

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



Různé technologie hnojení při pěstování pšenice ozimé

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.

Vypracoval:

Ivo Benda

Brno 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Různé technologie hnojení při pěstování pšenice ozimé* vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

Podpis autora práce

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Pavlu Ryantovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování své bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě Yara Agri Czech Republic, s. r. o. za poskytnuté prostředky v rámci pokusu.

ANOTACE

Cílem této práce bylo porovnání technologie hnojení firmy Yara Agri Czech Republic, s. r. o., s klasickou technologií hnojení v ČR (LAD) u pšenice ozimé. Problematika byla řešena v hospodářském roce 2014/2015 formou maloparcelkového polního pokusu na experimentálních plochách Mendelovy univerzity v Brně, a to na Polní pokusné stanici Žabčice a Výzkumné pícninářské stanici Vatín u Žďáru nad Sázavou. Do pokusu byly zařazeny 3 varianty: 1. Nehnojeno, 2. LAD, 3. Yara. Na variantě Yara byly použity dusíkatá hnojiva s obsahem síry u varianty LAD nikoli. Hodnocen byl vliv variant na výživný stav porostu, výnos zrna a jeho kvalitativních parametrů.

Na pokusné stanici v Žabčicích byl statisticky průkazný vliv hnojení na hodnoty N-testeru, na výnos zrna, obsah dusíkatých látek a sedimentační hodnoty zrna. Nejlepších výsledků dosahovala varianta LAD, která měla výnos zrna a hodnoty N-testeru průkazně vyšší než varianta nehnojeno i varianta Yara. U obsahu N-látek v zrně a sedimentační hodnoty byly hnojené varianty mezi sebou statisticky neprůkazné.

Na pokusné stanici ve Vatíně byla statisticky průkazně vyšší sedimentační hodnota na obou hnojených variantách oproti nehnojené kontrole. U hodnot N-testeru byla pouze varianta LAD statisticky průkazně vyšší od ostatních variant. Neprůkazné a dosti variabilní byly výsledky u výnosu a obsahu dusíkatých látek, kdy kontrolní varianta dosahovala lepších průměrných výsledků než hnojené varianty.

Klíčová slova: pšenice ozimá, výnos zrna, hnojení, dusík.

ANNOTATION

The aim of this bachelor thesis was to compare a fertilizing technology of the Yara Agri Czech republic, s.r.o. company with a classic winter wheat fertilizing technology (LAD) used in the Czech Republic. The issue was being solved in the economic year 2014/2015 by a small-scale field experiment at the Mendel University Brno experimental compound, at Žabčice Field Research Station and at Vatín Feed Research Station near the town of Žďár nad Sázavou to be exact. Three variants were included in the experiment: 1. Non-fertilized; 2. LAD fertilized; 3. Yara fertilizing technology. With the Yara variant, Sulphur-containing nitrogenous fertilizers were used, but not with the LAD variant. The influence of a variant on a nutritive state of the growth, as well as grain yield and its qualitative parameters were evaluated.

A statistically conclusive influence of fertilizing on N-tester values, grain yield, nitrogenous substances and sedimentation values of grain was observed at the Žabčice Field Research Station. The best results was achieved by the LAD variant, with its grain yield and N-tester values conclusively higher than both the non-fertilized variant and the Yara fertilizing technology variant. Regarding the N-substance content in grain and the sedimentation value, the fertilized variants were statistically inconclusive.

At the Vatín Feed Research Station, the sedimentation value was statistically conclusively higher with both the fertilized variants in comparison to the non-fertilized variant. The N-tester values were only statistically conclusively higher with the LAD variant in comparison to both other variants. The results of grain yield and nitrogenous substances content results were inconclusive and highly variable, with the control variant achieving better average results than the fertilized variants

Key words: winter wheat, grain yield, fertilisation, nitrogen.

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
2.1	Pšenice ozimá.....	9
2.1.1	Historie pěstování	9
2.1.2	Význam pěstování pšenice a užitkové směry	9
2.1.3	Botanická a biologická charakteristika	10
2.1.4	Osevní plochy a výnosy pšenice ozimé v ČR.....	11
2.1.5	Agrotechnika.....	12
2.1.5.1	Zařazení v osevním postupu	12
2.1.5.2	Zpracování půdy	13
2.2	Výživa a hnojení pšenice ozimé.....	13
2.2.1	Výživa a hnojení fosforem.....	13
2.2.2	Výživa a hnojení draslíkem	14
2.2.3	Výživa a hnojení hořčíkem	15
2.2.4	Výživa a hnojení vápníkem	15
2.2.5	Výživa a hnojení sírou	16
2.2.6	Výživa a hnojení dusíkem.....	17
2.2.6.1	Základní hnojení	19
2.2.6.2	Regenerační hnojení	19
2.2.6.3	Produkční hnojení.....	20
2.2.6.4	Kvalitativní hnojení	20
3	CÍL PRÁCE	22
4	MATERIÁL A METODIKA.....	23
4.1	Charakteristika pokusných lokalit.....	23
4.1.1	Pokusná stanice Žabčice	23
4.1.2	Pokusná stanice Vatín.....	26
4.1.3	Agrochemické vlastnosti půd před založením pokusů	29
4.2	Metodika polního pokusu.....	29
4.3	Použitý materiál	32
4.3.1	Použité osivo.....	32
4.3.2	Použité hnojiva	32
4.3.3	Použité analytické metody	34

4.3.4	Použité statistické metody	35
5	VÝSLEDKY A DISKUSE	36
5.1	Výsledky Žabčice.....	36
5.1.1	Výživný stav porostu dle hodnot N – testeru.....	36
5.1.2	Výnos zrna	37
5.1.3	Obsah dusíkatých látek	39
5.1.4	Sedimentační hodnota.....	41
5.2	Výsledky Vatín.....	43
5.2.1	Výživný stav porostu dle hodnot N – testeru.....	43
5.2.2	Výnos zrna	44
5.2.3	Obsah dusíkatých látek	46
5.2.4	Sedimentační hodnota.....	48
6	ZÁVĚR	50
7	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY.....	52
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	55
9	SEZNAM TABULEK	55

1 ÚVOD

Pšenice ozimá patří mezi naše nejpěstovanější kulturní plodiny nejen proto, že je nezastupitelnou obilninou ve výživě člověka, ale také významnou krmnou surovinou pro výživu hospodářských zvířat. V roce 2015 byla vyseta na 755 tis. hektarech dlouhodobě a je dlouhodobě nejpěstovanější obilninou v ČR, nejen pro svou plastičnost vůči klimatickým podmínkám, ale i pro stabilní odbyt pro zpracování zrna.

I když se v České republice větší část produkce pšenice ozimé zkrmuje, cílem většiny pěstitelů je dosáhnout potravinářské kvality a tím i většího zisku. Proto na větší části osevních ploch převládají odrůdy jakostní skupiny E a A. Z toho vyplývá, že i pšenice původně vypěstovaná pro potravinářské účely bývá zkrmována a to je nežádoucí z hlediska skladby bílkovin. Tyto odrůdy se vyznačují vyšším podílem bílkovin tvořící lepek, nižší koncentrací esenciálních aminokyselin a nízkým obsahem rozpustných frakcí prolaminů a gluteninů, ty zapříčiňují nižší konverzi bílkovin v trávicím traktu monogastričních zvířat (Zimolka a kol., 2005).

Pro dosažení uspokojivého výnosu a požadované kvality je nutno zajistit optimální výživu všemi živinami. Od 90. let minulého století se v důsledku zvyšování cen hnojiv výrazně omezilo hnojení všech doposud používaných hnojiv a to nejvíce draselných a fosforečných hnojiv.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Pšenice ozimá

2.1.1 Historie pěstování

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 nejvýznamnější pěstovanou plodinou nepřetržitě po celé pravěké i historické období (Tichá, Vyzínová, 2006).

Podle archeologických výzkumů vzniklo zemědělství, tj. pěstování rostlin a chov zvířat v 10. – 8. tisíciletí př. n. l. v jihozápadní Asii (náhorní oblasti severního Iráku, Íránu, Sýrie, Palestiny, Malé Asie), a to jako zákonitý výsledek předcházejícího vývoje výrobních sil. Vznik zemědělství byl nejvýznamnější, skutečně revoluční změnou v pravěkém období lidstva, neboť objev a využití možností pěstovat rostliny a chovat zvířata podstatně snížily závislost člověka na přírodě a nesmírně urychlily další vývoj lidstva. Archeologické nálezy dokládají pěstování pšenice již od 8. tisíciletí př. n. l., a to v oblasti tzv. „úrodného půlměsíce“. Nejstarší nálezy pšenice jednozrnky (*Triticum monococcum* L.) byly zjištěny na lokalitě Jericho (8000 př. n. l.), Ali Kosh (Irán, 7500 př. n. l.), Catal Hüyük (centrální Anatólie, 5850 př. n. l.) a Hacilar (jihozápadní Anatólie, 7000 př. n. l.). Pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoccum* Schrank) byla zjištěna na lokalitě Jericho (8000 př. n. l.), Ali Kosh (7500 př. n. l.). Doklady o počátcích pěstování pšenice obecné (*Triticum aestivum* L.) byly získány z archeologických výzkumů na lokalitách Ramad (kolem 6000 př. n. l.) Knossos (Stratum X, kolem 6100 př. n. l.) a Tell es Sawwan (střední Tigris, 5800 – 5600 př. n. l.). Ostatní druhy nebyly v těchto nejstarších obdobích pěstování pšenice dosud zjištěny (Foltýn a kol., 1970).

2.1.2 Význam pěstování pšenice a užitkové směry

Potravinářská pšenice (odrůda pšenice seté *Triticum aestivum* L. ozimé i jarní k mlýnsko-pekárenskému zpracování.) Pro kynutá těsta: s požadovanou mlýnářskou a pekařskou jakostí, kdy se odrůdy podle jakosti třídí do jakostních skupin: E – elitní, A – kvalitní a B – chlebové. Pro pečivářenské účely: zvláštní jakostní požadavky k vý-

robě keksů, sušenek, oplatek, pizzy a dalšího jemného pečiva. Pro těstoviny: převážně odrůdy pšenice tvrdé *Triticum durum* L. k výrobě těstovin (makaronů, špaget, nudlí a dalších těstovin), speciálně mleté na mouku semolinu (Zimolka a kol., 2005).

Pšenice krmná: tvoří největší podíl využití pšenice. Jde o nepotravinářské odrůdy pšenice s menším podílem nerozpustných frakcí bílkovin (prolaminu, gluteninu) a vysokým bílkovinným produkčním indexem (PER). To je poměr mezi hmotnostním přírůstkem a množstvím přijatých bílkovin. Pro kazein je hodnota 100, pro pšenici se udává průměrná hodnota 55.

Pšenice průmyslová – pro produkci škrobu: vybrané odrůdy pšenice obecné *Triticum aestivum* L. s vysokým obsahem škrobu o velikosti škrobových zrn 10 až 25 μm ., tj. škrobu A, s dobrou vypíratelností lepku nebo i vyšším obsahem lepku pro získání vitálního lepku jako hlavního produktu. Pro produkci ethanolu: odrůdy většinou s vyšším obsahem škrobu a vyšší aktivitou enzymů, s vysokou výtěžností bioethanolu. Pro energetické účely: uvádějí se možnosti vysoké energetické výtěžnosti při spalování celé nadzemní biomasy (Petr J., 2001).

2.1.3 Botanická a biologická charakteristika

Do rodu pšenice *Triticum* L., který náleží do čeledi lipnicovitých *Poaceae*, patří několik druhů. Její klas je složený z vícekvětých klásků, které jsou umístěny na jednotlivých člancích klasového větene. Mohou být 1 – 2, ale až 7 květé, z nichž zpravidla 1 až 4 jsou plodné. Základní chromozomové číslo $n = 7$ a podle počtu chromozomů rod *Triticum* zahrnuje tři skupiny. Do první skupiny patří diploidní pšenice ($2n = 14$): pšenice planá jednozrnka, *Triticum boeoticum* (Boiss.) Schiem a pšenice kulturní jednozrnka, *Triticum monoccocum* L. Větší pěstitelský význam má druhá skupina tetraploidních pšenic ($2n = 28$). Patří sem: pšenice planá dvouzrnka, *Triticum dicocoides* L., pšenice dvouzrnka, *Triticum dicoceum* Schrank (okryž), pšenice Timofejevova, *Triticum timopheevi* Zhuk, pšenice naduřelá, *Triticum turgidum* L., pšenice polská, *Triticum polanicum*, a pšenice tvrdá, *Triticum durum*.

Pěstitelsky nejvýznamnější je třetí skupina hexaploidních pšenic ($2n = 42$), patří sem: pšenice špalda, *Triticum spelta* L., a pšenice setá, *Triticum aestivum* L. Pšenice setá je nejvíce pěstovaných druhem u nás i ve světě. Má nelámavý klas, osinatý nebo bezosinný, různě hustý. Plevy i pluchy jsou vejčité nebo podlouhle vejčité, se zřetelným

kýlem. Obilky jsou nahé, buclatější, na řezu oblé, s mírně vystouplým klíčkem, na protilehlé straně ochmýřené. Pšenice setá vznikla pravděpodobně ze špaldy a vyskytuje se ve čtyřech varietách: lutescens, s bezosinatým či osinkatým klasem, bílé barvy, militurum, s bezosinným či osinkatým klasem, červené barvy, erythrospermum, s osinatým klasem, bílé barvy, ferrugineum, s osinatým klasem, červené barvy. V ČR převažují odrůdy náležející do variety lutescens (Zimolka a kol., 2005).

2.1.4 Osevní plochy a výnosy pšenice ozimé v ČR

Ozimé obiloviny pro sklizeň v roce 2015 byly vysety na 935 tis. ha, tj. meziročně o 33 tis. ha (-3,4 %) méně. K poklesu plochy došlo u pšenice ozimé o 36 tis. ha na 755 tis. ha (-4,5 %). Celkový úbytek ozimých obilovin je částečně zmírněn nárůstem plochy ječmene ozimého o 8 tis. ha na 111 tis. ha (+7,5 %) a žita o 2 tis. ha na 27 tis. ha (+8,5 %) (Český statistický úřad, 2015).

