzemní biomasy co nejmenším počtem rostlin na jednotce plochy (Křen et al. 1998).

Ozimou pšenici je možné v podmínkách ČR vysévat už v první polovině září. V tomto případě volíme nízký výsevek, který se pohybuje v rozmezí 2,5 – 3 MKS/ha. S opoždujícím se termínem setí navyšujeme velikost výsevu od průměrných 3,5 až do 6 MKS/ha (Zimolka 2005). Pokud sejeme až po agrotechnické lhůtě, výnos se v každém týdnu opožděného setí snižuje průměrně o 0,1 – 0,2 t/ha (Dudík 1966). Na opožděný termín setí nejméně reagují více odnoživé odrůdy. Naopak při příliš raném termínu setí, může docházet k prerůstání a k následné ztrátě mrazuvzdornosti (Křen et al. 1998).

Během pokusu, který probíhal v letech 1980–1981 bylo zjištěno, že termín výsevu pšenice ovlivňuje nárůst kořenů, a to jak v počtu, tak v délce. Bylo uvedeno, že pšenice zasetá v září měla kořeny dosahující hloubky 1 m již v prosinci, zatímco pšenice zasetá v říjnu této hloubky dosáhla až v dubnu. Dále bylo zjištěno, že délka kořenů pozitivně korelovala s výnosem zrna (Barraclough & Leigh 1984).

4.5 Foliární aplikace

Foliární aplikace je speciální způsob hnojení, jímž během vegetace dodáváme živiny ve vodném roztoku bezprostředně přes listy rostlinám (Baier & Baierová 1985). Význam mimokořenové výživy je hlavně v tom, že v některých specifických případech jde o vhodný prostředek pro korekci výživného stavu rostlin, aniž by bylo třeba dodávat živiny do půdy, kde by mohlo dojít k interakcím, které by nakonec mohly ovlivnit přijatelnost živin. Mimokořenovou výživu nelze považovat za všemožně spásitelný prostředek (Ivanič et al. 1984).

Využití foliární výživy může vést k plné úpravě výživového stavu u mikroživin. U makroživin představuje vždy jen náhradní řešení a lze ji využívat jako náhradní řešení pro překlenutí nepříznivého období z hlediska příjmu živin přes kořeny (Zimolka 2005). Účinek mimokořenové výživy je však podmíněn výživným stavem rostliny. Při dodání chybějící živiny je její zapojení do metabolismu rychlé a účinné. Pokud ale dodáme živinu, které má rostlina dostatek, nemůže být bezprostředně využita pro tvorbu výnosu, protože rostlina nemá v listech úložné kapacity, proto může její kumulace způsobit zpomalení metabolismu nebo zvýšenou spotřebu energie na translokaci a případnou desorpci dodané živiny.

Při použití mimokořenových aplikací hnojiv existují určitá omezení daná citlivostí rostlin vůči koncentraci solí v roztoku nebo meteorologickými podmínkami. Například aplikace v době květu poškozuje vývoj plodů, postřik při nízkých teplotách vyvolává poruchy pletiv, rovněž mechanicky poškozené porosty jsou citlivé na aplikaci hnojiv na list (Baier & Baierová 1985). Mimokořenová aplikace živin a jejich přísun do rostlinných pletiv mohou tedy významněji působit přísunem živin (hlavně mikroelementů), ale také ovlivněním metabolismu, zvýšením aktivity kořenů, omezením stárnutí pletiv a prodloužením vegetace (Vaněk et al. 2016).

Komplexní studie ukázaly, že postřik chelátového hnojiva na listy může snížit celkovou dávku aplikovaného hnojiva za dosažením vysoké účinnosti samotného hnojiva. Aplikace listových hnojiv po hnojení půdy je účinnou metodou ke zvýšení obsahu stopových prvků v plodinách a výnosu plodin. Efektem chelátových listových hnojiv je zlepšení využití prvků, výnosu plodiny a kvality (Niu et al. 2020).

Další nespornou výhodou při použití listových hnojiv je spojení s dalšími pracovními operacemi, jako je ošetřování porostů pesticidy a morforegulátory, jedná se o tzv. tank-mix (Ivanič et al. 1984). Tank-mix je příprava agrochemikálií a podobných produktů v nádrži nebo nádobách krátce před aplikací. Zároveň vede ke snížení nákladů firmy a zmenšení míry zhutnění nižšími vstupy do aplikační oblasti (Gandini et al. 2020).

Nejvíce limitují účinnost mimokořenové aplikace hnojiv povětrnostní podmínky, především srážky. Aplikované hnojivo může být snadno smyto srážkami z povrchu listu rostliny. Proto by v nejbližších dnech po aplikaci nemělo pršet (udává se nejméně 3 dny). U některých pozvolněji přijímaných živin je však absence dešťových srážek nutná ještě déle (Vaněk et al. 2016).

4.5.1 Mechanismus vstupu živin do rostliny

Mechanismus příjmu živin listem je ovlivněn voskovým povlakem, který pokrývá povrch listů (epidermis). Omezuje možnost difúze živiny z povrchu listů do vnějších mezibuněčných prostorů listů a absorpci povrchovými buňkami listů. Impregnace povrchu listů kutikulou je tedy hlavním faktorem, který ovlivňuje možnost příjmu živiny rostlinou. Na příjmu se také značně podílejí průduchy listů, kterými může vnější roztok pronikat do mezibuněčných prostorů listů. Živina, která se stane součástí mezibuněčného roztoku listu, je mobilní na principech difúze ve volných prostorech listů, včetně xylémových vodivých cest celé rostliny.

Po překročení plazmalemy je mobilita živiny umožňována symplastickou cestou, která je vytvořena vzájemným propojením plazmalemy jednotlivých buněk plazmadesmami a dále vodivými cestami floému.

O možné využitelnosti přijatých živin listy v metabolismu celé rostliny rozhoduje hlavně jejich mobilita vodivými cestami floému. Lze říct, že živiny nemobilní floémem jsou hůře využitelné pro potřeby rostliny (Ivanič et al. 1984).

Efektivnost mimokořenové výživy je závislá na rychlosti absorpce a na mobilitě použité živiny, ale i na vhodné formě hnojiva. Větší účinek je zaručen při použití smáčedla (Zimolka 2005). Jeho kladný vliv je dán tím, že podporuje ovhčnění listu a udržuje roztok na listu, aniž by se vytvořily kapky. Umožňuje průnik roztoků do průduchů, čímž zvětšuje plochu aktivního povrchu podílejícího se na příjmu (Baier & Baierová 1985).

4.6 Dusík

Dusík je v různých kombinovaných formách vzácnou komoditou v biosféře, kde tvoří hlavní složku mnoha klíčkových sloučenin. Téměř ve všech oblastech světa, kde není limitujícím faktorem voda nebo sluneční záření, určuje dostupnost biologického produktu dostupnost anorganického dusíku (Owen & Lewis 1986).

Je biologicky kombinován s uhlíkem, vodíkem, kyslíkem a sírou za vzniku aminokyselin, které jsou stavebními kameny proteinů. Aminokyseliny se používají při tvorbě proto-plazmy, při dělení buněk, a tím i pro růst a vývoj rostlin. Protože všechny rostlinné enzymy jsou vyrobeny z proteinů, je dusík potřebný pro všechny enzymatické reakce v rostlině. Dusík je hlavní část molekuly chlorofylu a je proto nezbytný pro fotosyntézu. Je nezbytnou složkou několika vitamínů, dále zlepšuje kvalitu a množství bílkovin v obilných plodinách (Silva & Uchida 2000).

Mnoho environmentálních problémů týkajících se zemědělství přímo nebo nepřímo souvisí s dusíkem. Dusík se vyskytuje v různých formách. V přírodě se běžně vyskytují tyto formy:

<i>Plynné:</i>	Dusík (N_2) Oxid dusný (N_2O) Amoniak (NH_3)
<i>Ionty:</i>	Nitrátové formy (NO_3^-) Amonné formy (NH_4^+)
<i>Organické formy:</i>	Močovina ($CO(NH_2)_2$) Přírodní látky obsahující dusík v živých a mrtvých organismech Dusík v transformovaných organických zbytcích, např.: humus (Bøckman et al. 1990).

Dusík, nejvýznamnější makroživina a nejběžnější vstup produkce rostlin, je často používán ve větší míře, než jsou samotné požadavky rostlin, aby zemědělci navýšili ekonomický benefit. (Yang et al. 2020). Je často hlavním faktorem omezujícím výnos plodin v zemědělství (Kahnt 1986). V zemědělství je obtížné odhadnout vstup dusíku do plodiny. Naproti tomu dusík obsažený v hnojivech lze snáze aplikovat v množstvích, které odpovídá potřebě plodiny (Bøckman et al. 1990).

4.6.1 Dusík v rostlině

Rostliny přijímají dusík ve formě kationtu amonného NH_4^+ nebo aniontu nitrátového NO_3^- . O příjmu obou iontů rozhodují hlavně vnější podmínky, ale také sama rostlina. Výrazný vliv vykazuje pH prostředí. V kyselější oblasti převažuje příjem NO_3^- a v neutrální až alkalické oblasti pH se příjem obou iontů vyrovnává nebo je vyšší příjem NH_4^+ . Také teplota zasahuje do příjmu těchto iontů – při nižší teplotě se snižuje příjem i využití NO_3^- (Vaněk et al. 2016).

Množství dusíku akumulovaného v různých částech rostlin se liší v různých stádiích vývoje a u různých druhů rostlin. Většina NO_3^- , která je transportována do listů, je rychle asimilována za vzniku aminodusíku, ale NO_3^- se hromadí v jiných částech rostlin (např. v kořenech a stoncích). Tento aminodusík může být použit k syntéze proteinu v listu, ve kterém je aminodusík vytvořen, nebo může být aminodusík transportován přímo do jiných částí rostlin pro syntézu proteinu. Bez ohledu na jeho osud je většina aminodusíku uložena ve formě bílkovin ve vegetativních i reprodukčních tkáních. Protein může být akumulován na vysoké hladiny ve vegetativních tkáních jak u píceň, tak u obilných plodin, ale v obilných plodinách je velká část bílkovin ve vegetativních tkáních nakonec hydrolyzována na aminokyseliny a transportována do vyvíjejících se semen (Schrader 1984).

Je obecně známo, že nadměrné dávky dusíkatých hnojiv zvyšují náchylnost zemědělských plodin k obligátním parazitům. To je způsobeno tím, že nadbytek dusíku vyvolává morfologické a biochemické změny u rostlin (prodlužuje se vegetační doba, porosty jsou přehoustlé, dochází k poléhání, tvoří se měkká pletiva a větší množství dusíkatých látek) (Baier & Baierová 1985).

4.6.2 Projev nedostatku dusíku

Nedostatek dusíku může omezit dělení buněk, kvůli kterému může dojít k zakrnělému růstu. Způsobuje světle zelené až světle žluté zbarvení rostlin (chlorózy). To se objevuje nejprve na starších listech, obvykle začíná u špiček. V závislosti na závažnosti deficitu může chloróza způsobit smrt, nebo opadávání starších listů. Je to důsledek translokace dusíku ze starší do mladší tkáně. Snížená hladina dusíku má negativní vliv na obsah bílkovin v semenech a vegetativních částech. V závažných případech může omezit kvetení rostlin. Nedostatek dusíku způsobuje u některých plodin předčasnou zralost, což má za následek výrazné snížení výnosu a kvality (Silva & Uchida 2000).

Dusík používaný při syntéze chlorofylu pomáhá při vizuální diagnostice nedostatku dusíku změnou barvy rostlin. Nedostatek dusíku v rostlinách se může lišit v závislosti na změně vzhledu, od mírného bez vizuálních příznaků po akutní s velmi zjevnými změnami vzhledu (Tucker 1984).

Na základě obsahu chlorofylu v rostlině, který je přímo ovlivněn obsahem dusíku, můžeme k orientačnímu určení deficitu v polních podmínkách použít zařízení Yara N-tester. Měření by mělo proběhnout ve středu listové čepele nejmladšího plně rozvinutého listu. Třiceti náhodnými měřeními z celé oblasti, která byla provedena pochůzkou po poli ve tvaru písmene „W“, se získá průměrná hodnota množství dusíku, kterou rostliny potřebují. Odvození doporučení pro hnojiva je možné pouze za předpokladu, že růst rostlin není omezen nedostatkem žádných dalších živin (Yara Agri Czech Republic s.r.o 2020).