Tabulka 1 Osevní plochy ozimých obilnin a řepky, zdroj: Český statistický úřad, 2015

Plodina	Osevní plocha pro sklizeň (ha)		Index (%) 2014/2015	Rozdíl (ha) 2015 - 2014
	2014 ¹⁾	2015		
Obiloviny ozimé celkem	967 251	934 686	96,6	-32 565
Pšenice ozimá	790 690	755 096	95,5	-35 594
Žito ozimé	25 137	27 276	108,5	2 139
Ječmen ozimý	102 927	110 607	107,5	7 680
Tritikale	48 497	41 707	86,0	-6 790

Sklizňová plocha obilnin (včetně kukuřice na zrno a ostatních obilovin) se meziročně snížila o 19,8 tis. ha tj. o 1,4 % na 1 389,8 tis. ha. Celková sklizeň ve výši 8 183,5 tis. tun byla proti roku 2014 nižší o 595,8 tis. tun, tj. o 6,8 %.

Pšenice bylo sklizeno 5 274,3 tis. tun tj. o 168,1 tis. tun méně (o 3,1 %) než v roce minulém. Hektarový výnos obilovin 5,89 t je ve srovnání s předchozím rokem nižší o 0,34 t (tj. o 5,5 %), z toho u pšenice ozimé byl dosažen hektarový výnos 6,50 t (6,61 t v roce 2014) (Český statistický úřad, 2016).

2.1.5 Agrotechnika

2.1.5.1 *Zařazení v osevním postupu*

Pšenice ozimá je náročná na předplodinu. Vysoký výnosový potenciál je zpravidla využitý na zlepšujících plodinách. Nejlepšími předplodinami pšenice jsou jeteloviny, luskoviny, olejnin y a okopaniny. V suchých oblastech, zvláště po vojtěškách a vojtěško-travních směskách, často zůstává po suchém létě v půdě málo vláhy pro ozimou pšenici. V takovém případě je vhodné zařadit před pšenici jinou plodinu (kukuřici na siláž). Rozšiřováním ploch pšenice se často nevyhneme jejímu pěstování po obilnině. Pšenice bývá po obilninách zaplevelena a zvyšuje se nebezpečí napadení škůdci. Je-li nutno sít po obilnině, je dobré zlepšit fyzikální stav půdy meziplodinou zaoranou na zelené hnojení a zvýšit dávku průmyslových hnojiv (Štípek a kol., 2009). Zařazení po obilnině zvyšuje nebezpečí vyššího výskytu chorob (zvláště chorob pat stébel) a škůdců a zhoršuje výnosovou stabilitu pšenice (Faměra, 1993).

V některých případech je výhodné takzvané dvojité střídání plodin. Pro zvýšení výnosů a lepší využití hnojiv se sejí dvakrát listnaté plodiny a po nich dvakrát obilniny. Většinou se velmi zvýší výnos druhé listnaté plodiny a po ní následující první obilniny. V řepařském výrobním typu se nejdéle osvědčil sled cukrovka – brambory – pšenice. V kukuřičném výrobním typu, v sušších podmínkách je vhodné mezi vojtěšku a pšenici zařadit kukuřici na siláž. Kukuřice zlepší vláhové poměry pro pšenici a vojtěška, která zvyšuje půdní úrodnost na více let (zvláště ve druhém roce po zaorání), příznivě ovlivní výnos jak kukuřice na siláž, tak hlavně pšenice (Foltýn a kol., 1970).

S pozdějším výsevem pšenice klesá její výnosnost. Při nevyhnutelnosti zařazení pšenice po těchto plodinách v opožděném termínu setí je nutno uplatnit minimalizaci zpracování půdy, popřípadě setí do nezpracované půdy (diskovým secím stroje). Při pěstování pšenice po obilnině nebo při opožděném termínu setí je třeba zvolit vhodnou tolerantní odrůdu. V intenzivnějších podmínkách řepařské a úrodnější bramborářské výrobní oblasti je citlivost k horší předplodině daná především odrůdou. V horších podmínkách bramborářské a horské oblasti mají nedostatky v zařazení v osevním postupu silnější negativní dopad na výnos pšenice (Faměra, 1993).

2.1.5.2 *Zpracování půdy*

Základní zpracování půdy zahrnuje podmítku, orbu a jejich ošetření, prohlubování ornice, podrývání a hloubkové kypření půdy. Zpracováním půdy se upravují podmínky pro růst a vývin rostlin. Dále se upravuje fyzikální stav půdy, reguluje poměr mezi vodou a vzduchem v půdě, působí na činnost mikroorganismů a nižších živočichů; zpracování půdy urychluje mineralizaci organických látek a ovlivňuje humifikační procesy v půdě. Úroveň zpracování půdy se výrazně projevuje na rozvoji rostlin během celé vegetace (Faměra, 1993).

2.2 **Výživa a hnojení pšenice ozimé**

Pšenice ozimá se řadí mezi plodiny se střední potřebou živin. Na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy a kořenů odčerpá v průměru 25 kg dusíku, 5 kg fosforu, 20 kg draslíku, 2,4 kg hořčíku, 4 kg síry (Zimolka a kol., 2005).

Kořenový systém pšenice může na strukturních půdách dosahovat až do hloubky 70–100 cm, ale největší část se rozkládá v orniční vrstvě do 40 cm. Proto je důležité, pro optimální růst a vývoj pšenice, aby měla v podzimním období dostatek přístupných živin v půdě. Při nedostatku živin jsou omezovány metabolické procesy. Rostliny jsou slabé, špatně odnožují, nevytváří dostatečný kořenový systém a při silnějších zimách mohou vymrzat. (Zimolka a kol., 2005).

2.2.1 **Výživa a hnojení fosforem**

Rostliny přijímají fosfor ve formě aniontů H_2PO_4^- nebo HPO_4^{2-} . Příjem fosforečnanových aniontů probíhá za podmínek, kdy jeho koncentrace v cytoplazmě značně převyšuje koncentraci fosforu v živném prostředí. Například xylémový exudát je 30 až 100–krát koncentrovanější a cytoplasmatický roztok je 2000 a až 20000–krát koncentrovanější jako půdní roztok. Z toho vyplývá, že příjem fosforu probíhá proti koncentračnímu gradientu, tzn. aktivně (Fecenko, Ložek, 2000).

Nedostatek fosforu se u rostlin projevuje méně často. Většinou se nejedná o latentní nedostatek – na rostlinách nejsou zřetelné žádné zjevné příznaky nedostatku této živiny, ale její obsah v rostlinách je nízký, takže nemohou probíhat všechny biochemické funkce.

ce na potřebné úrovni. Kritickým obdobím pro příjem P rostlinami je počátek vegetace, a zvláště za chladného, případně suchého počasí je výrazně ztížen jeho příjem. Postupným růstem kořenů se po zlepšení povětrnostních podmínek může zlepšit příjem P, ale výrazný deficit se většinou již nedá plně nahradit (Vaněk a kol., 2007).

Hnojení fosforečnými hnojivy se provádí většinou společně s hnojivy draselnými prostřednictvím směsí jednosložkových hnojiv nebo kombinovanými hnojivy. (Ryant a kol., 2004).

2.2.2 Výživa a hnojení draslíkem

Draslík je přijímán jako kationt K^+ . Jeho příjem se uskutečňuje jak aktivně (při nízkých koncentracích draslíku v půdním roztoku), tak pasivně. Příjem draslíku také výrazně ovlivňuje antagonismus a synergismus mezi prvky. Vysoká koncentrace draslíku v půdním roztoku (probíhá pasivní příjem) vede k omezení příjmu sodíku, hořčíku, vápníku. Antagonisticky na příjem draslíku můžou působit vodíkové ionty v kyselých půdách. Naopak pozitivní účinek, tj. synergický vliv na příjem draslíku mají živiny, které se v půdním roztoku nacházejí ve formě aniontů (NO_3^- , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , SO_4^{2-}) (Fecenko, Ložek, 2000). Vlastní příjem je kromě koncentrace prvku v půdním roztoku, také ovlivňován vlhkostí, teplotou a intenzitou slunečního záření. Výrazně větší příjem K je při vyšších teplotách a vyšší vlhkosti půdy. Je skutečností, že rostliny pěstované v podmínkách vyšší intenzity slunečního záření potřebují méně K a naopak (Vaněk a kol., 2007).

Při stanovení dávky draselného hnojiva postupujeme podobně jako u hnojení fosforečnými hnojivy. Řídíme se obsahem přístupného draslíku v půdě, který byl zjištěn při rozboru půdy, ale zároveň musíme zohlednit půdní druh. Při výpočtu skutečné dávky draslíku musí být zohledněn jeho obsah nejen v půdě, ale i v posklizňových zbytcích, které zapravíme do půdy. Z draselných hnojiv se nejčastěji používá draselnou sůl (Ryant a kol., 2004).

2.2.3 Výživa a hnojení hořčíkem

Hořčík je přijímán rostlinami jako hořečnatý kationt, ale v menším množství než vápník. Hořčík je rostlinami přijímán pasivně a v rostlině je mobilní. Příjem hořčíku z půdy, významně ovlivňuje draselný kationt, protože draslík je v porovnání s ostatními kationty nejlépe přijímán (aktivní i pasivní transport), proto jeho nadbytek v půdním roztoku působí negativně na příjem ostatních kationtů, zejména pak hořčíku (Ryant a kol., 2004).

K cílevědomému hnojení hořčíku podle stanoveného obsahu v půdě může sloužit hořčík v kieseritu. Při aplikaci vápenato-hořečnatých a draselno-hořečnatých hnojiv, nemůže být v současné výrobní praxi v dostatečné míře respektována zásada orientovat tato hnojiva na pozemky, vyžadující hnojení hořčíkem (Richter, 1987).

Aplikaci hořečnatých hnojiv můžeme provádět, buď samostatně, nebo v rámci vápnění, za použití dolomitického vápence, případně při aplikaci draselných a dusíkatých hnojiv, z nichž některá hořčík obsahují, např. ledek amonný s dolomitem (Ryant a kol., 2004).

2.2.4 Výživa a hnojení vápníkem

Vápník působí významně na utváření a udržení příznivých vlastností půd. Vzhledem k tomu, že vápník má velký význam na fyzikálně-chemické vlastnosti půd, byla jeho funkce živiny pro rostliny často opomíjena. Z půdního roztoku je přijímán rostlinami jako vápenatý kationt, kde je zpravidla převažujícím kationtem. Vlastní příjem se uskutečňuje především pasivně kořenovými špičkami. Aktivní příjem vápníku a jeho průchod membránami jsou omezeny, jakož i jeho pohyblivost a transport v rostlině, uskutečňují se téměř výhradně transpiračním proudem. Velmi málo je vápníku transportováno ve floemu, a proto je malý obsah vápníku zásobních orgánech (Vaněk a kol., 2007).

Pšenice je citlivá k nízké hodnotě pH půdy. Vzhledem k tomu, že většinou následuje po plodinách, ke kterým se vápní, není k pšenici nutné přímo vápnit. V případě potřeby lze k pšenici vápnit (hlavně těžší půdy), a to co nejdříve, tedy již koncem léta, nejlépe vápence (Vaněk a kol., 2007).

Vápněním se dosahuje a udržuje optimální půdní reakce (pH). Udržovací vápnění nahrazuje ztráty vápníku, které u nás představují v průměru asi 250 kg/ha ročně. Melio-

račním vápněním se postupně vyrovnává pH na požadovanou úroveň. Pšenice nevyžaduje přímé vápnění, i když je možno aplikovat vápenné hmoty před podmítkou nebo před orbou. Úprava pH se řeší v rámci celého osevního postupu (Faměra, 1993)

2.2.5 Výživa a hnojení sírou

Obsah síry ve většině zemědělských půd kolísá v širokém rozsahu, běžně od 50 do 500 mg/kg. Převažující složkou je síra v organických sloučeninách (až 98 % celkové síry). Organické sloučeniny síry lze rozdělit do dvou skupin. Síra vázaná na organické sloučeniny v oxidované formě (jako estery s lipidy, polysacharidy i glukosinuláty) a síra vázaná na organické sloučeniny v redukované formě (hlavními představiteli těchto sloučenin jsou aminokyseliny, jako je methionin a cystein, které jsou součástí bílkovin). Malý podíl síry je vázán v biomase mikrobů (1–3 %). Je to však nejdynamičtější část organických sloučenin v půdě, které se mohou významně podílet na výživě rostlin sírou (po mineralizaci), (Vaněk, 2012). Hlavním zdrojem organické síry jsou v podstatě kořeny rostlin a posklizňové zbytky a také statková hnojiva (Vaněk a kol., 2007). Síru v anorganických sloučeninách představují sírany, které jsou jednak přítomny v půdním roztoku, ale část se jich nachází v pevné fázi půdy. Je to hlavně nerozpustná část síranů, ale také část sorbovaná na koloidy s kladným nábojem, která je významnější v kyselých půdách (Vaněk, 2012).

Síra je stavebním prvkem esenciálních aminokyselin, cysteinu a methioninu, které jsou nezbytnou součástí plnohodnotných bílkovin. Síra je složkou vitamínů (thiaminu, biotinu), koenzymu A a ferredoxinu. Dále se síra vyskytuje v sulfoxidech, (těkavých) látkách, např. u cibule a brukvovitých rostlin.

Síra je přijímána z půdy převážně jako aniont SO_4^{2-} , a to aktivním způsobem. Vlastní příjem je poměrně málo ovlivňován ostatními ionty v půdním roztoku a půdními vlastnostmi. Naopak po aplikaci síranů do půdy (v síranu amonném a vápenatém) jsme zjistili výraznou depresi obsahu fosforu v nadzemní hmotě rostlin. Interakce antagonistického charakteru byly pouze zjištěny s aniontem selenu (SeO_4^{2-}), které však nemají velký praktický význam. Kořeny mohou rovněž síru přijímat ve formě aminokyselin (cysteinu a methioninu), jejichž obsah v půdě je však malý (Matula, 2007). Rozhodující je obsah síranového aniontu v půdě, kam se dostává jednak hnojivy, z ovzduší spadem (po oxidaci SO_3^{2-}) a z půdních zásob. Síra se v půdě postupně uvolňuje z méně rozpust-

ných sloučenin, včetně organických, a je oxidována až na sírany, které jsou hlavním zdrojem síry pro rostlinu. Síra je v rostlinách poměrně dobře pohyblivá, je transportována hlavně do mladých listů a meristémů. V rostlinách se hromadí ve formě síranu, který slouží jako zásobní látka. Podle potřeby rostliny síran redukuje (na H_2S) a zabudovávají do organických sloučenin. Bylo zjištěno, že obsah SO_4^{2-} v rostlinách je dobrým ukazatelem zásobenosti rostlin sírou. Nedostatek síry se většinou projeví, když obsah síranu klesne pod 100 ppm v sušině (0,01 %). Celkový obsah síry v pletivech rostlin se pohybuje kolem hodnot 0,2 – 0,5 % v sušině. U řepky však již obsah v sušině pod 0,4 % (u ostatních plodin pod 0,2 %) signalizuje počínající nedostatek síry (Vaněk, 2012).

Vzhledem k poklesu emisí síry (pod $5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) doporučujeme použít při předseťové přípravě půdy i hnojiva se sírou. Dobré zkušenosti jsou se sádrovcem (Pregips-H), jednoduchým superfosfátem, draselnými i hořečnatými hnojivy s obsahem síry. Jejich pozitivní vliv se projevuje zvláště v regionech s dlouhodobě nízkými emisemi síry a na půdách s nízkým obsahem vodorozpustné síry. Při výpočtu potřeby hnojení sírou vycházíme z předpokládaného výnosu stejně jako u předcházejících živin. Na 1 t zrna pšenice počítáme, že rostlina odebere 4,3 kg síry. S obsahem síry v posklizňových zbytcích se nepočítá (Zimolka a kol., 2005).

2.2.6 Výživa a hnojení dusíkem

Rozhodujícím faktorem, nejvíce ovlivňující výnos a kvalitu zrna pšenice, je výživa a hnojení dusíkem (Vaněk a kol., 2007).

Dusík je spolu s uhlíkem, kyslíkem a vodíkem základním stavebním prvkem a tvoří významnou část živé hmoty. Mají rozhodující postavení ve všech živých soustavách a značný vliv na životní prostředí. Dusík je nepostradatelnou živinou, a to nejen pro rostliny, ale pro všechny živé organismy, včetně půdních mikroorganismů. Je součástí nejdůležitějších sloučenin živé hmoty jako jsou bílkoviny, aminokyseliny, nukleotidy, nukleové kyseliny, chlorofyl apod. (Fecenko, Ložek, 2000).

Pšenice ozimá je velmi náročnou plodinou zejména na dusík v období intenzivního růstu, od konce odnožování do mléčné zralosti. Stanovení optimálních dávek je dosti problematické, protože pěstitel zpravidla nezná momentální množství využitelného dusíku v půdě (dusík nelze stanovit dlouhodobě dopředu), ani skutečnou potřebu rostlin. Při hnojení dusíkem je potřeba stanovit celkovou dávku, dobu aplikace, druh hnojiva,

způsob aplikace a dynamiku příjmu dusíku s ohledem na podmínky stanoviště a průběh počasí. Dusík je v půdě velmi pohyblivý a podléhá rychlým přeměnám mezi volnou a vázanou formou, takže je nebezpečí jeho vyplavování do spodních vrstev půdy nebo až do spodních vod. Při přehnojení dusíkem se zvyšuje riziko přehoustnutí porostu a poléhání, zároveň se snižuje odolnost proti houbovým chorobám, což se negativně projeví na výnose a jakosti zrna (Faměra, 1993).

Naším úkolem je, abychom tvůrčím způsobem zasahovali do koloběhu dusíku v přírodě tak, aby byla zajištěna přiměřená rostlinná produkce a byly omezeny možnosti nepříznivého působení na životní prostředí.

V koloběhu dusíku můžeme pozorovat dva rozdílné procesy. Je to mineralizace organických látek, při které vznikají minerální formy dusíku (NH_4^+ , NO_3^-), tedy formy přijatelné pro rostliny, a naopak imobilizace, kde je minerální dusík (především NH_4^+) vázán do organických sloučenin, hlavně těl mikrobů (Vaněk a kol., 2007).

Při nedostatku dusíku se výrazně snižuje intenzita dělení buněk a tvorba chlorofylu a to se projeví zpomalením růstu a zmenšováním rozměrů jednotlivých orgánů. Deficit dusíku se v polních podmínkách projevuje až po přechodě rostlin z výživy ze semena na výživu prostřednictvím kořenů (Kováčik, 2007).

Dusík je v rostlině dobře pohyblivý a proto se první příznaky jeho deficitu objevují nejprve na starších (spodních) listech a po-té postupně na celé rostlině. V závislosti na zvyšování nedostatku dusíku, zabarvení listů se mění od světlezelené přes žlutou barvu až do hnědožluté, oranžovohnědé až červené. Tyto barevné změny jsou způsobeny postupným úbytkem chlorofylu a přibýváním obsahu xantofylů, karotenoidů a antokyanů. V konečném důsledku listy odumírají a předčasně odpadávají (Kováčik, 2007).

Oproti ostatním živinám je hnojení dusíkem vždy cíleno přímo k rostlině. Přestože se na výnosu významně podílí půdní dusík, je přímé dusíkaté hnojení plodiny významným faktorem výše i stability výnosu a kvality produkce. Minerální dusík (hlavně nitrátový) a také dusík z hnojiv je v půdách dobře pohyblivý, mohou tudíž při jeho vyšší přítomnosti v půdě, zvláště v mimovegetačním období, nastávat ztráty vyplavením či denitrifikací. Je proto třeba poměrně přesně určit dávky dusíku ke každé plodině a vlastní aplikaci uskutečnit na počátku nebo v průběhu vegetace. Abychom zajistili vysokou účinnost dusíkatého hnojení, musíme stanovit celkovou potřebu dusíku (stanovíme celkovou potřebu a dávku dusíku pro danou plodinu, kterou musíme dodat v hnojivech, zároveň určíme dobu aplikace a druh hnojiva) a upřesnit dávku dusíku před

aplikací. (optimalizujeme dávku dle konkrétních podmínek). Celkovou potřebu dusíku pro rostliny stanovíme podle středního odběru na jednotku produkce a předpokládaného výnosu (Vaněk, 2012).

Pro zajištění stabilních a vysokých výnosů zrna ozimé pšenice je nutné poskytnout pšenici dobré podmínky. Z výsledků četných pokusů vyplývá, že rozhodujícími faktory, které vytvářejí předpoklady dobrých a kvalitních sklizní, jsou: vysoká půdní úrodnost, která je dána dobrými fyzikálními, fyzikálně-chemickými, chemickými i biologickými vlastnostmi. Patří sem i dostatečný obsah přijatelných živin (hlavně fosforu, draslíku a hořčíku) v půdě. Vhodná předplodina – nejlepší výsledky jsou docilovány po bobovitých předplodinách, které výrazně zlepšují půdní úrodnost a obohacují půdu o dusík. Správná výživa rostlin – zajištěná živinami staré půdní síly i vlastním hnojením, hlavně dusíkatými hnojivy. Z uvedeného výčtu je zřejmé, že na úrodných stanovištích je přímý vliv hnojení na produkci pšenice nižší a projevuje se více na půdách s nižší úrodností, v méně příznivých podmínkách a po méně vhodné předplodině. Hnojení se tedy projevuje jednak přímým vlivem na výnos a jakost zrna, ale i nepřímo v obnově půdní úrodnosti a v úhradě odebraných živin sklizní (Vaněk a kol., 2007).

2.2.6.1 Základní hnojení

Realizuje se nejpozději v období setí, s ohledem na malou potřebu rostlin v podzimním období i na možnost ztrát dusíku není vhodné v tomto období na většině stanovišť dusíkem hnojit. Hnojení dusíkem se provádí pouze v případě, že je obsah $N_{\min}$ před setím je nižší než 10 mg/kg zeminy tzn. na pozemcích méně úrodných, po špatné předplodině a při zaorávce většího množství posklizňových zbytků je možné aplikovat část dusíku (do 40 kg/ha) nejlépe v síranu amonném. Toto hnojení však nelze doporučit na propustnějších půdách středních a vyšších poloh (Vaněk a kol., 2007).

2.2.6.2 Regenerační hnojení

Provádí se co nejdříve na jaře, aby se obnovily zeslabené rostliny po zimě a podpořilo se odnožování. Tímto hnojením se ovlivňuje množství klasů na jednotce plochy. Při aplikaci je vhodné využívat ranních mrazíků, které zpevní povrch půdy a nedochází k poškození porostu aplikační technikou. Hnojivo se nesmí aplikovat, pokud je na pozemku sníh (vrstva vyšší než 50 mm) nebo je půda promrzlá (do hloubky vyšší než 80 mm), (Fecenko, Ložek, 2000).

Hromadění anorganických forem dusíku mobilizací přirozené úrodnosti půdy je v tomto období vlivem nízké intenzity mikrobiální činnosti slabé. Nízká teplota půdy, vzduchu a zvýšená vlhkost zpomalují průběh amonifikace nitrifikace. Včasné jarní přihnojování pšenice ozimé dusíkem zvyšuje i intenzitu přijímání fosforu, čím se dosahují stabilní přírůstky biomasy (Fecenko, Ložek, 2000).

Nejvhodnější při určování dávky dusíku u regeneračního hnojení je stanovit obsah minerálního dusíku, tím zjistíme aktuální obsah amoniakálního a nitrátového dusíku v půdě. Stanovení minerálního dusíku se provádí v akreditovaných laboratořích, vzorky se odebírají po rozmrznutí půdy z orniční vrstvy a musí se uchovávat v chladu při teplotě pod -10 °C (Ryant a kol., 2004).

2.2.6.3 Produkční hnojení

Provádí se od začátku sloupkování (DC 30), produkční hnojení má přímý vliv na počet kvítků v klásku (počet zrn v klase) a zároveň pozitivně ovlivňuje růst a vývoj odnoží. V této vývojové fázi začínají rostliny pšenice vytvářet značné množství biomasy, proto potřebují dostatek přístupných živin v půdě. Na intenzitu růstu mají, kromě koncentrace živin v půdě, rozhodující vliv také povětrnostní podmínky. Při tvorbě velkého množství sušiny, kterému předcházela příjem živin z půdy, se projevuje tzv. zředovací efekt (Ryant a kol., 2004).

Při určení dávky dusíku vycházíme z rozborů rostlin (provedeného ve fázi DC 25) a půdy, kdy musíme brát ohled na aktuální povětrnostní podmínky (Zimolka a kol., 2005).

2.2.6.4 Kvalitativní hnojení

Pšenice ozimá má relativně vysoké nároky na dusík v druhé části vegetace, zvláště v období intenzivní tvorby zrna, když dochází k syntéze bílkovin (Fecenko, Ložek, 2000). Kvalitativní hnojení má přímý vliv na hmotnost zrn a jakost pšenice. Pozitivně ovlivňuje, obsah dusíkatých látek, mokrého lepku a pekařské kvality zrna (Zimolka a kol., 2005)

Přihnojování dusíkem se může provádět ve dvou obdobích a to ve fázi DC 37, kdy je zapotřebí udržet počet produktivních odnoží nebo ve fázi DC 51, kdy je doporučeno použít pevná hnojiva (ledky), aby nedošlo k popálení porostu. Především praporcového listu, ve kterém je převážná část asimilátů (Zimolka a kol., 2005).

Dusíkaté hnojení by mělo být založeno na anorganických rozbo-
rech půdy na anorganický dusík. Tato opatření jsou dostatečné pro optimalizování dá-
vek dusíku v průběhu vegetace a vedou k efektivnímu používání dusíkatých hnojiv (Fe-
cenko, Ložek, 2000).