4.7 Fosfor

Fosfor je jako makrobiogenní prvek nepostradatelný pro růst a vývin rostlin. Celkový obsah fosforu v kulturních rostlinách se pohybuje mezi 0,1 a 0,5 % fosforu v sušině. Jeho rozdělení v rostlině závisí na stáří rostlinných orgánů a jejich funkcích. Mladá dělivá pletiva jsou fosforem bohatěji zásobena než pletiva vyvinutá nebo zestárlá (Ivanič et al. 1984). Fosfor hraje

rozhodující roli v energetických reakcích v rostlině. Deficity mohou ovlivnit v podstatě všechny procesy vyžadující energii v metabolismu rostlin. Fosforový stres na začátku vegetačního období může omezit růst plodin, což může vést ke snížení konečného výnosu plodiny (Grant et al. 2001).

Fosfor je součástí struktur RNA a DNA, které jsou hlavními složkami genetické informace. Semena mají nejvyšší koncentraci fosforu v plné zralosti. Dále je vyžadován ve velkém množství v mladých buňkách, jako jsou výhonky a kořenové špičky, kde probíhá rychlé dělení buněk. Také pomáhá při vývoji kořenů, iniciaci květů a vývoji semen a plodů. Bylo prokázáno, že fosfor snižuje výskyt chorob u některých plodin a bylo zjištěno, že zlepšuje kvalitu některých plodin (Silva & Uchida 2000).

4.7.1 Fosfor v rostlině

Fosfor je přijímán rostlinami ve formě aniontů kyseliny trihydrogenfosforečné, převážně ve formě H_2PO_4^- a HPO_4^{2-} . Protože v půdním roztoku je fosforu velmi málo, je důležité, aby se po odčerpání z roztoku dostatečně rychle doplňoval z pevné fáze půdy. Rostliny jsou schopny přijímat fosfor i při velmi nízké koncentraci v půdním roztoku. Důležitým předpokladem pro příjem fosforu je vytvoření bohaté kořenové soustavy. Proto je také kritickým obdobím příjmu fosforu u většiny rostlin počátek vegetace, kdy se vyčerpají zásoby fosforu ze semen, rostlina postupně přechází na autotrofní výživu a nemá ještě dostatečný kořenový systém (Vaněk et al. 2016).

Dalo by se očekávat, že fosfor aplikovaný na list bude mít vyšší využití než při aplikaci na půdu, ale o tom jsou k dispozici omezené informace. V letech 2002, 2003 a 2004 byly tedy provedeny pokusy ke stanovení vlivu foliární aplikace fosforu na výnosy zrna ozimé pšenice, absorpci fosforu a využití. Bylo provedeno dvanáct ošetření obsahujících různé dávky fosforu (0, 1, 2 a 4 kg / ha v letech 2002 a 2003 a dalších 8, 12, 16 a 20 kg / ha v roce 2004). Výsledky této studie naznačily, že nízké dávky fosforu aplikované na list mohou napravit nedostatek fosforu v sezóně u pšenice ozimé, což může být důsledek vyšší efektivity využití fosforu (Mosali et al. 2006).

4.7.2 Projev nedostatku fosforu

Na rostlinách nejsou v polních podmínkách projevy nedostatku fosforu zpravidla příliš nápadné a jsou dosti nespecifické, protože deficiencie fosforu vyvolává účinky, které jsou v mnoha směrech podobné příznakům nedostatku dusíku (Ivanič et al. 1984).

Při déletrvajícím výrazném nedostatku fosforu reagují rostliny již vnějšími příznaky (Vaněk et al. 2016). Rostliny zaostávají v růstu, jsou malé, zakrslé a mají podobné vzpřímené postavení jako při nedostatku dusíku. Starší listy jsou šedozelené, zčásti i načervenalé. Kořeny se vyvíjejí slabě a stonky jsou tenké a načervenalé. U obilnin je omezeno odnožování. Generativní vývoj je zpožděn a redukován. Je omezena tvorba plodů a semen (Baier & Baierová 1985).

4.8 Síra

Od dob Liebiga je známo, že síra je jedním z prvků potřebných pro růst rostlin, ale teprve nedávno získal tento prvek pozornost, kterou si zaslouží jako rostlinná živina. Na základě skutečnosti, že v posledních několika letech byly celosvětově hlášeny nedostatky této živiny v zemědělských plodinách, se zvýšila pozornost na důležitost tohoto prvku ve výživě rostlin. Tyto nedostatky síry se vyskytují pravděpodobně z důvodu zvýšeného používání hnojiv neobsahujících síru, sníženého používání síry jako fungicidu a insekticidu a v neposlední řadě navyšování výnosů plodin, což znamená zvýšení požadavků na množství všech základních rostlinných živin (Coleman 1966).

Podstatným množstvím však do půdy přispívaly spady síry z průmyslového znečištění, zejména v důsledku spalování uhlí. Odsíření uhelných elektráren a dalších emisních zdrojů na přelomu 20. a 21. století a další opatření, která snižují znečištění životního prostředí, přispěly nejvýznamněji k poklesu spadů síry na zemědělskou půdu (Černý et al. 2020).

4.8.1 Síra v rostlině

Síra je přijímána především kořeny z půdy (půdního roztoku), a proto je z pohledu výživy sírou důležité hnojení do půdy. Mimokořenová výživa může mírně zlepšit výživný stav rostlin, především v pozdějších fázích růstu. Využití mimokořenově aplikované síry je však menší než „listová“ aplikace dusíku. S ohledem na formu aplikované síry však může významně působit na zdravotní stav porostu (Černý et al. 2020).

Vyšší rostliny přijímají síru jako aniont SO_4^{2-} a ve formě oxidu siřičitého. Je zjištěno, že rostliny obsahují až 65 % síry ve formě síranů. Na rozdíl od fosforu je transport síry z nadzemních částí do kořenů velmi omezený (Ivanič et al. 1984). Jinak je síra v rostlinách poměrně dobře pohyblivá, je transportována hlavně do mladých listů a meristémů. V rostlině se hromadí ve formě síranu, který slouží jako zásobní látka. Podle potřeby rostliny síran redukuje a zabudovávají do organických sloučenin (Vaněk et al. 2016).

4.8.2 Projevy nedostatku síry

Zkoumání účinků stresu síry na listy pšenice a metabolismus listů ukázalo, že nedostatek síry narušuje normální vývoj listů. Nejzřetelnějšími morfologickými příznaky nedostatku síry jsou snížení konečné plochy listů, rychlost vývoje listů a obsah chlorofylu (Burke et al. 1986).

Plodiny s nedostatkem síry mají obvykle nažloutlé zbarvení podobné nedostatku dusíku. Síra však není v rostlině tak mobilní jako dusík, takže spodní listy nevykazují závažnější příznaky nedostatku než horní listy. Pokud je nedostatek síry diagnostikován mylně jako nedostatek dusíku, aplikace dusíkatého hnojiva nedostatek síry ještě zhorší, proto se doporučuje odběr vzorků rostlin, aby se zjistilo, která živina je v nedostatku (Camberato & Casteel 2017).

4.9 Bór

Bór je jedinečný nejen svými chemickými vlastnostmi, ale také svou rolí v biologii. Od objevu bóru jako základní rostlinné živiny jeho význam jako využitelného prvku v zemědělství velmi rychle vzrostl a jeho dostupnost v půdě a závlahové vodě je důležitým ukazatelem zemědělské

výroby. Nedostatek bóru je nejčastějším a nejrozšířenějším problémem nedostatku mikroživin, který zhoršuje růst rostlin a snižuje výnos. Normální zdravý růst rostlin vyžaduje nepřetržitý přísun bóru během vegetace (Saleem et al. 2011).

4.9.1 Význam bóru v rostlině

Bór má význam prakticky pro všechny rostliny. Jeho nedostatek vyvolává fyziologické poruchy. Působí aktivně na meristematické prodlužovací pletiva (Ivanič et al. 1984).

Bór jakožto prvek buněčné stěny je spojen s pektinovou látkou a poskytuje buněčným stěnám pevnost a stabilitu. Díky těmto funkcím má bór ochrannou roli proti pronikání a infekci patogenů do rostlinných tkání a zvyšuje odolnost rostlin vůči chorobám. Jednou z nejobvyklejších funkcí bóru v rostlinách je jeho role při opylování, hnojení a vytváření plodů. Mezi rostlinnými minerálními živinami vykazuje bór nejnižší pohyblivost ve floému rostliny. Z tohoto důvodu má listové hnojení bórem na základě analýzy listů velký význam, zejména v období kvetení a tvorby plodů nebo semen (Gunes et al. 2017). Dále podporuje přímo růst kořenů, při dostatku bóru je zřejmě lepší i energetické zásobení kořenů, které také podporuje jejich růst.

Výrazněji se v rostlinách nehromadí, pokud je jeho příjem podstatně vyšší než potřeba rostlin, nachází se volně ve větší koncentraci v cytosolu a poškozuje pletiva, zvláště na okrajích listů (Vaněk et al. 2016).

4.9.2 Projevy nedostatku bóru

Nedostatek bóru se velmi často projevuje v latentní formě snížením kvality produkce z důvodu menší tvorby zásobních látek a teprve při výraznějším nedostatku se projeví nižší výnos rostlin. Je zpomalen růst rostlin, a to nadzemních částí i kořenů (Vaněk et al. 2016).

Typické symptomy nedostatku bóru bývají poruchy pevnosti rostlinných pletiv (lámání cévních svazků), odumírání růstových vrcholů, výhonků a kořenů a černání měkkých pletiv (Ivanič et al. 1984). Další problémy spojené s nedostatkem bóru jsou chlorózy na horních listech, zakrslé klasy a objevují se problémy při kvetení a sterilita pylu (Zimolka 2005).

Jak již bylo výše zmíněno, v rostlině je bór poměrně málo pohyblivý, protože většina bóru je vázána v buněčných stěnách. Dále je omezený pohyb ve floému, který umožňuje pohyb látek od okrajů a vrcholů. V rostlině převládá pohyb akropetální, tj. od kořenů k vrcholům. Z uvedených důvodů se setkáváme s nedostatkem bóru především ve vegetačních vrcholech. Z výše uvedeného též vyplývá, že základem výživy rostlin bórem je příjem a transport přes kořeny a mimokořenová výživa by měla být spíše doplňková nebo preventivní (Černý et al. 2016).

4.10 Měď

Měď je nezbytným kovem pro normální růst a vývoj rostlin. Měď se účastní mnoha fyziologických procesů a je nezbytným kofaktorem pro mnoho metaloproteinů, avšak při nadbytku mědi v buňkách nastávají problémy (Yruela 2005).

Měď se však tradičně používá v zemědělství jako antifungální látka a je lidskou činností značně uvolňována do životního prostředí, často způsobuje jeho znečištění. V souladu s tím je

nadbytek mědi přítomen v určitých oblastech a expozice těchto látek může být pro rostliny potenciálně toxická, způsobuje fytoxicitu tvorbou reaktivních kyslíkových radikálů, které poškozují buňky, nebo interakcí s proteiny narušujícími klíčové buněčné procesy, deaktivující enzymy a narušují proteinovou strukturu (Yruela 2009).

4.10.1 Význam mědi v rostlinách

Měď je přijímána rostlinami jako kationt Cu^{2+} . Její příjem není výrazněji ovlivněn jinými ionty. V rostlině je měď málo pohyblivá, je vázána na komplexní sloučeniny a je přítomna i v organických sloučeninách. Velká část mědi je lokalizována v chloroplastech. Měď je součástí řady proteinů. Dále se účastní některých enzymových dějů přeměn dusíku. Také v rostlinách jsou zřejmé souvislosti mezi mědí a metabolismem dusíku (Černý et al. 2016).

Zúčastňuje se oxidačních procesů, je součástí oxidačních enzymů a zvyšuje intenzitu dýchání. Působí významně na fotosyntézu tvorbou a stabilizací chlorofylu a také při regulaci vodní bilance rostlin (Baier & Baierová 1985).

4.10.2 Projevy nedostatku mědi

Při nedostatku mědi se snižuje využití dusíku, u obilnin se tvoří méně zrna jako důsledek narušení tvorby generativních orgánů. Byla pozorována stagnace výnosů zrna obilnin a malá výnosová odezva na vyšší dávky dusíku (Černý et al. 2016).

Typické příznaky nedostatku mědi se objevují nejprve na koncích mladých listů a poté se šíří dolů podél okrajů listů. Listy mohou být také zkroucené nebo deformované, může se objevit chloróza nebo dokonce nekróza (Yruela 2005). Ochoření rostlin se objevuje zvláště na půdách lehkých a na půdách s vyšším obsahem organických látek. Pokud se nedostatek mědi objeví později, zkracuje se délka internodií a je krátký klas (Zimolka 2005).

4.11 Zinek

Obsah zinku v půdě kolísá. Většina minerálů obsahujících zinek ho uvolňují zvětráváním jako dvojmocný kationt, který se sorbuje na sorpční komplex. Jeho přístupnost pro rostliny závisí na půdní reakci. Se zvyšováním koncentrace vodíkových iontů se přístupnost zinku zvyšuje (Ivanič et al. 1984).

Zinek je získáván z půdního roztoku primárně jako Zn^{2+} , ale je také potenciálně v komplexu s organickými sloučeninami. Zinek je přijímán kořeny, které vyživují rostlinu prostřednictvím xylému (Broadley et al. 2007). Translokace zinku do xylému kořenů probíhá prostřednictvím symplastů a apoplastů, ale ve floému byly také zpozorovány vysoké hladiny zinku, což znamená, že tento kov je translokován jak xylémovými, tak floémovými tkáněmi (Tsonev & Lindon 2012).

4.11.1 Význam zinku v rostlinách

Zinek zlepšuje zdravotní stav, podporuje růst, produkci rostlinných orgánů, dozrávání, je nezbytnou součástí řady enzymů, růstových hormonů a je také důležitý pro fotosyntézu a funkci chlorofylu. Podílí se na dusíkatém metabolismu, takže ovlivňuje asimilaci nitrátů (Poláková & Šilha 2015).

V rámci rostlin zinek ovlivňuje kapacitu pro příjem a transport vody a snižuje nepříznivé účinky krátkodobých tepelných stresů. Jelikož je zinek nezbytný pro syntézu tryptofanu, má tento kov také aktivní roli při produkci auxinu, esenciálního růstového hormonu (Tsonev & Lidon 2012).

4.11.2 Projevy nedostatku zinku

Je zřejmé, že vyšší hodnota pH snižuje příjem zinku a podobně působí fosfor. Výrazně je omezen příjem zinku spolupůsobením fosforu, který omezuje pohyb zinku v rostlině, hlavně jeho transport do vegetačních vrcholů, dále ovlivňují příjem vyšší hodnoty pH. Příjem je také potlačován přítomností většího množství železa a mědi (Černý et al. 2016).

Nedostatek zinku se projevuje u mladých rostlin žloutnutím nejmladších listů, rostliny mají zakrnělý růst, při dlouhotrvajícím nedostatku je výrazně redukována výška rostliny a nasazení zrn v palici. Důsledkem je snížený výnos. K tomuto stavu dochází často za déle trvajícího sucha (Poláková & Šilha 2015). Při nedostatku Zn je také snížen počet chloroplastů, čímž se rovněž snižuje i obsah chlorofylu a na rostlinách se objevují chlorotické skvrny.

Pohyblivost zinku v rostlinách je obecně nízká, proto mimokořenová výživa může zajistit příjem chybějícího zinku (Černý et al. 2016).

5 Metodika

Pokusy byly založeny na podzim roku 2019 pro možnost vlastních pokusů a hodnocení v roce 2020 v průběhu hlavní vegetace. Vyhodnocení proběhlo po sklizni 2020 v podzimních měsících.

Sledovány byly výnosotvorné prvky v odpočtech před sklizní a ze vzorků po sklizni. Následně byl hodnocen výnos a rozbory na jakost zrna produkce.

Porovnály se mezi sebou 2 varianty pokusu s běžnou provozní plochou (celkem tedy 3 varianty i s kontrolou a běžnou provozní plochou).

U kontrolní varianty bylo provedeno pouze hnojení pevnými (LAV, 140 kg N/ha), v pokusných variantách se využil 7% roztok močoviny a hnojiva Fertigreen kombi 7-7-5, Lovofos a Lovohumine N + Borosan humine N, vše aplikované po fázi BBCH 32 a následně se na praporcový list aplikoval Campofort S 165, Special Zn a Special Cu, aby se ovlivnila potravinářská kvalita zrna. V pokusných variantách byla využita i listová aplikace 5 kg Amofosu/ha (v roztoku).

Vyhodnocení pokusu bude i po stránce ekonomické (zda zásahy byly rentabilní či nikoliv).

5.1 Charakteristické údaje o pokusné lokalitě

Pokus byl proveden na naší malé rodinné farmě. Sídlo farmy se nachází v obci Chabeřice, která se nachází poblíž města Zruč nad Sázavou v okresu Kutná Hora. Hospodaříme v katastrálním území Chabeřice a Zruč nad Sázavou, v Chabeřicích se nachází větší část námi obhospodařovaných pozemků. Naše farma je zaměřena jak na rostlinnou, tak i živočišnou výrobu. Zabýváme se chovem masného typu skotu. V rostlinné výrobě obděláváme zhruba 72 ha zemědělské půdy v bramborářské výrobní oblasti, z toho je 43 ha orné půdy, zbytek tvoří trvalé travní porosty.

Pěstujeme zejména pšenici ozimou, ječmen jarní, řepku ozimou a jetel luční na zelenou píci. Dále v menším množství pěstujeme jetel nachový, lupinu bílou, tritikále ozimé, oves pluchatý, hořčici bílou a svazenku vratičolistou. Tyto plodiny pěstujeme zejména pro získání farmářského osiva, které se používá pro zelené hnojení a dále pro jadrné krmivo pro skot.

Tabulka 1: Struktura zemědělské výroby 2019/2020

Plodina	Výměra (ha)
pšenice ozimá	16,33 ha
ječmen jarní	10,35 ha
řepka ozimá	7,51 ha
jetel luční	4,64 ha
jetel nachový	1,25 ha
lupina bílá	1,47 ha
tritikále ozimé	0,89 ha
trvalý travní porost	25,3 ha

Zdroj: Registr půdy – LPIS, 2021

5.1.1 Charakteristika honu

Pokus byl založen na DPB Peroutkovo v katastrálním území Chabeřice.

Tabulka 2: Charakteristika honu dle LPIS

Číslo honu	0501/2
Název honu	Peroutkovo
Výměra	5,14 ha
Nadmořská výška	414,93 m. n. m.
Sklonitost	5,31°

Zdroj: Registr půdy – LPIS, 2021

Tabulka 3: Charakteristika honu dle BPEJ

BPEJ	5.29.11
Bodová výnosnost	43 bodů – velmi málo produkční půda
Úřední cena	7,79 Kč/m ²
Klimatický region	mírně teplý, mírně vlhký
Skupina půdních typů	kambizemě
Sklonitost a expozice	mírný sklon 3–7°, rovina se všesměrnou expozicí
Skeletovitost a hloubka půdy	slabě skeletovitá půda s hloubkou do 30 cm

Zdroj: Katastr nemovitostí, 2021

Tabulka 4: Obsah živin dle AZZP 2020 (mg/kg)

pH	Ca	Mg	P	K	S	Al	Cu	Zn	Mn	Fe	B
5,8	1090	120	69	186	9,25	592	1,92	2,97	83,1	231	0,5

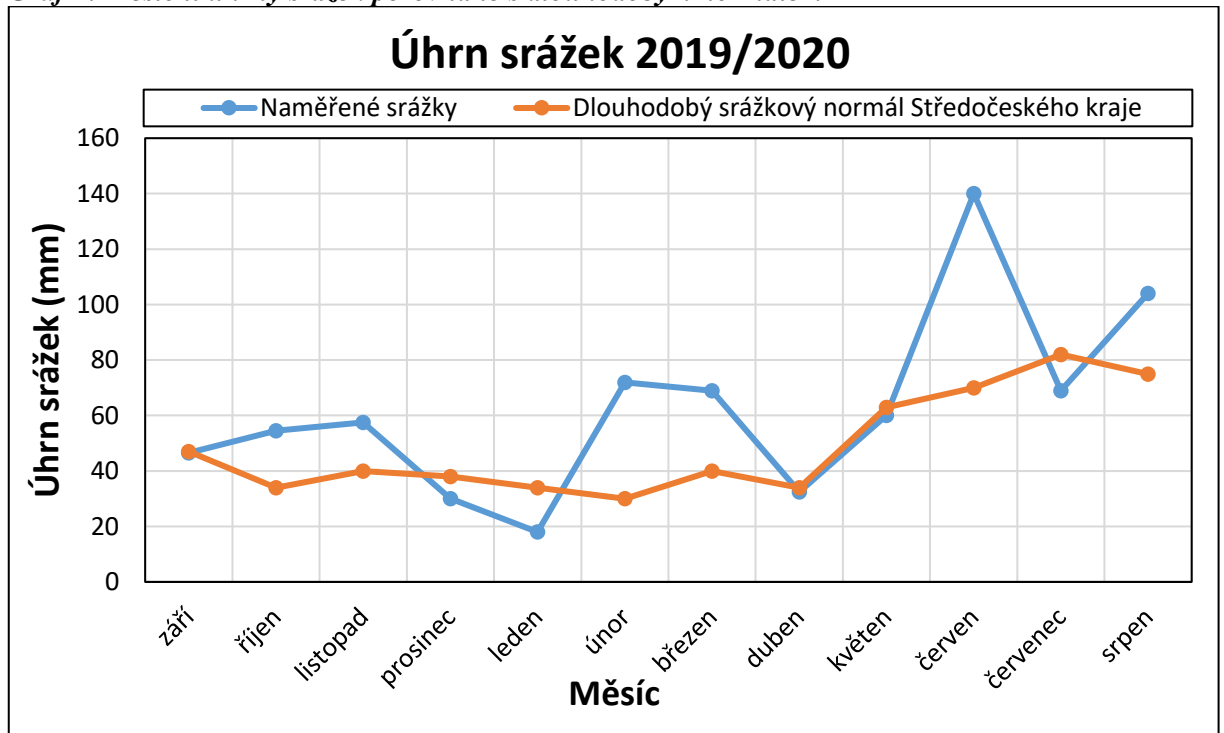
Zdroj: Registr půdy – LPIS, 2021

5.1.2 Meteorologické údaje lokality

Pokusný pozemek se nacházel v mírně teplém a mírně vlhkém klimatickém okrsku. Hospodářský rok 2019/2020 se lišil od posledních ročníků, kdy zemědělce sužovala dlouhotrvající sucha. Některé měsíce byly srážkově bohatší, než ukazoval dlouhodobý normál. Dle meteorologické stanice, která se nachází v obci Řendějov a je od pokusného pozemku vzdálena přibližně 1,5 km, se průměrné roční srážky od roku 1961 pohybují okolo 635 mm. V hospodářském roce během pokusu se množství srážek zastavilo na čísle 753 mm. Podotýkám, že se jedná o mnou provedená orientační měření. Průměrné roční teploty v naší oblasti od roku 1991 dosahují 8,4°C. V pokusném roce tato hodnota činila 9,6°C.

Graf 1 zobrazuje porovnání ročního úhrnu srážek v obci Chabeřice s dlouhodobým srážkovým normálem Středočeského kraje.