3 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo prostřednictvím maloparcelkového polního pokusu porovnat technologii hnojení od společnosti Yara Agri Czech Republic, s. r. o. a klasickou technologií hnojení v ČR (s použitím LAD a DAM 390), s nehnojenou variantou u pšenice ozimé na dvou odlišných pokusných stanicích. Dá se předpokládat, že technologie hnojení od firmy Yara by měla poskytnout vyšší výnos a zároveň pozitivně ovlivnit kvalitativní parametry pšenice ozimé, oproti běžné technologii používané v ČR.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Charakteristika pokusných lokalit

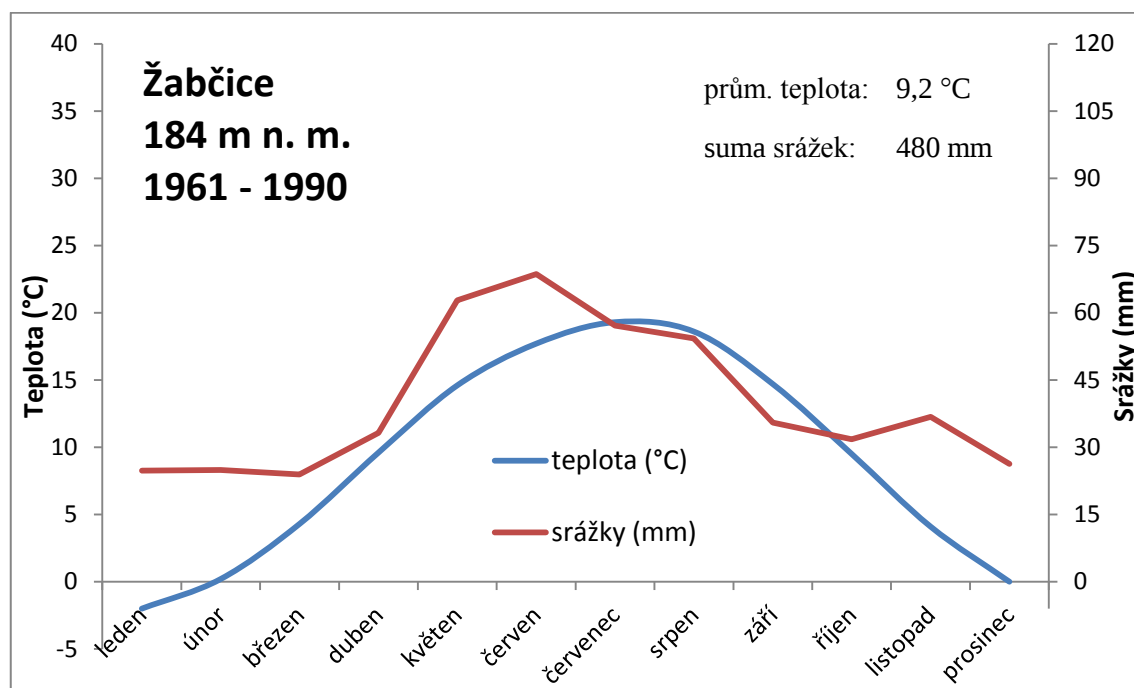
4.1.1 Pokusná stanice Žabčice

Pokusná stanice Žabčice-Obora se nachází v Dyjsko-svrateckém úvalu na pozemku Školního zemědělského podniku vzdáleného přibližně 25 km jižně od Brna, který je tvořen převážně neogenními sedimenty. Pozemky jsou rovinného charakteru s nadmořskou výškou okolo 180 m n. m., v oblasti typické vysokým zorněním a malým podílem lesů. Žabčice patří k nejteplejším lokalitám na území ČR, díky stálému vlivu podzemních vod převažuje půdní typ glejová fluvizem. Pozemky pokusné stanice patří do kukuřičné výrobní oblasti. Půdní druh převládá jílovohlinitý, místy až jílovitý a zrnitostním složením se jedná o půdy středně těžkou. Mocnost orničního profilu dosahuje 35 cm a obsah humusu se pohybuje okolo 2,44 %.



Obrázek 1 Pokusná stanice Žabčice - Obora (letecký snímek), zdroj: <http://web2.mendelu.cz>

Dlouhodobá průměrná teplota pokusné stanice v Žabčicích činí 9,2°C a průměrná roční suma srážek činí 480 mm a řadí tak tuto oblast mezi srážkově podprůměrnou. Obrázek 2 porovnává průměrnou teplotou a úhrn srážek za období 1961 – 1990.



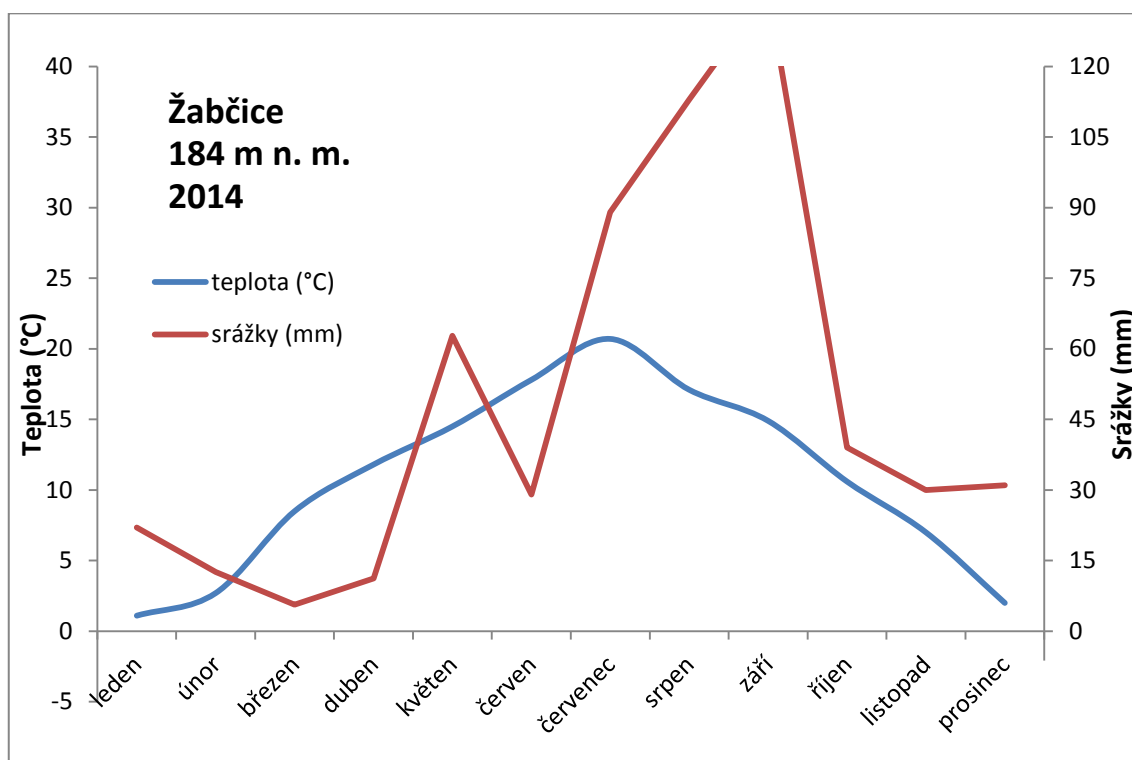
Obrázek 2 Klimadiagram dlouhodobého normálu 1961 – 1990 (Žabčice)

Na podzim roku 2014 kdy byl pokus založen, bylo září srážkově nadprůměrné, kdy napadlo 136 mm což je o 100,5 mm víc než podle dlouhodobého normálu, teplotně bylo září v normálu. V říjnu, kdy se provádělo setí, až do konce roku byly srážky průměrné. Teplotně se podzim a závěr roku 2014 nesl v teplotně nadprůměrných hodnotách, nejteplejším měsícem byl listopad, kdy průměrná teplota byla o 2,9 °C vyšší než dlouhodobý normál, jak znázorňuje obrázek 3.

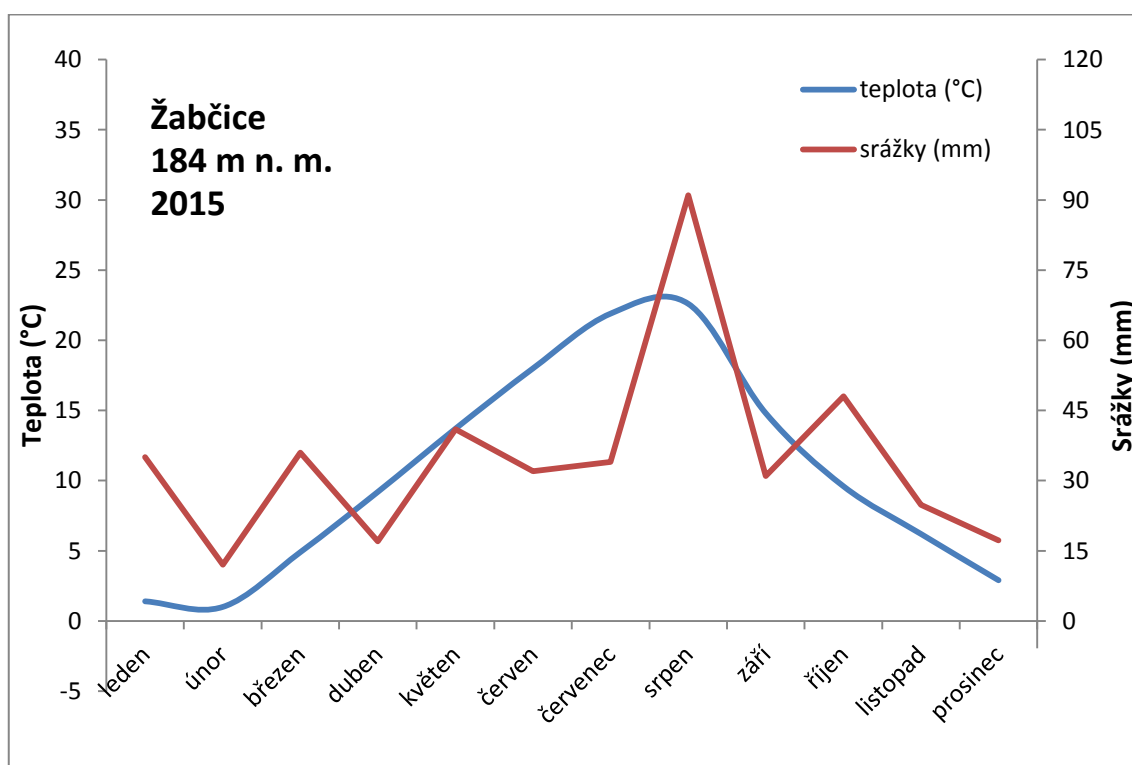
Teplé počasí vydrželo i na začátku roku 2015, kdy leden byl teplotně nadprůměrný, teplota přesahovala o 3,4 °C dlouhodobý průměr. Od února až do června byly teploty průměrné vůči dlouhodobému normálu a jen červenec, kdy byla prováděna sklizeň, byl ve znamení nadprůměrných teplot, které byly vyšší o 2,6 °C oproti dlouhodobému normálu.

Jak naznačuje obrázek 4, srážkově bylo první čtvrtletí roku 2015 dosti proměnlivé. Leden a březen byl srážkově nadprůměrný, v průběhu vegetace až do sklizně byly sráž-

kové úhrny podprůměrné, což se způsobovalo rozpraskáváním svrchní vrstvy ornice (viz. Obrázek 5) a tím ještě větší ztráty vláhy z povrchu půdy.



Obrázek 3 Klimadiagram za rok 2014 (Žabčice)



Obrázek 4 Klimadiagram za rok 2015 (Žabčice)

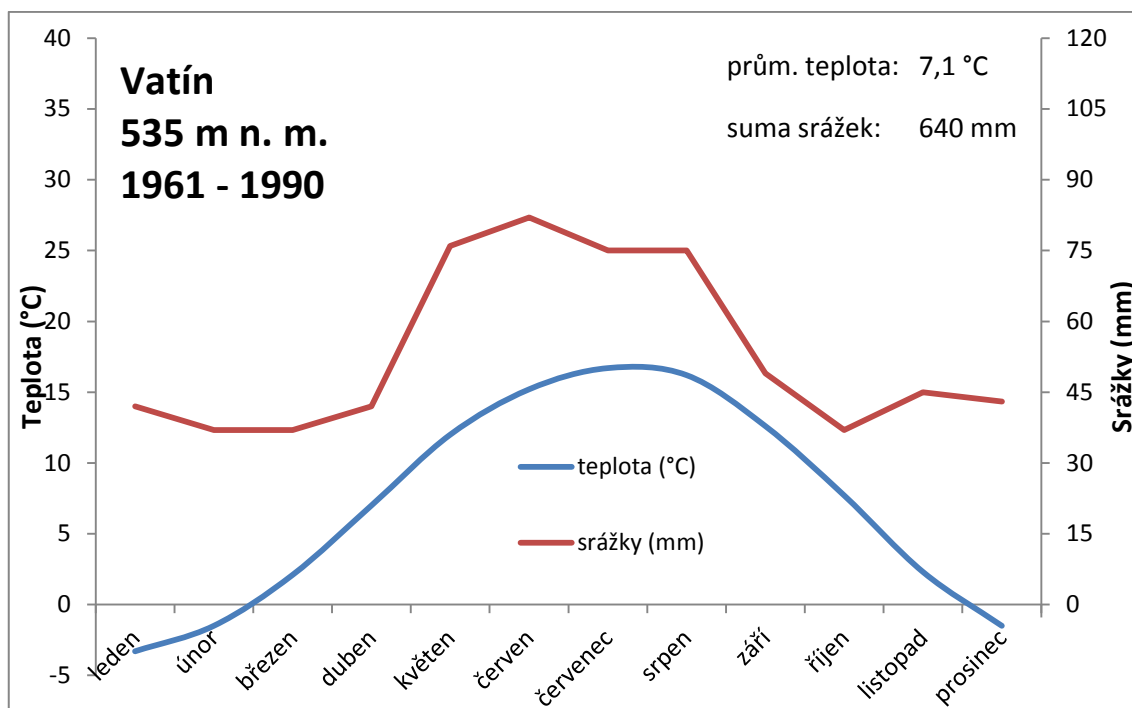


Obrázek 5 *Rozpraskaná svrchní vrstva půdy vlivem nízkých srážek Žabčice (2015)*

4.1.2 Pokusná stanice Vatín

Druhá lokalita se nachází 7 km jižně od Žďáru nad Sázavou, na jižní hranici CHKO Žďárské vrchy, v bramborářské výrobní oblasti, v nadmořské výšce 535 m n. m. Podloží tvoří kvartérní říční sedimenty hlinité až štěrkovité, uložené na pararulách. Půdním typem je kambizem modální, struktura humózní orniční vrstvy je středně vyvinutá, 0 – 15 cm drobtovitá, hlouběji 15 cm hrudkovitá, písčitohlinitá, 0 – 18 cm vlhká, středně až slabě plastická, hlouběji 18 cm vlahá, drobivá. Oživení slabé, < 1 chodba žížal/dm², obsah humusu 2,53 %, pH je 4,94, což odpovídá silně kyselé půdní reakci (Skládanka, 2014).

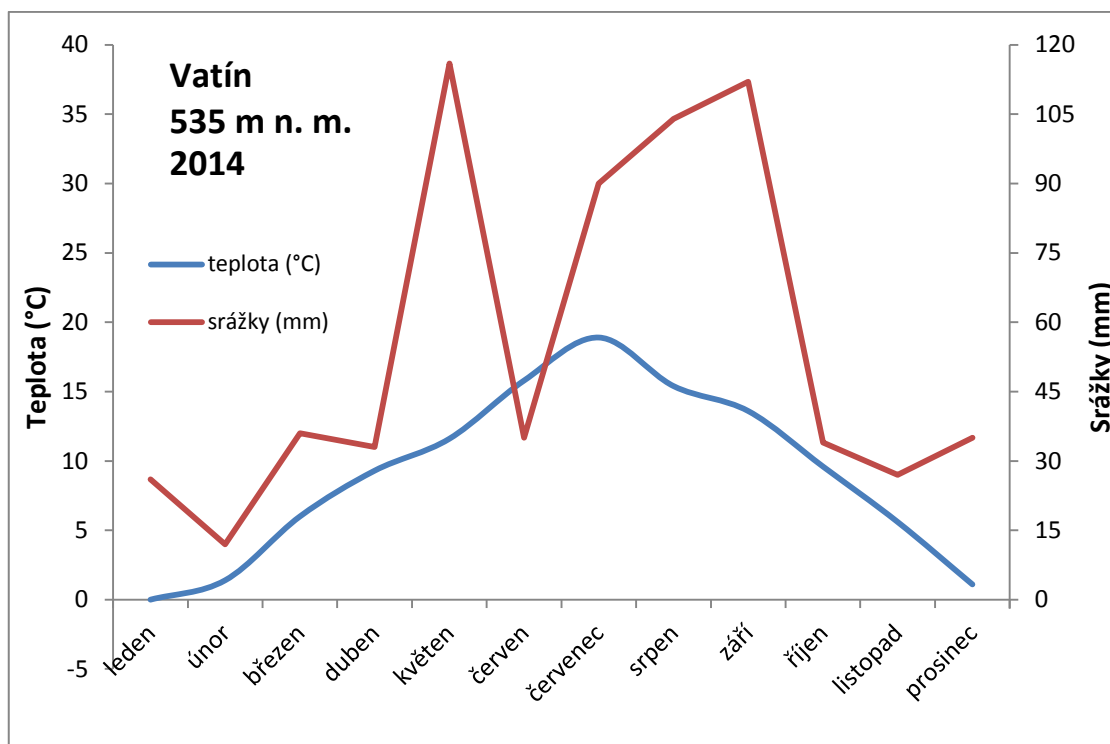
Dlouhodobá průměrná teplota pro kraj Vysočina činí 7,13 °C. Celkový roční úhrn srážek činí v této oblasti 640 mm. Z klimadiagramu dlouhodobého normálu pro kraj Vysočina (obrázek 6) vyplývá, že v první polovině roku bývá dostatek srážek a období sucha hrozí spíše v druhé polovině roku. Dle dlouhodobého normálu je srážkově nejvýdatnější je červen, kdy padá 82 mm a naopak nejnižší úhrny jsou v únoru, březnu a říjnu, kdy padá jen 37 mm.



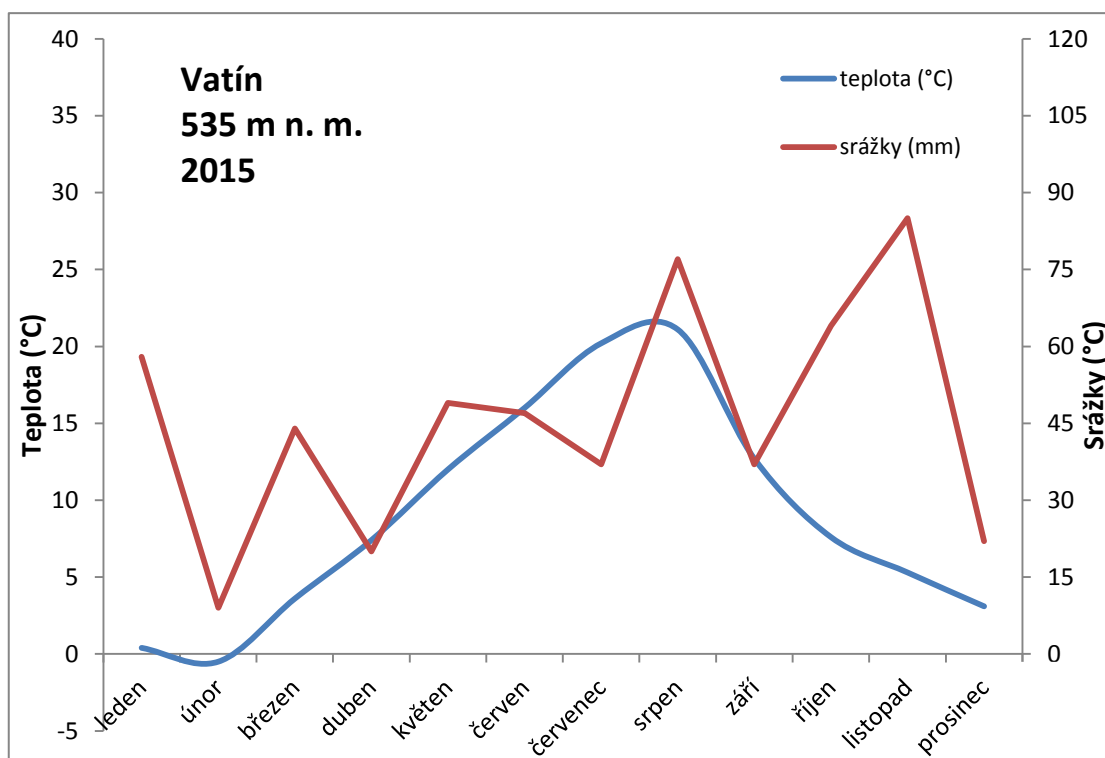
Obrázek 6 Klimadiagram dlouhodobého normálu 1961 - 1990 (Kraj Vysočina)

Podzim, kdy byl pokus založen, se nesl ve znamení vyšších teplot, které vydržely až do ledna. Mimořádně nadnormální byl leden, kdy teploty přesáhly dlouhodobý normál o 3,7 °C. Srážkově bylo nad normálem jen září, ostatní měsíce byly v normále.

Začátek roku ještě byl teplotně nadprůměrný, kdy v lednu průměrná teplota byla o 3,7 °C vyšší než dlouhodobý průměr, ale s příchodem jara se teploty stabilizovaly a můžeme říci, že celé kalendářní jaro byly teploty v normále ve srovnání s dlouhodobým průměrem. Naopak teploty od začátku léta, až do sklizně pšenice byly mimořádně nadprůměrné. Rok 2015 byl srážkově chudý, kromě měsíců ledna a března, které byly srážkově srovnatelné s dlouhodobým průměrem, byly všechny měsíce během vegetace srážkově podprůměrné a únor byl dokonce silně podnormální, kdy napadlo pouhých 9 mm.



Obrázek 7 Klimadiagram za rok 2014 (Vatín)



Obrázek 8 Klimadiagram za rok 2015 (Vatín)

4.1.3 Agrochemické vlastnosti půd před založením pokusů

Agrochemické vlastnosti půdy před založením porostu na stanici v Žabčicích a ve Vatíně udává tabulka 2. Před založením pokusu byly z pokusných pozemků odebrány vzorky půdy a v akreditované laboratoři LITOLAB, spol. s r.o. byly stanoveny jejich agrochemické vlastnosti. Obsah P, K, Ca a Mg byl stanoven metodou Mehlich III, výměnná půdní reakce pak ve výluhu 0,01 M CaCl₂.

Tabulka 2 *Agrochemické vlastnosti půdy před založením pokusu*

Lokalita	pH/CaCl ₂	obsah přístupných živin (mg/kg)				
		P	K	Ca	Mg	Svod
Žabčice	6,51	131	235	4080	465	11,4
Vatín	4,73	74	308	896	113	10,2

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd vyplývá, že v Žabčicích byla půdní zásoba fosforu vysoká, draslíku dobrý, vápníku vysoký, hořčíku velmi vysoký a výměnná půdní reakce byla neutrální, ve Vatíně byla půdní zásoba fosforu vyhovující, draslíku dobrá, vápníku nízký, hořčíku vyhovující a výměnná půdní reakce byla silně kyselá.

4.2 Metodika polního pokusu

Problematika byla řešena na obou lokalitách formou maloparcelkového polního pokusu. Velikost parcelky byla v Žabčicích 15 m² a ve Vatíně 13,5 m². Na obou pokusných lokalitách byla pěstována odrůda Midas a před založením porostů bylo provedeno klasické zpracování půdy.

Na pokusné stanici v Žabčicích byla předplodinou pšenice ozimá. Podmítka byla provedena 7. 8. 2014 a za dvacet dva dní následovala orba. Provádělo se i základní hnojení fosforem a draslíkem. 24. 9. 2014 byl aplikován Superfosfát v dávce 40 kg P (90 kg P₂O₅) na hektar a 30. 9. 2014 byla aplikována Draselná sůl v dávce 100 kg K (120 kg K₂O) na hektar. Předseťová příprava půdy byla provedena 13. 10. 2014 kompaktořem, setí proběhlo tentýž den za pomoci maloparcelkového secího stroje Wintersteiger. V průběhu vegetace byla prováděna chemická ochrana. 9. 4. 2015 byl aplikován herbicid Husar active v dávce 1 l/ha, společně s regulátorem růstu Retacel, v dávce 1 l/ha.

Fungicid Amistar xtra v dávce 1 l/ha byl aplikován 7. 5. 2015 společně s regulátorem růstu Cerone v dávce 0,5 l/ha, který má zvýšit odolnost proti poléhání. Poslední zásah byl proveden 1. 6. 2015 insekticidním přípravkem PROTEUS OD v dávce 0,5 l/ha s fungicidem Artea plus v dávce 0,5 l/ha. Sklizeň proběhla 16. 7. 2015 maloparcelkovou sklízecí mlátičkou SAMPO Rosenlew.

Na pokusné stanici ve Vatíně byla předplodinou řepka ozimá. Po sklizni předplodiny byla provedena podmítka a 3. 10. 2014 orba. 6. 10. 2014 proběhla předseťová příprava a setí. V průběhu vegetace byla provedena chemická ochrana a to 11. 5. 2015 herbicidním přípravkem Hurricane v dávce 0,1 l/ha společně s fungicidem Amistar v dávce 0,8 l/ha. Sklizeň byla ve Vatíně provedena 5. 8. 2015, taktéž maloparcelkovou sklízecí mlátičkou SAMPO Rosenlew.

V tabulce 3 je možné vidět schéma hnojení, které bylo realizováno v Žabčicích a ve Vatíně. Regenerační hnojení bylo provedeno 20. března v Žabčicích a 8. dubna ve Vatíně. První produkční hnojení bylo aplikováno 14. dubna v Žabčicích a 20. dubna ve Vatíně. Druhé produkční hnojení proběhlo v Žabčicích 11. května a ve Vatíně 16. května. Ve fázi DC 51 (začátek metání) byl porost proměřen chlorofylmetrem (N-tester) a bylo provedeno kvalitativní hnojení, v Žabčicích 20. května a ve Vatíně 29. května.

Tabulka 3 *Schéma hnojení*

Varianta	Základní hnojení		Regenerační hnojení		Produkční hnojení I.		Produkční hnojení II.		Kvalitativní hnojení		Celková dávka dusíku (kg/ha)
	N (kg/ha)	hnojivo	N (kg/ha)	hnojivo	N (kg/ha)	hnojivo	N (kg/ha)	hnojivo	N (kg/ha)	hnojivo	
Nehnojeno	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
LAD	0	-	40,5	LAD (150 kg)	54	LAD (200 kg)	58,5	DAM 390 (150 l)	27	LAD (100 kg)	180
technologie YARA	10,5	YaraMila™ NPK 7-20-28 (150 kg)	36	YaraBela™ SULFAN (150 kg)	54	YaraBela™ EXTRAN 27 (200 kg)	54	YaraBela™ EXTRAN 27 (200 kg)	27,8	YaraBela™ EXTRAN 27 (100 kg) + YaraVita™ Thiotrac (5 l)	182,3

4.3 Použitý materiál

4.3.1 Použité osivo

Midas

Poloraná osinatá odrůda, rostliny jsou středně vysoké s bílou barvou klasu. Vhodná do všech výrobních oblastí, vysoce výnosná zejména v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Středně odolná proti poléhání a odolná k vyzimování. Je odolná proti padlí travnímu, rzi pšeničné a středně odolná proti listovým skvrnitostem. Doporučený výsevek je 3–3,5 milionů klíčivých semen na hektar a setí se doporučuje ve druhé polovině agrotechnického termínu. Midas je odrůda ozimé pšenice s pekařskou jakostí E (elitní), vyznačující se vysokou objemovou hmotností a střední hmotností tisíce zrn (Oseva, 2016).

4.3.2 Použité hnojiva

Ledek amonný s dolomitem

Ledek amonný s dolomitem je granulované dusíkaté hnojivo bílé až šedé barvy, které je směsí dusičnanu amonného a jemně mletého dolomitu, je povrchově upravený. Hnojivo obsahuje 27 % dusíku, z toho 13,5 % v amonné a 13,5 % v dusičnanové formě. Dusíkaté hnojivo s kombinací amonného a dusičnanového dusíku je vhodné použít na základní hnojení, na hnojení před setím a rovněž v době vegetace. Hnojivo obsahuje asi 2 % vodorozpustného vápníku (v CaO) a 1 % vodorozpustného oxidu hořečnatého (MgO), přičemž celkového MgO je ve hnojivu 4,1 % (Škarpa, Ryant, 2015).

DAM 390

DAM 390 je roztok dusičnanu amonného a močoviny s průměrným obsahem 30 % hmotnostních dusíku, z toho 1/4 ve formě amonné, 1/4 ve formě dusičnanové a 1/2 ve formě močovinové. Kapalné dusíkaté hnojivo DAM 390 při optimálním složení 42,2 % dusičnanu amonného, 32,7 % močoviny a 25,1 % vody obsahuje ve 100 litrech roztoku 39 kg dusíku a má při teplotě 250 °C hustotu 1300 kg/m³, vysolovací teplota je –100 °C. Při eventuální krystalizaci však nezvětšuje objem a neohrožuje tak skladovací nádrže. Při zvýšení teploty nad 0 °C nabývá opět konzistenci čirého roztoku bez újmy na kvalitě produktu a obsahu dusíku (Škarpa, Ryant, 2015).