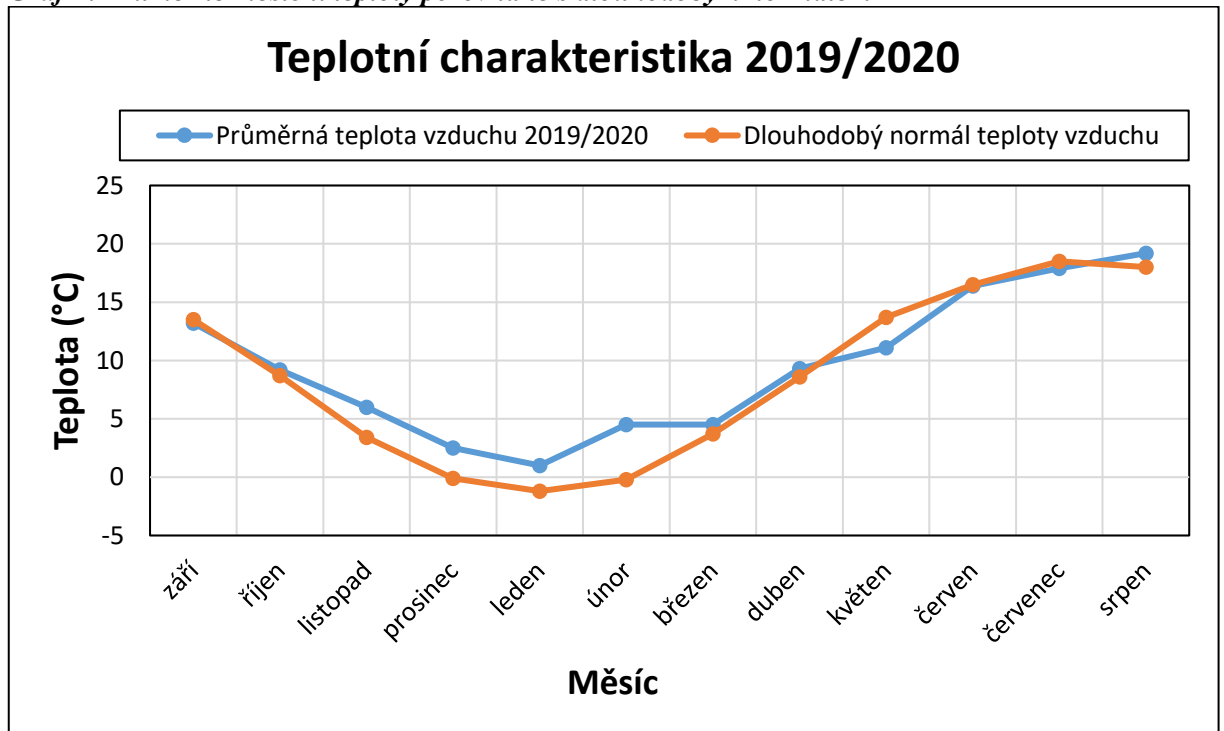
Graf 1: Měsíční úhrny srážek porovnané s dlouhodobým normálem



Zdroj: autor práce, 2021; Český hydrometeorologický ústav 2019

Graf 2 zobrazuje teplotní charakteristiku pokusné lokality.

Graf 2: Průměrné měsíční teploty porovnané s dlouhodobým normálem



Zdroj: Český hydrometeorologický ústav, 2019

5.2 Agrotechnika

5.2.1 Osevní postup

Na honu, kde byl prováděn poloprovozní pokus, byl použit následující osevní postup:

- 1) Jetel nachový
- 2) Pšenice ozimá
- 3) Ječmen jarní
- 4) Řepka ozimá
- 5) **Pšenice ozimá**
- 6) Ječmen jarní
- 7) Jetel luční

Pšenice byla zařazena po zlepšující předplodině.

5.2.2 Zpracování půdy

Pro založení porostu jsme použili stroje pro konvenční zpracování půdy.

Tabulka 5: Zpracování půdy

Operace	Datum provedení	Hloubka	Mechanizace
Podmítka po sklizni	28. 7. 2019	10 cm	NH TM 120 + Dowlands DH 4000
2. Podmítka	26. 8. 2019	12 cm	NH TM 120 + Dowlands DH 4000
Orba	2. 9. 2019	20 cm	NH TM 120 + Agronom roto 535
Příprava půdy	18. 9. 2019		NH TM 120 + smyk 8 m
Setí	28. 9. 2019	3 cm	NH TM 120 + Secí kombinace Sulky Tramlines GC

Zdroj: autor práce, 2021

Při setí pšenice ozimé odrůdy Fakír byl zvolen výsevek 190 kg/ha. Fakír je plastická, výkonná odrůda s výbornou mrazuvzdorností. Na farmě s ní máme dlouhodobější zkušenost, proto jsem ji zvolil pro svůj pokus. Další vlastností, kterou bych chtěl vyzdvihnout, je dobrá odolnost k přísuškům. I v posledních letech, kdy byl nedostatek vláhy, dokázala poskytnout uspokojivý výnos a kvalita zrna většinou dosahovala potravinářských parametrů.

Tabulka 6: Potravinářské parametry

Jakost	A/E
Obsah N látek (%)	14
Objemová hmotnost	795
HTS	42
Zeleného sedimentační test (ml)	65
Číslo poklesu (s)	344

Zdroj: Seznam doporučených odrůd – Pšenice ozimá, 2014

5.2.3 Hnojení

Na pozemku neproběhlo žádné základní přihnojení, proběhlo pouze přihnojení během vegetace na plánovanou dávku zhruba 140 Kg N/ha, které je uvedené v následující Tabulce 7.

Tabulka 7: Hnojení

Typ přihnojení	Datum	Hnojivo	Dávka (kg)
Regenerační	14. 3. 2020	LAV	200
Produkční	12. 4. 2020	LAV	200
Kvalitativní	28. 4. 2020	LAV	100

Zdroj: autor práce, 2021

Dále bylo na pozemku použito přihnojení roztokem močoviny o koncentraci 7 % v 200 litrech vody na hektar, a to celkem 2x v rozestupu zhruba 10 dnů, aby se předešlo poškození porostu popálením. První aplikace přišla po fázi BBCH 32.

5.2.4 Přípravky na ochranu rostlin

Hospodářský rok 2019/2020 byl příznivý nejen z hlediska dostatečného množství atmosférických srážek, ale i díky nízkému výskytu škůdců a jiných škodlivých organismů. Na podzim proběhlo pouze ošetření na jednoděložné a dvouděložné plevelné rostliny přípravky Bizon v tank mixu s Gleanem 75 PX. Dále proběhlo insekticidní ošetření proti Křísku polnímu jakožto přenašeči virových chorob. K ošetření byl použit přípravek na bázi pyretroidu Nexide. V jarním období při kontrole porostu bylo zjištěno, že není třeba dělat herbicidní opravu. Regulace porostu byla provedena přípravky pro regulaci růstu Retacel Extra R68 a Next. Po celou dobu vegetace byl porost zdravý bez výrazného projevu houbových chorob, proto byl preventivně ošetřen pouze praporcový list společně s klasem přípravky Buzz Ultra DF a Eyetak.

Tabulka 8: Použité přípravky na ochranu rostlin

Přípravek	Dávka	Datum	Účel zásahu
Bizon	1 l/ha	16. 10. 2019	Jednoděložné a dvouděložné rostliny
Glean 75 PX	0,007 kg/ha		
Nexide	0,08 l/ha	24. 10. 2019	Přenašeči viróz – Křísek polní
Retacel Extra R68	0,5 l/ha	11. 4. 2020	Regulace růstu
Next	0,15 l/ha		
Buzz Ultra DF	0,18 kg/ha	29. 5. 2020	Fuzariózy
Eyetak	0,6 l/ha		

Zdroj: autor práce, 2021

5.3 Varianty pokusu

Poloprovozní pokus byl založen 28. 9. 2019 v KÚ Chabeřice. Celkem byly založeny 3 varianty. Každá varianta byla založena na části o šířce jednoho kolejového řádku pro postřikovač. Listová hnojiva a další přípravky na ochranu rostlin aplikujeme pomocí neseného postřikovače Hardi Master se záběrem ramen 12 m. Každá varianta měla tedy na šířku 12 m a délka činila 370 m. Celkem měla každá varianta rozlohu 0,44 ha.

Tabulka 9: Rozpis použitých listových hnojiv

Datum	Hnojivo	Varianta pokusu		
		Kontrola	Pokusná varianta	Běžná agrotechnika
11. 4. 2020	Fertigreen kombi 7-7-5	-	2 l/ha	-
	Lovofos	-	2 l/ha	-
	Lovohumine	-	2 l/ha	-
	Amofos v roztoku	-	5 kg/ha	-
16. 4. 2020	Močovina 46%	-	7% roztok ve 200 l vody	7% roztok ve 200 l vody
	Borosan Humine	-	0,2 l/ha	0,2 l/ha
26. 4. 2020	Močovina 46%	-	7% roztok ve 200 l vody	7% roztok ve 200 l vody
	Borosan Humine	-	0,2 l/ha	0,2 l/ha
15. 5. 2020	Campofort Special Zn	-	3 l/ha	-
	Campofort Special Cu	-	3 l/ha	-
	Campofort Síra 165	-	3 l/ha	-

Zdroj: autor práce, 2021

Obsah živin v listových hnojivech

Borosan Humine: 8 % B

Fertigreen kombi 7-7-5: 7 % N; 7 % P₂O₅; 5 % K₂O; 2 % S; 0,005 % Zn; 0,005 % Cu;
0,002 % Mo; 0,02 % Fe; 0,01 % Mn; 0,01 % B

Lovofos: 6 % N; 12 % P₂O₅; 6 % K₂O; 0,005 % Zn; 0,005 % Cu; 0,002 % Mo;
0,02 % Fe; 0,01 % Mn; 1 % B

Lovohumine N: 12 % N; 4 % P₂O₅; 6 % K₂O; 0,005 % Zn; 0,005 % Cu;
0,002 % Mo; 0,02 % Fe; 0,01 % Mn; 0,01 % B

Amofos 12-52: 12 % N; 52 % P₂O₅

Močovina 46 %: 46 % N

Campofort Special Zn: N 180 g/l; MgO 42 g/l; Zn 12 g/l

Campofort Special Cu: N 180 g/l; MgO 30 g/l; S 23 g/l; Cu 5 g/l

Campofort Síra 165: N 100 g/l; S 165 g/l

6 Výsledky

V mém pokusu byly 3 hlavní úkoly. Zjistit, jestli listová aplikace hnojiv má pozitivní vliv na výnos hlavního produktu pšenice ozimé a jaký vliv má na zařazení do kategorie potravinářské pšenice. Ke sledování výnosu jsem použil 2 metody, první byl výpočet teoretického hospodářského výnosu a druhou byla samotná sklizeň sklízecí mlátičkou. Ke zjištění potravinářské kvality jednotlivých variant jsem použil běžný potravinářský rozbor, který je aplikovaný ve výkupech o žních.

6.1.1 Teoretický hospodářský výnos

Sledovanými znaky, které tvoří hospodářský výnos, byly výnosotvorné prvky, tedy:

- 1) Počet klasů na m²
- 2) Počet zrn v klase
- 3) Hmotnost 1000 semen

Odebrání kontrolních vzorků jsem provedl před sklizní. V každé variantě pokusu jsem vystříhal rostliny ze dvou náhodných míst. Zvolil jsem velikost čtverce 30x30 cm, jelikož secí stroj, kterým jsme zakládali porost, má rozteč jednotlivých secích botek 15 cm. Odebral jsem tedy 3 vyseté řádky. Následně jsem u každé varianty spočítal jednotlivé klasy a spočítal jejich počet na m². To samé jsem udělal i se zrny v klasu, náhodně jsem vybral 12 klasů, spočítal

počet zrn a udělal průměr z jednotlivých opakování. Hmotnost 1000 semen jsem udělal během své praxe v Červeném Újezdě, kde jsem využil přístroj čítač semen k odpočtu 500 semen, u každé varianty jsem provedl 3 opakování a z nich pak vypočítal průměrnou hodnotu.

Ze zjištěných hodnot jsem vypočítal pomocí vzorce teoretický hospodářský výnos všech variant pokusu.