YaraMila™ NPK 7-20-28

NPK 7/20/28 + Mg,S s mikroprvky se používá k hnojení ozimů na podzim zejména pšenice a k základnímu hnojení jařin. Obsahuje 7 % dusíku (0,9 % v nitrátové a 6,1 % v amonné formě), fosforu jako P_2O_5 má 20 % (fosforečnan vodorozpustný 18 % a fosforečnan rozpustný v neutrálním citranu amonném 20 %), draslíku jako K_2O 28 % (vodorozpustný 28 %), hořčík (MgO) 2 % a vodorozpustné síry 3 %. Dále hnojivo obsahuje některé mikroprvky: bór (0,02 %), železo (0,1 %), mangan (0,03 %), zinek (0,02 %), (Yara, 2012).

YaraBela SULFAN

YaraBela Sulfan je dusíkaté hnojivo s 24 % dusíku a 6% síry. Ideální pro regenerační hnojení řepky a ozimé pšenice díky vhodnému poměru rychlého nitrátového a amoniakálního dusíku - poměr stejný jako u LAV – polovina N v nitrátové formě a polovina v amoniakální formě. Díky obsahu 7 % CaO okyseluje půdu v daleko menší míře než ostatní hnojiva obsahující síran amonný. Používá se na základní hnojení nebo přihnojování v době vegetace u jarního ječmene a cukrovky. Hnojivo je vhodné zejména pro rostliny s velkou potřebou síry (řepka, hořčice, zelí, cibule, česnek, píceňiny, brambory), (Yara, 2012).

YaraBela EXTRAN 27

Používá se na základní hnojení nebo přihnojování v době vegetace. Hnojivo obsahuje 27 % dusíku. Polovina je dusičnanový, rychle působící dusík a polovina je dusík v amonné formě. Dále obsahuje 7 % vápníku (CaO) a 4 % hořčíku (MgO), (Yara 2012).

YaraVita Thiotrac 300

Formulované, kapalné hnojivo na list pro dodání dusíku a síry. Obsahuje 15,2 % dusíku (10,5 % v amonné formě a 4,7 % v amidové formě) a 22,8 % vodorozpustné síry (Yara 2012).

4.3.3 Použité analytické metody

Stanovení půdní reakce

Stanovení výměnné půdní reakce bylo provedeno potenciometrickou metodou za pomoci extrakčního roztoku 0,01 mol/l CaCl_2 . Ve vyluhované půdní suspenzi se měří aktivita iontů vodíku pH metrem se skleněnou iontově selektivní elektrodou (Zbírál a kol., 2011).

Stanovení obsahu přístupných živin podle Mehliche III

Pomocí extrakčního roztoku Mehlich III byl zjištěn obsah přístupného fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku v půdě. Extrakční roztok Mehlich III se používá na vyluhování prvků ze zeminy. Obsah přístupného vápníku a hořčíku byl proveden metodou atomové absorpční spektrofotometrie. Přístupný fosfor byl stanoven spektrofotometricky. Stanovení obsahu přístupného draslíku bylo provedeno metodou atomové emisní spektrofotometrie (Zbírál a kol., 2011).

Stanovení množství minerálního dusíku v půdě

Minerální dusík v půdě se stanovuje, jako součet dusíku amonného a nitrátového. Pro stanovení dusíku amonného se používá kolorimetrická metoda a pro stanovení nitrátového dusíku se používá iontově selektivní metoda (Zbírál, 2002).

Stanovení množství vodorozpustné síry v půdě

Vodorozpustná síra se stanovuje z výluhu demineralizované vody a zeminy, poměr vody a zeminy je 5 : 1. Stanovuje se metodou ICP-OES za pomoci spektrometru (Zbírál, 2002).

Stanovení obsahu dusíkatých látek v zrně

Pro stanovení dusíkatých látek byla použita metoda podle Kjeldahla. Nejprve se zjistí množství dusíku v zrně. Vypočtenou hodnotu přepočítáme pomocí koeficientu na obsah dusíkatých látek v zrně, koeficient pro pšenici je 5,7 (Zbírál a kol., 2005).

Stanovení sedimentační hodnoty zrna

Sedimentační hodnota se stanovuje Zelenyho testem. Tato metoda je založena na bobtnavosti pšeničných bílkovin v organických kyselinách. Pro jakost zrna je rozhodující objem sedimentu celozrnného šrotu v ml roztoku kyseliny mléčné (ČSN 46 1100-2).

4.3.4 Použité statistické metody

Výsledky maloparcelkového polního pokusu (výnos a kvalitativní parametry zrna) byly vyhodnoceny jednofaktorovou analýzou rozptylu za použití statistického softwaru STATISTICA 12 a následné testování bylo provedeno Tukeyovým testem významnosti rozdílů.

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

Jednotlivé varianty hnojení byly hodnoceny podle těchto parametrů: N-tester, výnos zrna, obsah dusíkatých látek v zrna a sedimentační hodnota.

5.1 Výsledky Žabčice

5.1.1 Výživný stav porostu dle hodnot N – testeru

Na začátku metání bylo provedeno proměření porostu N-testerem. Vliv faktoru hnojení na hodnoty N-testeru uvádí tabulka 7. V tabulce 8 jsou průměrné hodnoty jednotlivých variant s vyjádřením jejich variability směrodatnou odchylkou. Graficky jsou hodnoty N-testeru znázorněny na obrázku 9.

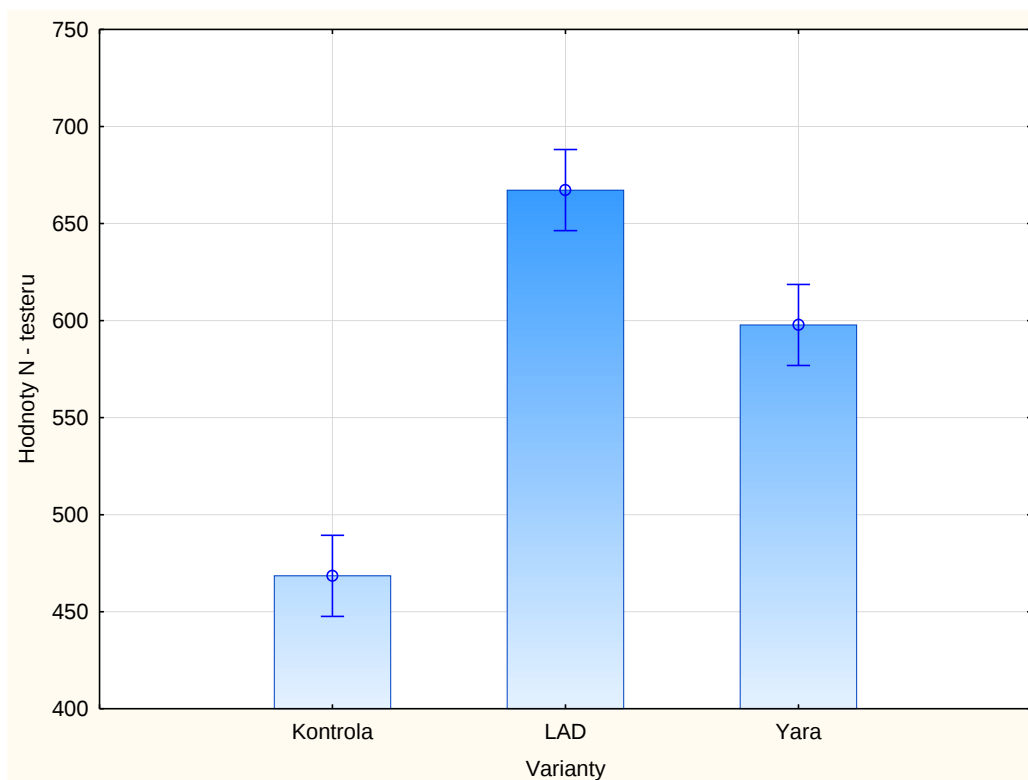
Tabulka 4 Analýza variance hodnot N-testeru ve fázi metání (Žabčice)

	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměr čtverců	Testované kritérium	Vliv fak- toru
Varianta	2	81383	40692	119,43	* * *
Chyba	9	3066	341		
Celkem	11	84450			

* * * - Velmi vysoce průkazný ($\alpha \leq 0,001$)

Tabulka 5 Průměrné hodnoty N-testeru a průkaznost jejich rozdílů (Žabčice)

Varianta hnojení	Počet pozo- rování	Průměr ± směro- datná odchylka	Statistická průkaznost rozdílů	Relativní srovnání %
Kontrola	4	468,5 ± 13,58	a	100
LAD	4	667,25 ± 8,92	c	142,4
YARA	4	597,75 ± 27,54	b	127,6



Obrázek 9 Hodnoty N-testeru ve fázi metání (Žabčice)

Analýza variance ukazuje, že vliv hnojení na hodnoty N-testeru je statisticky velmi vysoce průkazný. Varianta Yara má hodnoty N-testeru průkazně vyšší než nehnojená varianta a varianta LAD má hodnoty N-testeru průkazně vyšší než obě sledované varianty.

5.1.2 Výnos zrna

Vliv faktoru hnojení na výnos zrna uvádí tabulka 9. Průměrné hodnoty jednotlivých variant s vyjádřením jejich variability směrodatnou odchylkou jsou v tabulce 10. Graficky je výnos zrna znázorněn na obrázku 10.

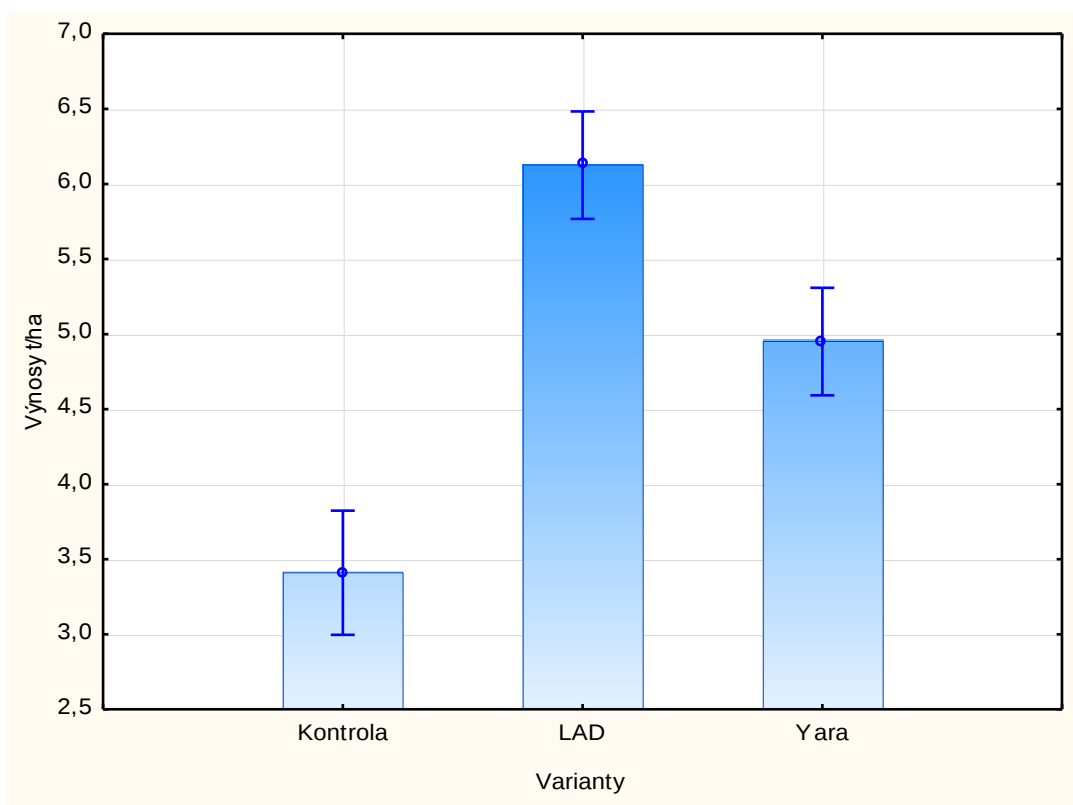
Tabulka 6 Analýza variance výnosu zrna pšenice ozimé (Žabčice)

	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměr čtverců	Testované kritérium	Vliv faktoru
Varianta	2	12,6367	6,3184	65,501	* * *
Chyba	8	0,7717	0,0965		
Celkem	10	13,4084			

*** - Velmi vysoce průkazný ($\alpha \leq 0,001$)

Tabulka 7 Průměrné výnosy zrna a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye (Žabčice)

Varianta hnojení	Počet pozorování	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost rozdílů	Relativní srovnání %
Kontrola	3	3,41 ± 0,13	a	100
LAD	4	6,13 ± 0,43	c	179,8
YARA	4	4,95 ± 0,24	b	145,2



Obrázek 10 Výnos zrna pšenice ozimé (Žabčice)

Jak znázorňuje tabulka analýzy variance, výnosy jednotlivých variant jsou statisticky velmi vysoce průkazné. Nejhuře dopadla nehnojená varianta, kde průměrný výnos činil 3,41 t/ha. Naopak u variant LAD a Yara se projevil pozitivní vliv hnojení na výnos, který již přesídlil hodnoty N-testeru. Nicméně je potřeba dodat, že podle Českého statistického úřadu byl průměrný výnos pšenice ozimé v ČR 6,50 t/ha a této hodnotě se žádná z našich hnojených variant nevyrovnala, nejbližší byla varianta LAD, která měla průměrný výnos 6,13 t/ha.

Varianta Yara, která byla hnojena dusíkatými hnojivy se sírou (celková dávka síry činila 14,64 kg/ha – z toho 4,5 kg síry/ha bylo dodáno na podzim). Matula (2007) popisuje pozitivní vliv síry na výši výnosu zrna obilovin. V našem pokusu se, ale vliv hnojiv se sírou na výši výnosu neprojevil. Podle Richter (2005) je potřeba na 1 t zrna 4 kg síry, což ve spojitosti s nízkým přísunem síry ve hnojivech zřejmě nepokrylo potřebu síry pro pšenici.

5.1.3 Obsah dusíkatých látek

Vliv faktoru hnojení na obsah dusíkatých látek v zrně uvádí tabulka 11. Průměrné hodnoty jednotlivých variant s vyjádřením jejich variability směrodatnou odchylkou jsou v tabulce 12. Graficky je obsah dusíkatých látek v zrně znázorněn na obrázku 11.

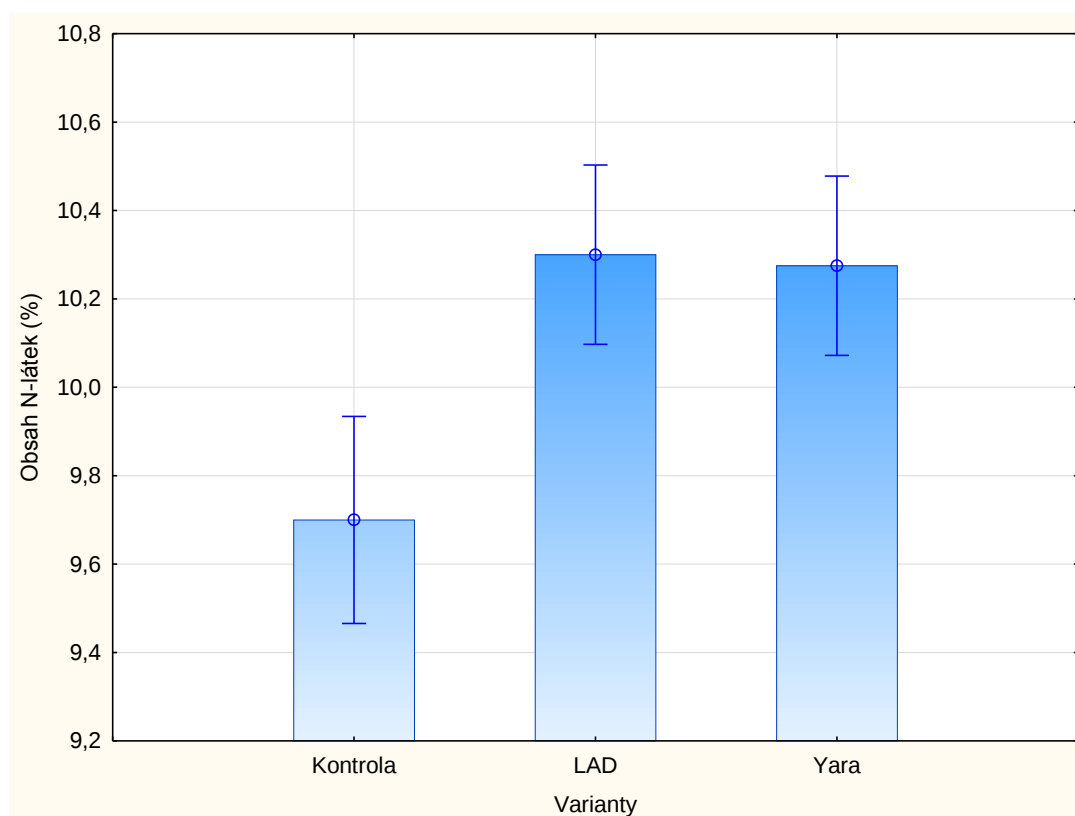
Tabulka 8 Analýza variance obsahu N-látek v zrně (Žabčice)

	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměr čtverců	Testované kri- térium	Vliv fakto- ru
Varianta	2	0,754	0,377	12,19	* *
Chyba	8	0,247	0,031		
Celkem	10	1,002			

* * - Vysoce průkazný ($\alpha \leq 0,01$)

Tabulka 9 Průměrný obsah N-látek v zrně a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye (Žabčice)

Varianta hnojení	Počet pozorování	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost rozdílů	Relativní srovnání %
Kontrola	3	9,7 ± 0,17	a	100
LAD	4	10,30 ± 0,23	b	106,2
YARA	4	10,28 ± 0,10	b	106



Obrázek 11 Obsah N-látek v zrně (Žabčice)

Průměrný obsah dusíkatých látek v zrně se pohyboval od 9,7 po 10,3 %. Nejnížší statisticky průkazné hodnoty má kontrolní varianta. Varianty Yara a LAD jsou v obsahu dusíkatých látek dosti podobné, nicméně podle Petra (2001) potravinářská pšenice musí mít minimální obsah dusíkatých látek 11 %. Z toho vyplývá, že žádná z variant nesplňuje normu potravinářské pšenice. Nízký obsah dusíkatých látek mohl být způsoben průběhem ročníku. Od března, kdy bylo provedeno regenerační hnojení, byly ostatní měsíce

ce až do sklizně srážkově podprůměrné. Matula (2007) uvádí pozitivní vliv síry na obsah dusíkatých látek v zrna, nicméně zvýšení obsahu dusíkatých látek se u varianty Yara oproti variantě LAD neprojevovalo.

5.1.4 Sedimentační hodnota

Vliv faktoru hnojení na sedimentační hodnotu uvádí tabulka 15. Průměrné hodnoty jednotlivých variant s vyjádřením jejich variability směrodatnou odchylkou jsou v tabulce 16. Graficky je výnos zrna znázorněn na obrázku 13.

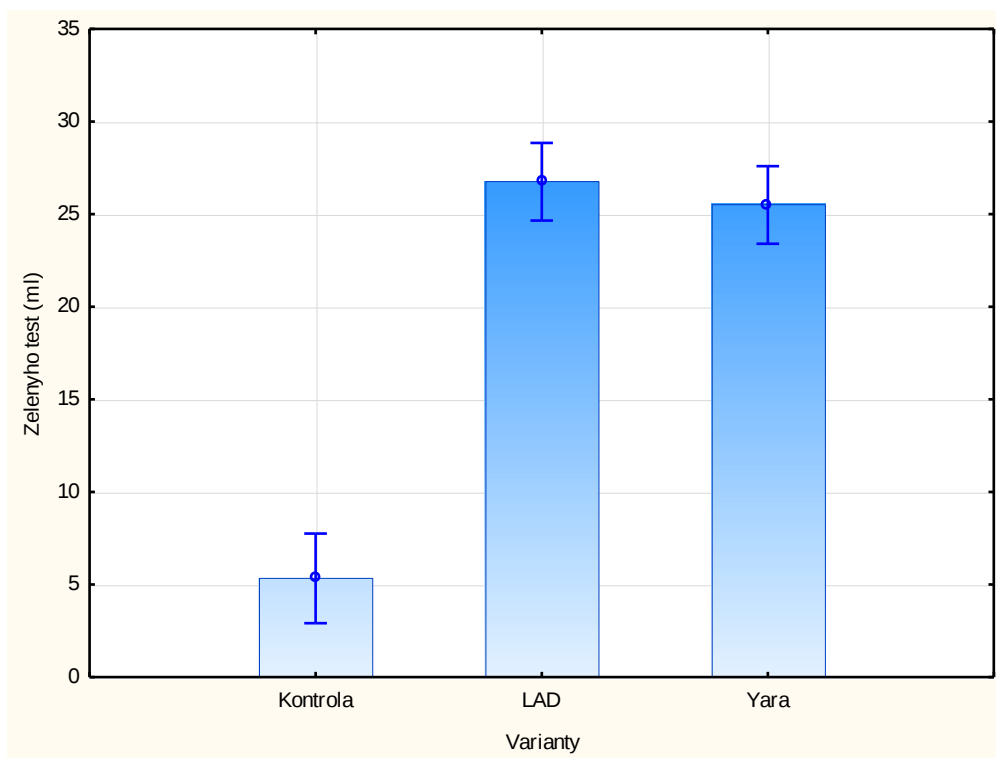
Tabulka 10 *Analýza variance sedimentační hodnoty v zrna (Žabčice)*

	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměr čtverců	Testované kritérium	Vliv faktoru
Varianta	2	946,311	473,155	143,290	* * *
Chyba	8	26,417	3,302		
Celkem	10	972,727			

* * * - Velmi vysoce průkazný ($\alpha \leq 0,001$)

Tabulka 11 *Průměrné sedimentační hodnoty a průkaznost jejich rozdílu podle Tukeye (Žabčice)*

Varianta hnojení	Počet pozorování	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost rozdílu	Relativní srovnání %
Kontrola	3	5,33 ± 1,53	a	100
LAD	4	26,75 ± 0,50	b	502,1
YARA	4	25,50 ± 2,65	b	478,4



Obrázek 12 Sedimentační hodnota (Žabčice)

Průměrné sedimentační hodnoty vyházely od 5,33 do 26,75 ml. Kontrolní varianta vycházela statisticky průkazně nižší v porovnání s variantami LAD a Yara, u kterých vycházely podobné hodnoty a statisticky se od sebe nelišili. U potravinářské pšenice musí být sedimentační hodnota minimálně 47 ml, což ani zdaleka nesplňuje žádná ze sledovaných variant. Schnug a kol. (1998) ve svých pokusech prokázal, že aplikovaná síra působí velice příznivě na sedimentační hodnotu, v našem pokusu však průkazný vliv hnojiv se sírou prokázán nebyl, což mohlo být do jisté míry způsobeno ročníkem, protože Zimolka a kol. (2005) uvádí, že sedimentační hodnota je ve velké míře specifickou vlastností odrůd, ale zároveň je také významně ovlivněna ročníkem.

5.2 Výsledky Vatín

5.2.1 Výživný stav porostu dle hodnot N – testeru

Na začátku metání bylo provedeno proměření porostu N-testerem. Vliv faktoru hnojení na hodnoty N-testeru uvádí tabulka 20. V tabulce 21 jsou průměrné hodnoty jednotlivých variant s vyjádřením jejich variability směrodatnou odchylkou. Graficky jsou hodnoty N-testeru znázorněny na obrázku 14.

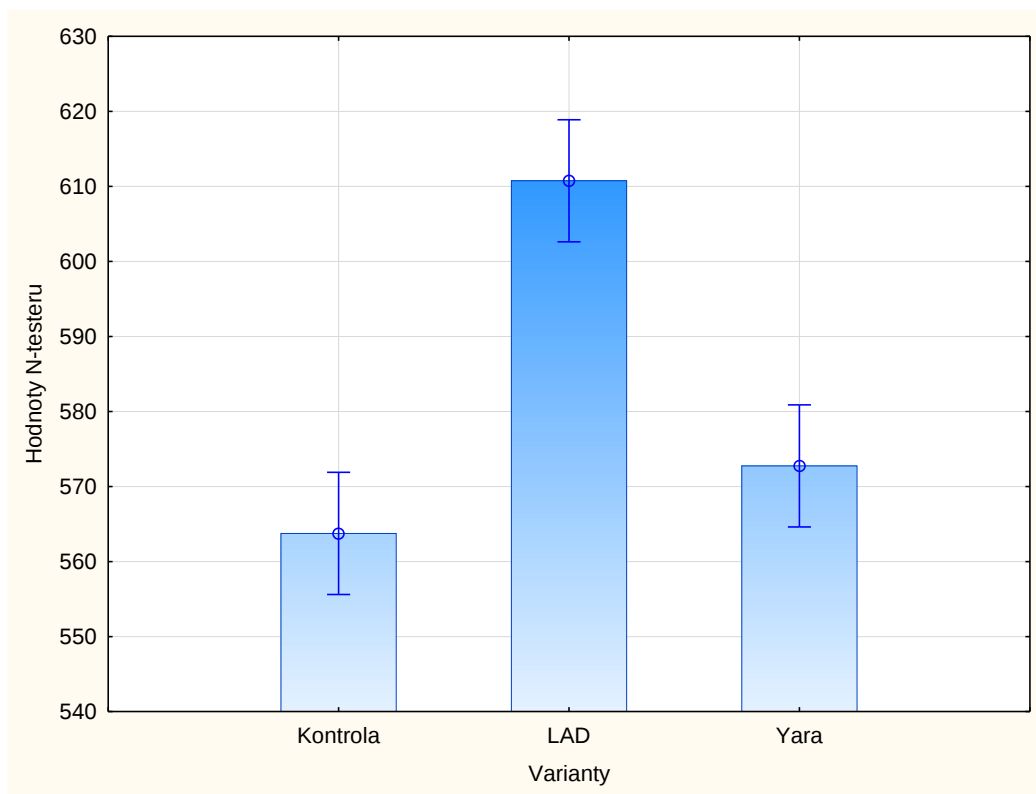
Tabulka 12 *Analýza variance hodnot N-testeru ve fázi metání (Vatín)*

	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměr čtverců	Testované kritérium	Vliv fakto- ru
Varianta	2	4979	2489	48,05	* * *
Chyba	9	466	52		
Celkem	11	5445			

* * * - Velmi vysoce průkazný

Tabulka 13 *Průměrné hodnoty N-testeru a průkaznost jejich rozdílů (Vatín)*

Varianta hnoje- ní	Počet pozorování	Průměr ± směro- datná odchylka	Statistická prů- kaznost rozdílů	Relativní srovnání %
Kontrola	4	563,75 ± 11,09	a	100
LAD	4	610,75 ± 2,87	b	108,3
YARA	4	572,75 ± 4,92	a	101,6



Obrázek 13 Hodnoty *N-testeru* ve fázi metání (*Vatín*)

Analýza variance ukazuje, že vliv hnojení na hodnoty *N-testeru* je statisticky vysoce průkazný u varianty LAD, která významně převyšovala ostatní varianty. Varianta Yara v porovnání s kontrolou sice vykazovala vyšší průměrné hodnoty *N-testeru*, ale tyto hodnoty nejsou statisticky průkazné.