6.1.2 Výnosotvorné prvky

Počet klasů na m²

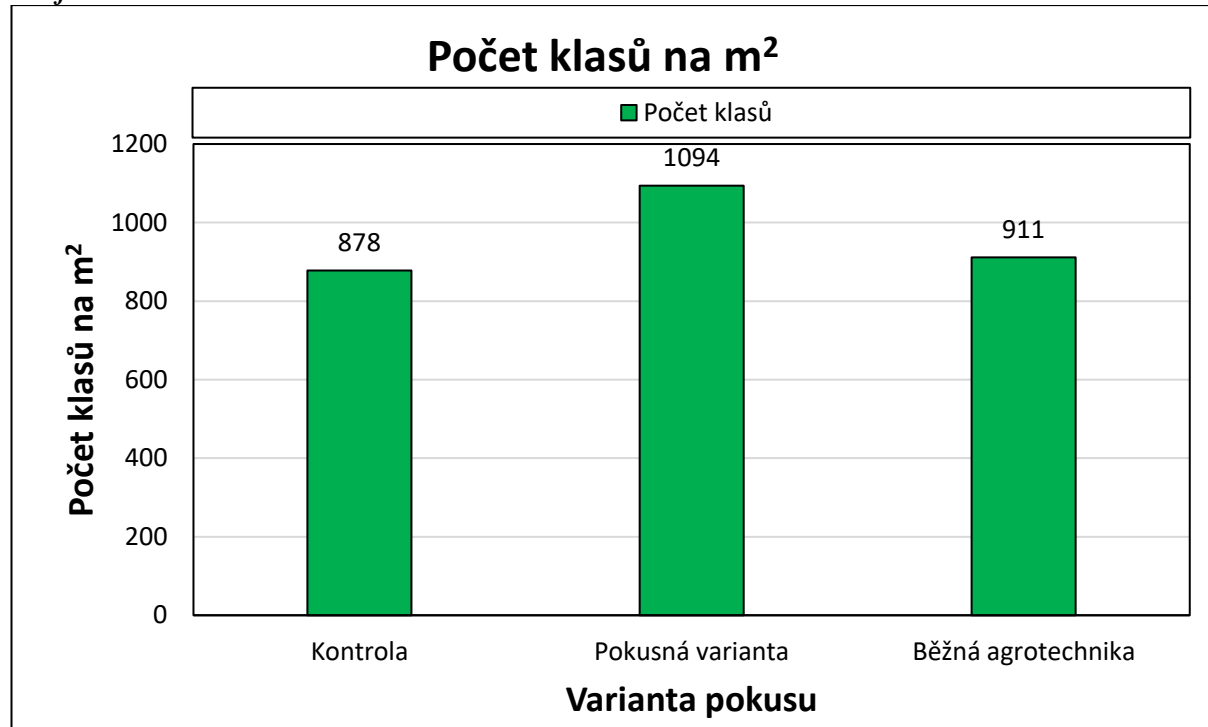
Tabulka 10: Počet klasů na m²

Varianta pokusu	Počet klasů na m ²
Kontrola	878
Pokusná varianta	1094
Běžná agrotechnika	911

Zdroj: autor práce, 2021

Výše uvedená Tabulka 10 zobrazuje průměrný počet klasů, který se pohyboval od 870 do 1100 klasů na m². Optimální počet klasů na m² odrůdy Fakír je zhruba 650. Porost byl příliš přehoustlý z důvodu možná až zbytečně vysokého výsevu. Vysoké hustotě také napomáhal průběh počasí v průběhu hospodářského roku 2019/2020.

Graf 3: Počet klasů na m²



Zdroj: autor práce, 2021

Počet zrn v klasu

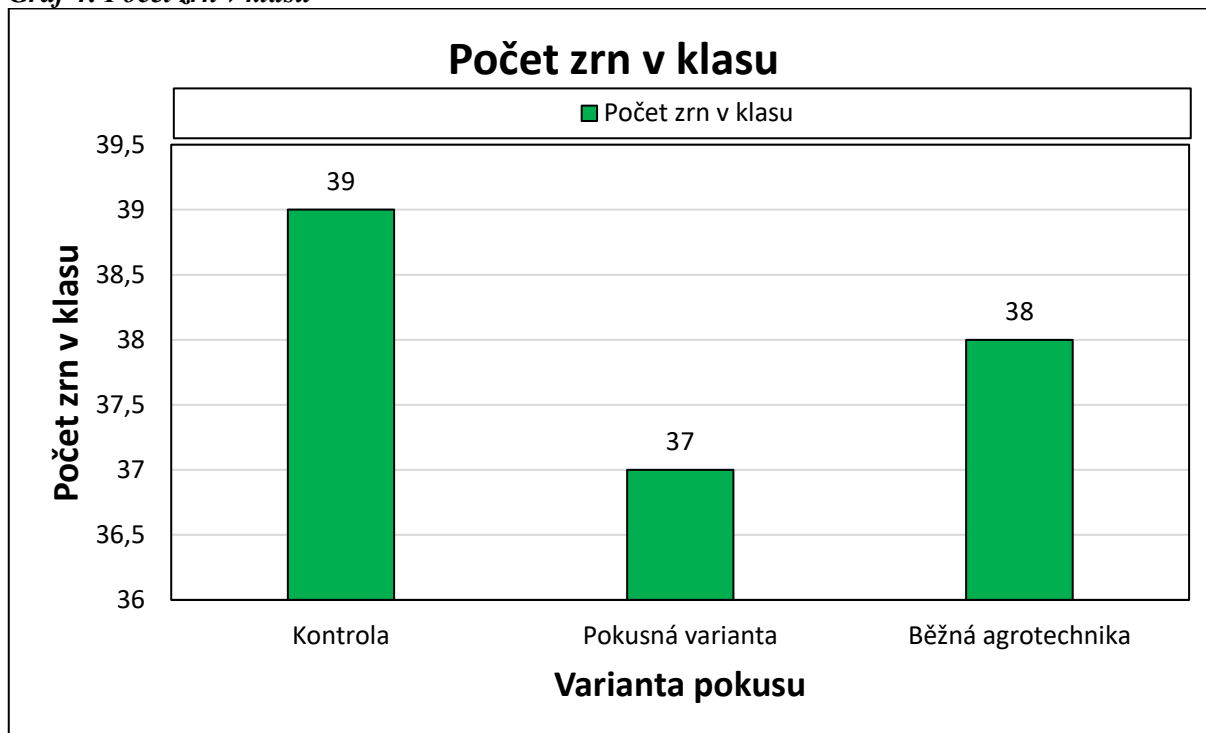
Tabulka 11: Počet zrn v klasu

Varianta pokusu	Počet zrn v klasu
Kontrola	39
Pokusná varianta	37
Běžná agrotechnika	38

Zdroj: autor práce, 2021

Počet zrn v klasu se u jednotlivých variant příliš nelišil, nejlépe dopadla kontrolní varianta s 39 zrn, nejhůře však dopadla varianta pokusná s 37 zrn v klasu. Rozdíl spatřuji v rozdílné hustotě porostu. Kontrolní varianta byla nejřidší, tudíž mohla lépe využít dodané živiny z minerálních hnojiv a mohla lépe vyvinout klas než varianty ostatní.

Graf 4: Počet zrn v klasu



Zdroj: autor práce, 2021

Hmotnost 1000 semen

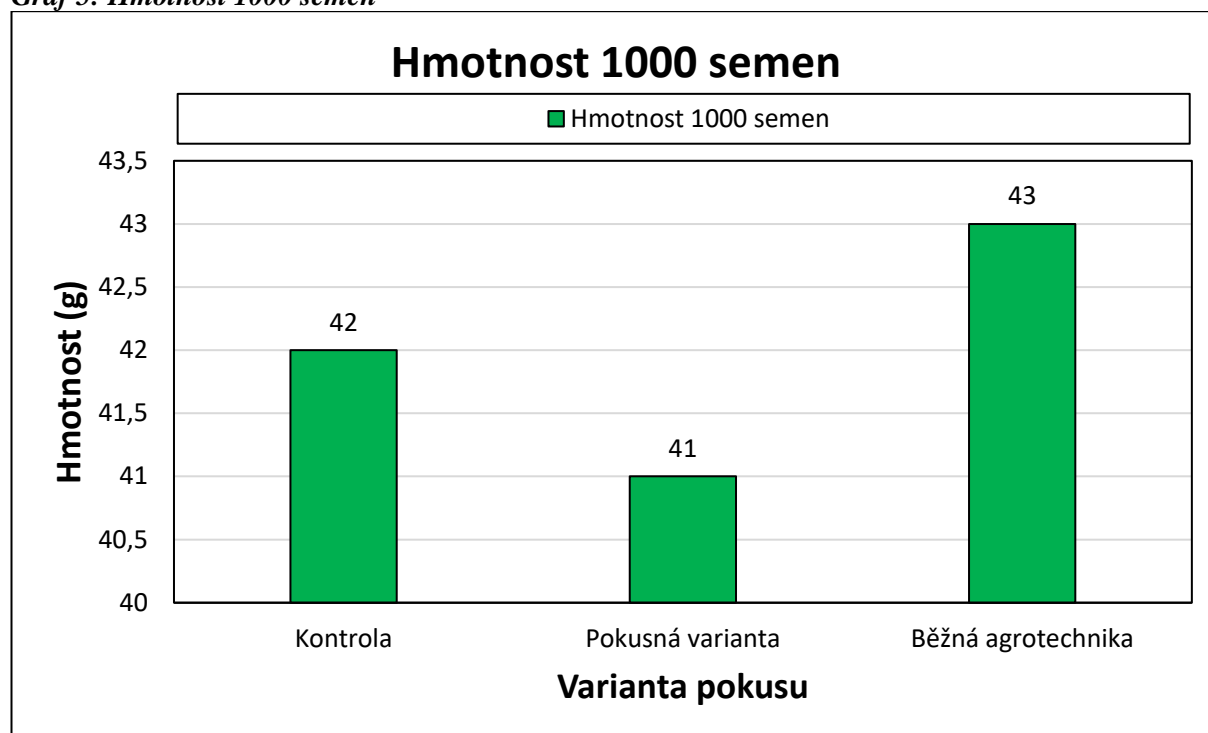
Tabulka 12: Hmotnost 1000 semen

Varianta pokusu	Hmotnost 1000 semen (g)
Kontrola	42
Pokusná varianta	41
Běžná agrotechnika	43

Zdroj: autor práce, 2021

Jak je uvedeno v Tabulce 12 a Grafu 5, hmotnost tisíce semen byla nejvyšší u námi běžně používané agrotechniky, nejnižší byla naopak u pokusné varianty, stále se však blížila k údajům udržovatele osiva, který na svých internetových stránkách udával hmotnost 1000 semen 42 g.

Graf 5: Hmotnost 1000 semen



Zdroj: autor práce, 2021

6.1.3 Výpočet teoretického hospodářského výnosu

Teoretický hospodářský výnos počítáme pomocí vztahu, do kterého se dosazují zjištěné hodnoty výnosotvorných prvků. Tento vztah můžeme vyjádřit matematickým vzorcem, který má tuto podobu:

$$\frac{K \times Z \times HTS}{10^5} = \text{Teoretický hosp. výnos (t)}$$

Následující tabulka 13 zobrazuje výsledný teoretický výnos a jeho výpočet. Nejvyššího výnosu dosáhla pokusná varianta.

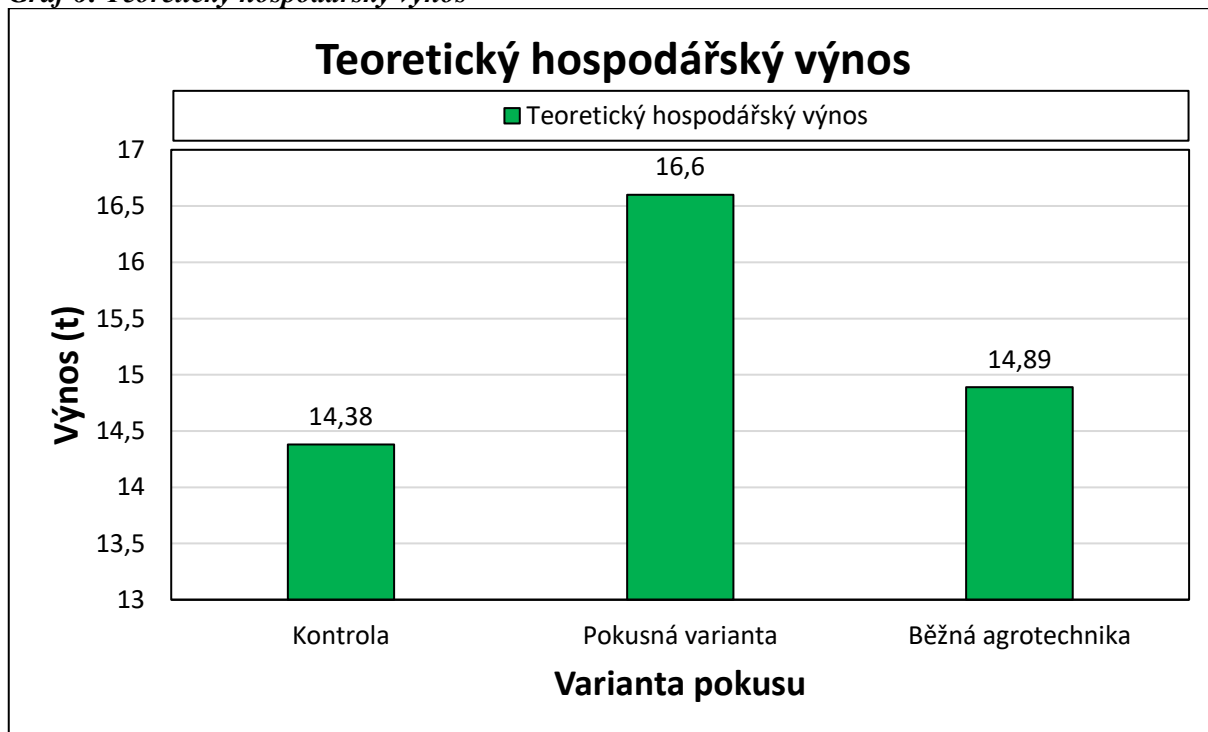
Tabulka 13: Teoretický hospodářský výnos

Varianta pokusu	Výpočet	Teoretický výnos (t)
Kontrola	$(878 \cdot 39 \cdot 42) / 10^5$	14,38
Pokusná varianta	$(1094 \cdot 37 \cdot 41) / 10^5$	16,60
Běžná agrotechnika	$(911 \cdot 38 \cdot 43) / 10^5$	14,89

Zdroj: autor práce 2021, výpočty vlastní

Podle výpočtu nejlépe dopadla varianta pokusná s výnosem 16,6 t/ha. Varianty běžné agrotechniky a kontroly se pohybovaly na podobné výnosové hladině. Výsledky výpočtu teoretického hospodářského výnosu jsou zobrazeny v Grafu 6.

Graf 6: Teoretický hospodářský výnos



Zdroj: autor práce 2021, výpočty vlastní

6.1.4 Skutečný výnos zrna

Sklizeň poloprovozního pokusu byla provedena dne 30. 7. 2020 sklízecí mlátičkou New Holland L626 s žací lištou o záběru 6 m. Sklízecí mlátička byla vyrobena v roce 1996, nemá žádné zařízení na měření aktuálního ani průměrného hektarového výnosu. Každá varianta byla posečena dvěma přejezdy, sklizené zrna bylo vysypáno ze sklízecí mlátičky do předem zváženého traktorového vozu. Následně byl traktorový vůz se zrnem zvážen na nákladní průjezdové váze. Tento proces byl opakován pro každou variantu. Po zjištění výsledků byl spočítán skutečný hektarový výnos, který je zobrazen v níže uvedené Tabulce 14.

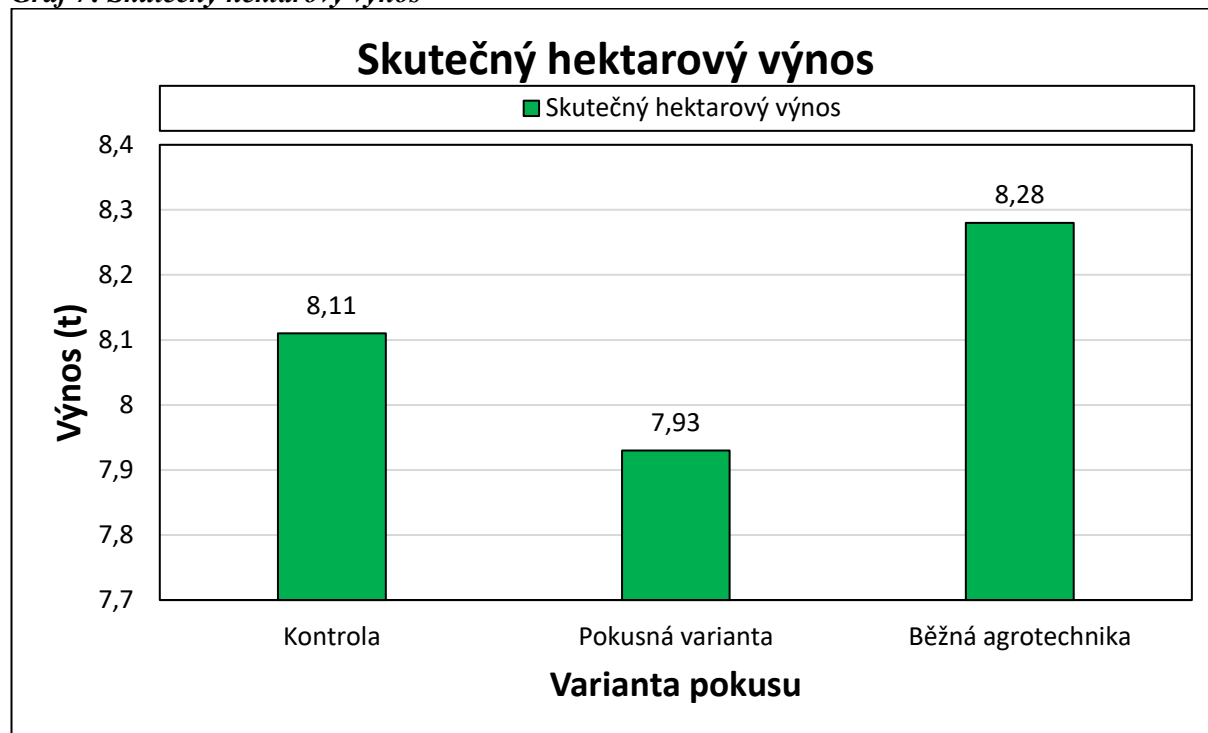
Tabulka 14: Skutečný hektarový výnos

Varianta pokusu	Skutečný hektarový výnos (t)
Kontrola	8,11
Pokusná varianta	7,93
Běžná agrotechnika	8,28

Zdroj: autor práce, 2021

Jak vyplývá z Grafu 7, dle sklizeného množství nejlépe dopadla varianta námi používané agrotechniky. Nejhorší dopadla varianta pokusná. Tyto výsledky nejsou směrodatné, byly ovlivněny poškozením porostu divokou zvěří. Dále mohly být ovlivněny přesností při řízení sklízecí mlátičky.

Graf 7: Skutečný hektarový výnos

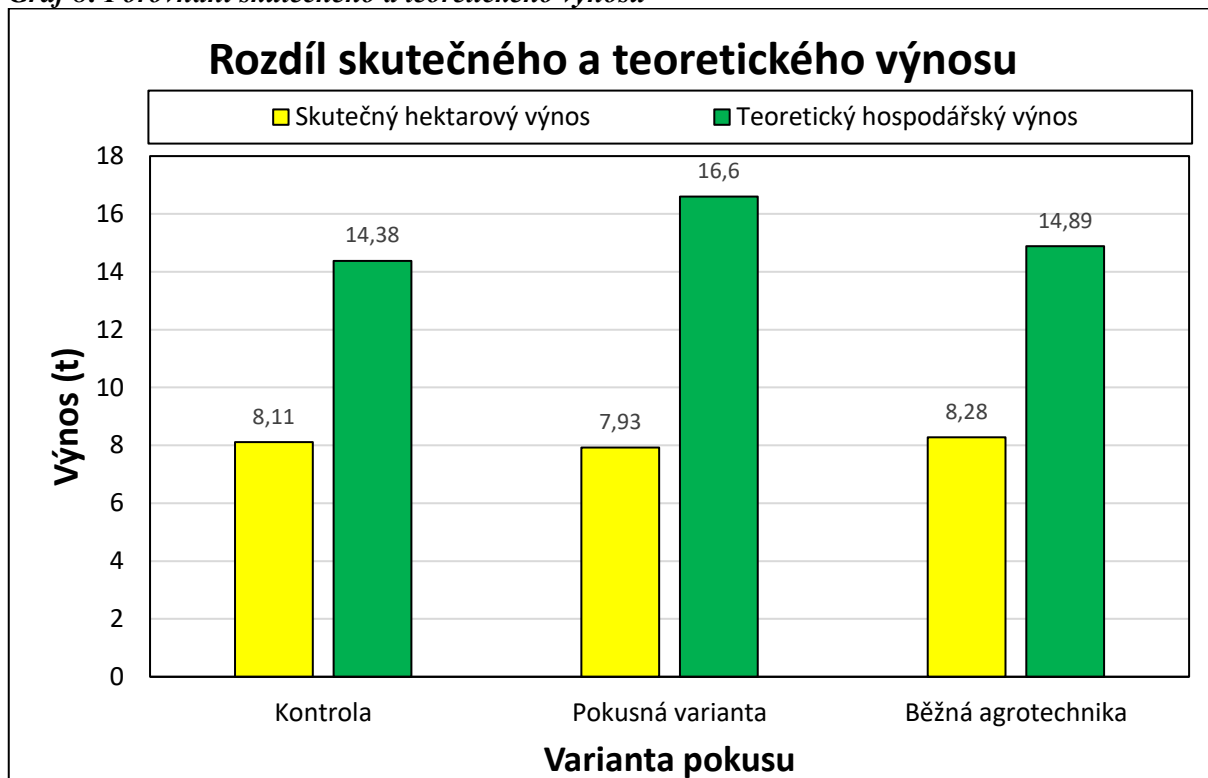


Zdroj: autor práce, 2021

6.1.5 Porovnání rozdílu výnosů

Z Grafu 8 vyplývá rozdíl mezi vypočítaným teoretickým hospodářským výnosem a skutečným hektarovým výnosem. Je zde vidět rozdílné pořadí teoretických výnosů jednotlivých variant oproti skutečnému výnosu. V tomto případě byla nejvýnosnější varianta pokusná.

Graf 8: Porovnání skutečného a teoretického výnosu



Zdroj: autor práce, 2021

Rozdíl teoretického a skutečného výnosu může být způsobený vysokou hustotou porostu, pro který nebyla uskutečněna dostatečná výživa minerálními hnojivy. Proto klasy pšenice obsahovaly velký podíl zadního zrna, který způsobil vysoké sklizňové ztráty. Dále byly pokusné varianty místy poškozeny divokou zvěří. Tato místa se také podepsala na výši skutečného výnosu.

6.2 Ekonomické zhodnocení pokusu

Uvedené ceny jsou z ceníku firmy Allium agro s.r.o. Jedná se o dodavatele, od kterého odebíráme přípravky na ochranu rostlin a minerální hnojiva. Uvedené ceny jsou bez DPH. Tabulka 15 zobrazuje náklady na použitá listová hnojiva. Náklady u pokusné varianty činily 1332 Kč/ha.

Tabulka 15: Náklady na aplikovaná listová hnojiva

Varianta	Náklady
Kontrola	0 Kč/ha
Pokusná varianta	1332 Kč/ha
Běžná agrotechnika	548 Kč/ha

Zdroj: Allium agro s. r. o

Tabulka 16 je spojena s výdaji na použité přípravky na ochranu rostlin. Souhrn přípravků na ochranu rostlin je uveden v Tabulce 8.

Tabulka 16: Náklady na aplikované POR

Položka	Náklady
Přípravky na ochranu rostlin	2437 Kč/ha

Zdroj: autor práce, 2021

V Tabulce 17 jsou uvedeny náklady na použitá minerální hnojiva. Celkem činily 2600 Kč/ha.

Tabulka 17: Náklady na aplikovaná minerální hnojiva

Položka	Náklady
LAV 27 %	2600 Kč/ha

Zdroj: autor práce, 2021

Tabulka 18 uvádí ostatní výdaje spojené se zemědělskou výrobou. Na výsledném snížení čistého zisku, se podílí největší měrou ze všech uvedených nákladů.

Tabulka 18: Ostatní náklady

Položka	Náklady
Pachtovné	3500 Kč/ha
Osivo	2500 Kč/ha
Mzda	5700 Kč/ha
Režijní náklady	3100 Kč/ha

Zdroj: autor práce, 2021

Tabulka 19 zobrazuje souhrn nákladů na pracovní operace spojené se zpracováním půdy, aplikací minerálních hnojiv a POR. Uvedené výdaje jsou včetně nákladů na pohonné hmoty.

Tabulka 19: Náklady na pracovní operace

Varianta	Zpracování půdy	Aplikace minerálních hnojiv	Aplikace POR + List. hnojiva
Kontrola	3750 Kč/ha	750 Kč/ha	1000 Kč/ha
Pokusná varianta	3750 Kč/ha	750 Kč/ha	1750 Kč/ha
Běžná agrotechnika	3750 Kč/ha	750 Kč/ha	1500 Kč/ha

Zdroj: autor práce, 2021

Následující Tabulka 20 zobrazuje ceny použitých listových hnojiv. Data byla získána z ceníku firmy Allium Agro s.r.o.

Tabulka 20: Ceník použitých listových hnojiv

Hnojivo	Ceníková cena bez DPH
Fertigreen kombi 7-7-5	58 Kč/l
Lovofos	59 Kč/l
Lovohumine	90 Kč/l
Borosan Humine	77 Kč/l
Amofos	9,30 Kč/kg
Močovina	8,50 Kč/kg
Campofort Special Zn	39 Kč/l
Campofort Special Cu	32 Kč/l
Campoforst Síra 165	37 Kč/l

Zdroj: Allium Agro s.r.o. - ceník chemie, 2019

V následující Tabulce 21 můžeme vidět, jaký byl hrubý zisk z jednotlivých variant pokusu. Jedná se o součin smluvní ceny a výsledného hektarového výnosu jednotlivých variant. Výkupní cena potravinářské pšenice byla v roce 2020 smluvena na výši 4120 Kč/t. Nejvyšší hrubý zisk byl zaznamenán při použití běžné agrotechniky, zatímco nejnižšího hrubého zisku bylo dosaženo v pokusné variantě.

Tabulka 21: Hrubý zisk

Varianta	Výnos (t/ha)	Hrubý zisk
Kontrola	8,11	33 413,- Kč
Pokusná varianta	7,93	32 672,- Kč
Běžná agrotechnika	8,28	34 114,- Kč

Zdroj: autor práce, 2021

Tabulka 22 uvádí celkové náklady pro jednotlivé varianty. Jedná se o součet dílčích nákladů uvedených v Tabulkách 15, 16, 17, 18, 19.

Tabulka 22: Součet celkových nákladů

Varianta	Celkové náklady
Kontrola	25 337,- Kč
Pokusná varianta	27 419,- Kč
Běžná agrotechnika	26 385,- Kč

Zdroj: autor práce, 2021

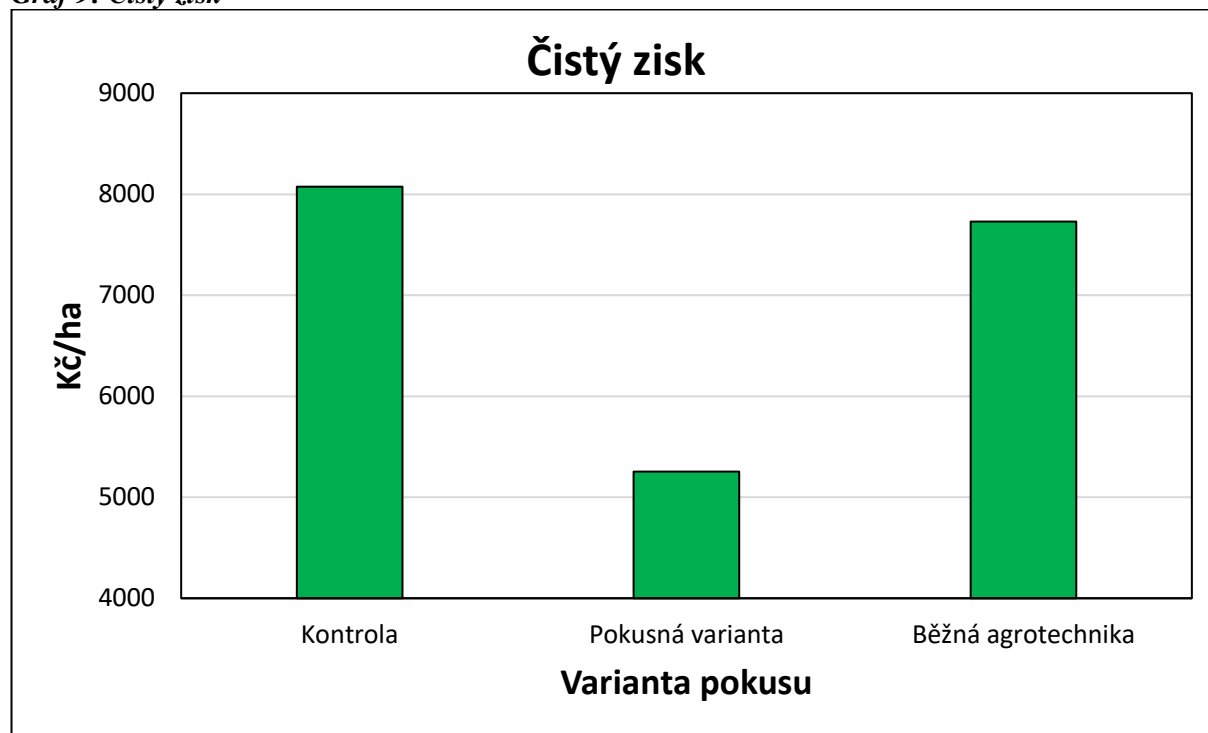
V Tabulce 23 a v Grafu 9 jsou uvedeny čisté zisky po odečtení celkových nákladů. Zatímco hrubý zisk vyšel nejvyšší u varianty běžná agrotechnika, čistý zisk byl nejvyšší při variantě kontrolní, díky nižšímu počtu přejezdů a tím i nižších výdajů na provedení aplikace listových hnojiv.

Tabulka 23: Čistý zisk

Varianta	Čistý zisk
Kontrola	8076 Kč/ha
Pokusná varianta	5253 Kč/ha
Běžná agrotechnika	7729 Kč/ha

Zdroj: autor práce, 2021

Graf 9: Čistý zisk



Zdroj: autor práce, 2021

7 Diskuse

Tato kapitola zahrnuje shrnutí poznatků získaných v průběhu pokusu a výsledků, které jsou zhodnoceny použitou odbornou literaturou.

Pokus byl ovlivněn bohatými srážkami v hospodářském roce 2019/2020, které v několika měsících převyšovaly dlouhodobý srážkový normál naší oblasti.

Výnosy dosahovaly hladiny 8 t/ha. Nejnižší výnos vyšel u pokusné varianty s aplikací listových hnojiv. V pořadí na druhém místě skončila varianta kontrolní a nejlepších výsledků dosáhla námi běžně používaná agrotechnika. Při výpočtu teoretického výnosu se však varianty seřadily dle mého prvního očekávání, avšak s vysokým rozdílem oproti skutečnému výnosu. Diviš et al. (2010) uvádí, že teoretický výnos je zatížen řadou chyb při stanovení jednotlivých hodnot, které způsobují, že vypočtený výnos je v převážné většině případů vyšší než výnos skutečný. Zdrojů chyb je celá řada. Např. většinou se vyberou lepší než průměrné klasy, v porostu se stanoví počty bez odpočtu prázdných míst, nejsou zde zachyceny ztráty při sklizni, je počítána HTZ při vyšším obsahu vody v zrna a další. Dále zmiňuje, že na jakostní parametry působí v různé míře jak genetické (vnitřní) vlastnosti odrůdy, tak i většina vnějších faktorů (pěstitelská oblast, ročník, agrotechnika, výživa atd.), přičemž tyto znaky mají v různých letech různou významnost. Přesto lze ale většinou nalézt následující vztahy:

- Odrůda (genotyp) – má hlavní vliv na obsah bílkovin a důležité kvalitativní ukazatele (SDS test a číslo poklesu (pádu)).

- Pěstitelská oblast – nejlepší výsledky jsou většinou v řepařské a lepší obilnářské oblasti. Sušší oblasti i ročníky jsou lepší než vlhké.

- Výživa – zvláště hnojení dusíkem působí významně (při dostatku vláhy) na obsah celkových bílkovin a zejména bílkovin zásobních (lepku).

- Agrotechnika (zvláště předplodina, kvalita založení porostu atd.) na obsah bílkovin a mlynářskou kvalitu (objemovou hmotnost).

- Tzv. faktor ročníku (je dán hlavně průběhem teplot a srážek, ale i dalšími faktory), je vesměs uváděn jako hlavní, ovlivňující většinou více než z poloviny všechny znaky potravinářské kvality.

Potenciální produktivita klasu je 100–150 zrn. Skutečně je v klasech při sklizni 15–40 zrn. Počet zrn v klasu je ovlivněn především vysokými teplotami, nedostatkem vláhy a živin. Vysoké teploty, nedostatek vláhy a živin, klasové a listové choroby a další vlivy poškozující asimilační aparát, přispívají ke zkrácení doby plnění obilek, hmotnost obilek se zvětšuje málo. Toto tvrzení pokus taktéž potvrdil, počet zrn v klasech se pohyboval při výpočtu teoretického výnosu v rozmezí 37–39 zrn.

Sklizeň byla v roce pokusu velmi obtížná z důvodu častých srážek, avšak i přes tento problém byly všechny varianty pokusu zařazeny dle výkupních parametrů do kategorie potravinářské pšenice. Zimolka (2005) uvádí, že objemová hmotnost závisí na pěstitelských podmínkách, ročníku, zdravotním stavu, polehlosti a odrůdě. Důležitý je termín včasné sklizně, po deštivém počasí objemová hmotnost zralého zrna rychle klesá.

Zitta et al. (2007) publikuje, že jednorázově nelze mimokořenovou výživou zajistit růst a vývoj rostlin, protože rostliny ve svých orgánech nemají dostatečné úložné prostory pro dodané živiny.

Proto, jak uvádí Zimolka (2005) hlavní podíl živin nezbytných pro růst a vývoj rostlina přijímá z půdy prostřednictvím kořenového systému. Využití mimokořenové výživy může vést k plné úpravě výživného stavu pouze u mikroživin. U makroelementů představuje vždy jen náhradní řešení k překlenutí pro rostliny nepříznivého období. (Fageria 2009) doplňuje, že listové hnojení může doplňovat hnojení půdy. Pokud je listové hnojivo smícháno s postemergentními herbicidy, insekticidy nebo fungicidy, mohla by narůst pravděpodobnost reakce na výnos a také se sníží náklady na aplikaci.

K úpravě výživného stavu můžeme použít jak tuhá, velmi dobře rozpustná hnojiva (např. ledek vápenatý, močovina, Amofos, chlorid i síran draselný, síran hořečnatý), tak i hnojiva kapalná (Richter & Hřivna 2008).

Mimokořenová aplikace makroprvků řeší případné korekce okamžitého stavu zásobení rostlin živinami či při zhoršených podmínkách příjmu (Procházka 1998). (Hu et al. 2008) doplňuje, že dodávka živin přes kořeny je omezena v období sucha. Účinnost hnojení na list je v těchto situacích vyšší než při aplikaci pevných minerálních hnojiv. (Warraich et al. 2011) potvrzuje, že stres ze sucha negativně ovlivňuje normální fyziologii a růst rostlin, ale také příjem živin kořeny. Domnívám se tedy, že díky změnám klimatu bude mít mimokořenová aplikace stále větší opodstatnění ve výživě rostlin.

8 Závěr

- Na základě výsledků poloprovozního pokusu na naší rodinné farmě nelze jednoznačně zhodnotit vliv listových hnojiv na výnos a jakostní parametry pšenice ozimé.
- Významné rozdíly mezi variantami ve většině sledovaných znaků, jak ve výnosu hlavního produktu, tak v jakosti zrna, nebyly statisticky průkazné.
- Nejlepší výnos zaznamenala námi používaná agrotechnika, tedy 8,28 t/ha, nejhůře však dopadla varianta s aplikací listových hnojiv s výnosem 7,93 t/ha. Proto tedy nelze potvrdit hypotézu, že by listová hnojiva ovlivňovala výši výsledného výnosu zrna.
- Aplikace listových hnojiv měla pozitivní vliv na počet klasů na m². Avšak počet zrn v klase, který činil 37 zrn, byl u pokusné varianty nejnižší. Nejlépe v tomto případě vyšla varianta kontrola s 39 zrny v klase. Hmotnost 1000 semen byla taktéž nejnižší u pokusné varianty s výsledkem 41 g.
- Nebyla prokázána hypotéza, že by listová hnojiva ovlivnila jakostní parametry pšenice ozimé a tím i zařazení do skupiny potravinářské nebo krmné pšenice, jelikož všechny varianty pokusu spadaly dle jakostních parametrů do kategorie pšenice potravinářské. Spíš než listová hnojiva ovlivňuje její zařazení do potravinářské nebo krmné kategorie pšenice vliv agroekologických faktorů a vybraná odrůda a to více než z jedné poloviny.
- Z důvodu bohatých atmosférických srážek během celého vegetačního období pokusu sledované parametry vykazovaly podobné hodnoty. Proto by bylo vhodné tento pokus opakovat v následujících letech, aby se statisticky eliminoval vliv průběhu jednoho ročníku.
- Jedná se pouze o jednoleté výsledky pokusu, proto by v následujících letech mohly být výsledky průkaznější.
- Produkce dosáhla potravinářské jakosti ve všech variantách pokusu, proto je důležitý výběr kvalitní odrůdy, která si dokáže uchovat své jakostní parametry.

9 Literatura

- Baier J, Baierová V. 1985. Abeceda výživy rostlin a hnojení. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Barraclough P, Leigh R. 1984. The growth and activity of winter wheat roots in the field: The effect of sowing date and soil type on root growth of high-yielding crops. *Journal of agricultural science* **103**:59-74.
- Beneš P. 2012. Základ úspěchu: správné set'ové lůžko. Odborný a stavovský týdeník Zemědělec. Available from <https://www.zemedelec.cz/zaklad-uspechu-spravne-setove-luzko/> (accessed January 2012).
- Bøckman OCH, Kaarstad O, Lie OH, Richards I. 1990. Agriculture and Fertilizers. Norsk Hydro a.s., Oslo.
- Broadley MR, White PJ, Hammond JP, Zelko I, Lux A. 2007. Zinc in plants. *New phytologist* **173**:677-702.
- Burke JJ, Holloway P, Dalling MJ. 1986. The effect of sulfur deficiency on the organisation and photosynthetic capability of wheat leaves. *Journal of Plant Physiology* **125**:371-375.
- Camberato J, Casteel S. 2017. Sulfur deficiency. Purdue University Department of Agronomy, Soil Fertility Update 1-6.
- Coleman R. 1966. The importance of sulfur as a plant nutrient in world crop production. *Soil Science* **101**:230-239.
- Černý J, Balík J, Kulhánek M, Sedlár O, Vašák F. 2016. Význam bóru ve výživě rostlin. *Agromanuál* **9-10**:56-59.
- Černý J, Kulhánek M, Sedlár O, Balík J, Javor T, Suran P. 2020. Vhodná dávka síry a termín aplikace při jarním hnojení ozimé pšenice. *Agromanuál* **4**:74-77.
- Český statistický úřad. 2020. Osevní plochy zemědělských plodin k 31.5. Český statistický úřad, Praha. Available from: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM02A&pvo=ZEM02A&evo=v539 ! ZEM02A-2020_1 (accessed December 2020).
- Diviš J, Jůza J, Moudrý J, Vondryš J, Bárta J, Štěrba Z. 2010. Pěstování rostlin. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- Dudík D. 1966. Rostlinná výroba. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

- Fageria NK, Filho MB, Moreira A, Guimarães CM. (2009). Foliar fertilization of crop plants. *Journal of plant nutrition* **32**:1044-1064.
- Gandini EMM, Costa ESP, dos Santos JB, Soares MA, Barroso GM, Correa JM, Carvalho AG, Zanuncio JC. 2020. Compatibility of pesticides and/or fertilizers in tank mixtures. *Journal of cleaner production* **268**:122-152
- Grant CA, Flaten DN, Tomasiewicz DJ, Sheppard SC. 2001. The importance of early season phosphorus nutrition. *Canadian Journal of Plant Science* **81**:211-224.
- Güneş A, Gezgin S, Kalinbacak K, Ozcan H, Cakmak İ. 2017. The importance of boron for plants. *Journal of Boron* **2**:168-174.
- Hlisnikovsky L, Hejcman M, Kunzova E, Mensik L. 2019. The effect of soil-climate conditions on yielding parameters, chemical composition and baking quality of ancient wheat species *Triticum monococcum* L., *Triticum dicoccum* Schrank and *Triticum spelta* L. in comparison with modern *Triticum aestivum* L.. *Archives of Agronomy and Soil Science* **65**:152-163.
- Holland J, 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture Ecosystems & Environment* **103**:1-25.
- Horcicka P, Sedlacek T. 2011. Development of a Small-Scale Variant of the Rapid Mix Test Experimental Bread Baking. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* **47**:123-127.
- Hu Y, Burucs Z, Schmidhalter U. 2008. Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity. *Soil Science and Plant Nutrition* **54**:133-141.
- Hubík K, Mareček J. 2002. Kvalita obilnin. Úroda. Available from <https://www.uroda.cz/kvalita-obilnin/> (accessed April 2002).
- Huynh HT, Hufnagel J, Wurbs A, Bellingrath-Kimura SD. Influences of soil tillage, irrigation and crop rotation on maize biomass yield in a 9-year field study in Muncheberg, Germany. *Field Crops Research* **241**.
- Chrenkova M, Ceresnakova Z, Sommer A, Galova Z, Kral'ova V. 2000. Assessment of nutritional value in spelt (*Triticum spelta* L.) and winter (*Triticum aestivum* L.) wheat by chemical and biological methods. *Czech Journal of Animal Science* **45**:133-137.
- Ivanič J, Havelka B, Knop K. 1984. Výživa a hnojenie rastlín. Príroda, vydavateľstvo kníh a časopisov, n. p., Bratislava.

- Kahnt G. 1986. Biologischer Pflanzenbau. Möglichkeiten und Grenzen biologischer Anbausysteme. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Konavko A, Ruza A. 2017. Influence of tillage and crop rotation on winter wheat grain quality. Proceedings of the Scientific and Practical Conference Harmonious Agriculture 50-54.
- Kovaříková D, Netolická V. 2011. Vzdělávací materiál pro předmět Technologická příprava. Střední průmyslová škola potravinářská Pardubice, Pardubice.
- Křen J, et al. 1998. Metodika pěstování ozimých obilnin. Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o, Kroměříž.
- Křen J, Neudert L, Procházková B, Smutný V, Hůla J. 2015. Obecná produkce rostlinná – 1. část. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Křen J, Neudert L, Procházková B, Smutný V, Hůla J. 2015. Obecná produkce rostlinná – 2. část. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Křen J. 2001. Pěstování ozimé pšenice v České republice. Úroda. Available from <https://www.uroda.cz/pestovani-ozime-psenice-v-ceske-republice/> (accessed May 2001).
- Lewis OAM. 1986. Plants and nitrogen. The Camelot Press Ltd, Southampton.
- Mares D, Mrva K. 2008. Late-maturity alpha-amylase: Low falling number in wheat in the absence of preharvest sprouting. Journal of Cereal Science **47**:6-17.
- Mosali J, Desta K, Teal RK, Freeman KW, Martin KL, Lawles JW, Raun WR. 2006. Effect of foliar application of phosphorus on winter wheat grain yield, phosphorus uptake, and use efficiency. Journal of Plant Nutrition **29**:2147-2163.
- Niu J, Liu C, Huang M, Liu K, Yan D. 2020. Effects of Foliar Fertilization: a Review of Current Status and Future Perspectives. Journal of soil science and plant nutrition 1-15.
- Pazderů K, Bečka D, Capouchová I, Dvořák P, Procházka P, Urban J. 2018. Pěstování rostlin – cvičení. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Petr J, Hůska J. 1997. Speciální produkce rostlinná. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Petr J. 2001. Pěstování pšenice podle užitkových směrů. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Poláková M, Šilha J. 2015. Efektivní podpora výnosu a kvality. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/efektivni-podpora-vynosu-a-kvality> (accessed April 2015).

Procházka S, et al. 1998. Fyziologie rostlin. Academia, Praha.

Pulkrábek J, et al. 2003. Speciální fyto technika. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Richter R, Hřivna L. 2008. Význam mimokořenné výživy rostlin. Profi Press s.r.o. Available from <https://www.zemedelec.cz/vyznam-mimokorenove-vyzivy-rostlin/> (accessed April 2008).

Saleem M, Khanif YM, Fauziah I, Samsuri AW, Hafeez B. 2011. Importance of boron for agriculture productivity: a review. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science **1**: 293-300.

Schrader LE. 1984. Function and Transformations of Nitrogen in Higher Plants. Nitrogen in crop production 55-65.

Tsonev T, Cebola Lidon FJ. 2012. Zinc in plants-an overview. Emirates Journal of Food & Agriculture **24**:322-333.

Tucker TC. 1984. Diagnosis of nitrogen deficiency in plants. Nitrogen in crop production 247-262.

Uchida R. 2000. Essential nutrients for plant growth: nutrient functions and deficiency symptoms. Plant nutrient management in Hawaii's soils 31-55.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2019. Jednotné pracovní postupy - testování odrůd. Národní referenční laboratoř. Available from http://eagri.cz/public/web/file/633064/_50192._1_Stan_objem_hmotnosti_zvane_hektolitrova_vaha.pdf (accessed October 2019).

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press s.r.o, Praha.

Vyn TJ, Sutton JC, Raimbault, BA. 1991. Crop Sequence and Tillage Effects of Winter-Wheat Development and Yield. Canadian Journal of Plant Science **71**:669-676.

Waraich EA, Ahmad R, Ashraf MY. 2011. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. Australian Journal of crop science, **5**:764-777.

Yang YJ, Xiong J, Tao LX, Cao ZZ, Tang W, Zhang JP, Yu XY, Fu GF, Zhang XF, Lu YL. 2020. Regulatory mechanisms of nitrogen (N) on cadmium (Cd) uptake and accumulation in plants: A review. *Science of the Total Environment* (e135186) DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135186.

YARA Agri Czech Republic s.r.o. Yara N-Tester, YARA Agri Czech Republic s.r.o, Praha Available from <https://www.yaraagri.cz/vyziva-rostlin/nastroje-sluzby/n-tester/> (accessed January 2020).

Yruela I. 2005. Copper in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology* **17**:145-156.

Yruela I. 2009. Copper in plants: acquisition, transport and interactions. *Functional Plant Biology* **36**:409-430.

Zimolka J. 2005. Pšenice pěstování, hodnocení a užití zrna. ProfiPress s.r.o, Praha.

Zitta M., Vostal J. 1999. *Obecná fyto technika*. Česká zemědělská univerzita, Praha.

10 Přílohy

Příloha 1:	Seznam tabulek	52
Příloha 2:	Seznam grafů.....	53

Příloha 1: Seznam tabulek

Tabulka 1:	Struktura zemědělské výroby 2019/2020	27
Tabulka 2:	Charakteristika honu dle LPIS	28
Tabulka 3:	Charakteristika honu dle BPEJ	28
Tabulka 4:	Obsah živin dle AZZP 2020 (mg/kg)	28
Tabulka 5:	Zpracování půdy	30
Tabulka 6:	Potravinářské parametry	31
Tabulka 7:	Hnojení	31
Tabulka 8:	Použité přípravky na ochranu rostlin	32
Tabulka 9:	Rozpis použitých listových hnojiv	32
Tabulka 10:	Počet klasů na m ²	34
Tabulka 11:	Počet zrn v klasu	35
Tabulka 12:	Hmotnost 1000 semen	35
Tabulka 13:	Teoretický hospodářský výnos	36
Tabulka 14:	Skutečný hektarový výnos	37
Tabulka 15:	Náklady na aplikovaná listová hnojiva	40
Tabulka 16:	Náklady na aplikované POR	40
Tabulka 17:	Náklady na aplikovaná minerální hnojiva	40
Tabulka 18:	Ostatní náklady	40
Tabulka 19:	Náklady na pracovní operace	41
Tabulka 20:	Ceník použitých listových hnojiv	41
Tabulka 21:	Hrubý zisk	41
Tabulka 22:	Součet celkových nákladů	42
Tabulka 23:	Čistý zisk	42

Příloha 2: Seznam grafů

Graf 1:	Měsíční úhrny srážek porovnané s dlouhodobým normálem	29
Graf 2:	Průměrné měsíční teploty porovnané s dlouhodobým normálem.....	29
Graf 3:	Počet klasů na m ²	34
Graf 4:	Počet zrn v klasu	35
Graf 5:	Hmotnost 1000 semen.....	36
Graf 6:	Teoretický hospodářský výnos	37
Graf 7:	Skutečný hektarový výnos	38
Graf 8:	Porovnání skutečného a teoretického výnosu	39
Graf 9:	Čistý zisk.....	42