5.2.2 Výnos zrna

Vliv faktoru hnojení na výnos zrna uvádí tabulka 22. Průměrné hodnoty jednotlivých variant s vyjádřením jejich variability směrodatnou odchylkou jsou v tabulce 23. Graficky je výnos zrna znázorněn na obrázku 15.

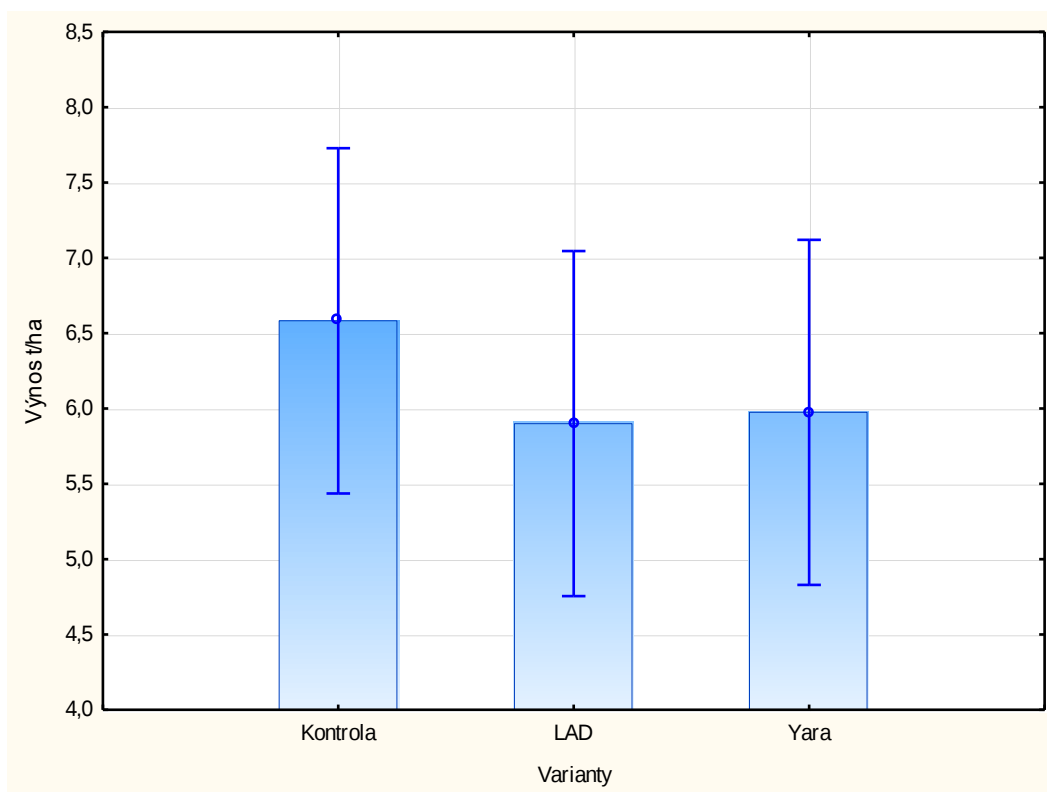
Tabulka 14 *Analýza variance výnosu zrna pšenice ozimé (Vatín)*

	Stupně vol- nosti	Součet čtverců	Průměr čtverců	Testované krité- rium	Vliv faktoru
Varianta	2	1,1207	0,5603	0,5463	NP
Chyba	9	9,2318	1,0258		
Celkem	11	10,3524			

NP – Statisticky neprůkazné

Tabulka 15 *Průměrné výnosy zrna a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye (Vatín)*

Varianta hnojení	Počet pozor- ování	Průměr ± směro- datná odchylka	Statistická prů- kaznost rozdílů	Relativní srovnání %
Kontrola	4	6,58 ± 1,23	a	100
LAD	4	5,90 ± 0,75	a	89,7
YARA	4	5,98 ± 1,00	a	90,9

**Obrázek 14** *Výnos zrna pšenice ozimé (Vatín)*

Vliv hnojení na výnos zrna je statisticky neprůkazný a výnosy z jednotlivých parcelek jsou značně variabilní. Výše průměrných výnosů se pohybuje od 5,90 do 6,58 t/ha. Jak již bylo uvedeno podle Českého statistického úřadu byl v roce 2015 průměrný hektarový výnos pšenice ozimé 6,50 t. Je paradoxní, že v našem pokusu jako jediná varianta, která tento průměrný výnos překročila byla kontrola, i když tyto výsledky nejsou statisticky průkazné. Podle Hřivny (2012) síra zvyšuje příjem dusíku o 16 % a tím zefektivňuje jeho využití a má pozitivní vliv na výnos. Nicméně tento pozitivní vztah se v našem pokusu na výši výnosu neprojevil.

5.2.3 Obsah dusíkatých látek

Vliv faktoru hnojení na obsah dusíkatých látek v zrně uvádí tabulka 24. Průměrné hodnoty jednotlivých variant s vyjádřením jejich variability směrodatnou odchylkou jsou v tabulce 25. Graficky je výnos zrna znázorněn na obrázku 16.

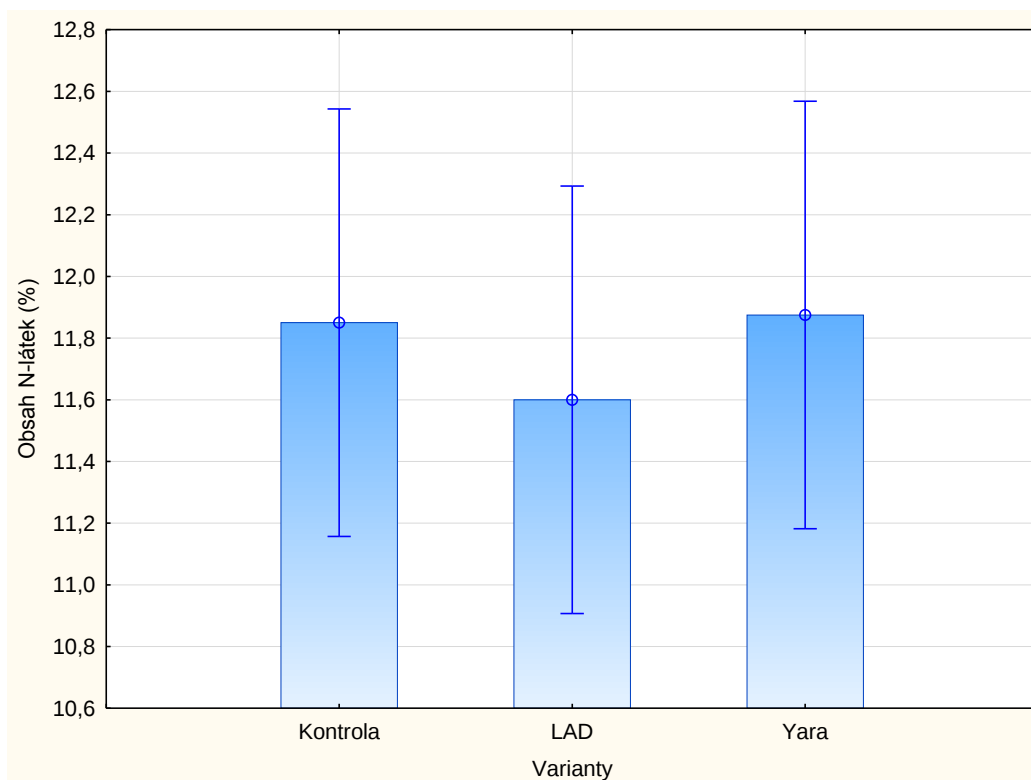
Tabulka 16 *Analýza variance N-látek v zrně (Vatín)*

	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměr čtverců	Testované kritérium	Vliv faktoru
Varianta	2	0,185	0,093	0,246	NP
Chyba	9	3,378	0,375		
Celkem	11	3,563			

NP – Statisticky neprůkazné

Tabulka 17 *Průměrné obsahy N-látek v zrně a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye (Vatín)*

Varianta hnojení	Počet pozorování	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost rozdílů	Relativní srovnání %
Kontrola	4	11,85 ± 0,62	a	100
LAD	4	11,60 ± 0,76	a	97,9
YARA	4	11,88 ± 0,39	a	100,3



Obrázek 15 Obsah dusíkatých látek v zrně (Vatín)

Průměrný obsah dusíkatých látek v zrně se pohyboval od 11,60 do 11,85 %. Vliv hnojení na obsah dusíkatých látek je statisticky neprůkazný. Podle průměrného obsahu N-látek vycházela nejlépe varianta Yara, ale obsah byl tak těsný s nehnojenou variantou, že nelze hovořit o pozitivním vlivu hnojiv se sírou na obsah dusíkatých látek. Podle normy (ČSN 461100 – 2 „Pšenice potravinářská“) musí potravinářská pšenice mít minimální obsah dusíkatých látek v zrně 11 %. V našem pokusu všechny varianty tuto hodnotu překročili a z hlediska N-látek splňují jakostní kritéria potravinářské pšenice.

Matula (2007) uvádí pozitivní vliv síry na obsah dusíkatých látek, v našem pokusu se toto statisticky průkazně nepotvrdilo, ale podle průměrných hodnot mírné zvýšení oproti variantě LAD bylo patrné. Podle Petra (2001) má vliv na obsah dusíkatých látek v zrně nejen kvalitativní hnojení, ale také předplodina a vzhledem k tomu, že na této lokalitě byla předplodinou řepka, která je u obilnin zlepšující plodina. Z toho můžeme usuzovat, že právě řepka mohla mít na této lokalitě pozitivní vliv na vysoký obsah dusíkatých látek v zrně.

5.2.4 Sedimentační hodnota

Vliv faktoru hnojení na sedimentační hodnotu uvádí tabulka 28. Průměrné hodnoty jednotlivých variant s vyjádřením jejich variability směrodatnou odchylkou jsou v tabulce 29. Graficky je výnos zrna znázorněn na obrázku 18.

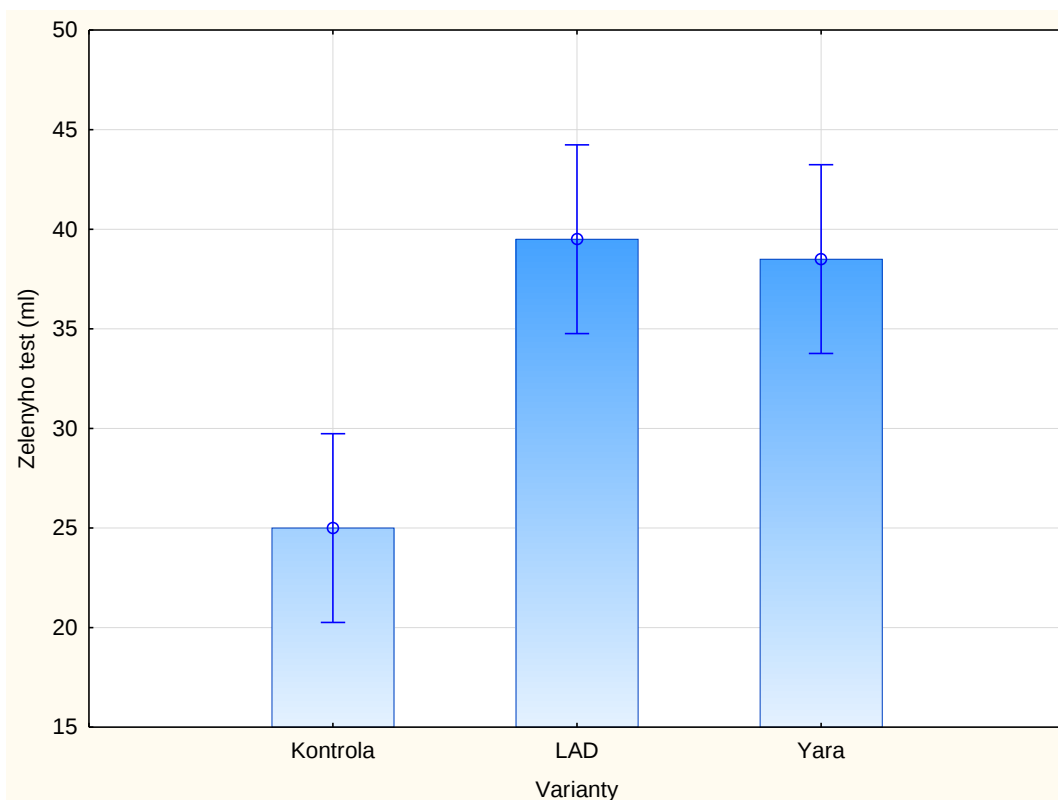
Tabulka 18 *Analýza variance sedimentační hodnoty v zrně (Vatín)*

	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměr čtverců	Testované kritérium	Vliv faktoru
Varianta	2	524,67	262,33	14,9430	* * *
Chyba	9	158,00	17,56		
Celkem	11	682,67			

* * * - Velmi vysoce průkazný

Tabulka 19 *Průměrné sedimentační hodnoty a průkaznost jejich rozdílu podle Tukeye (Vatín)*

Varianta hnojení	Počet pozorování	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost rozdílů	Relativní srovnání %
Kontrola	4	25,00 ± 4,69	a	100
LAD	4	39,50 ± 3,00	b	158
YARA	4	38,50 ± 5,00	b	154



Obrázek 16 *Sedimentační hodnota (Vatín)*

Průměrné sedimentační hodnoty vycházely do 25,0 – 39,5 ml. V jediném kvalitativním parametru, kterým je sedimentační hodnota vycházely hnojené varianty statisticky průkazně vyšší než nehnojená varianta. Potravinářská pšenice musí mít sedimentační hodnotu minimálně 47 ml, z toho vyplývá, že v našem pokusu ani jedna varianta nesplňuje jakostní kritéria potravinářské pšenice. Schnug et al. (1998) ve svých pokusech prokázal, že aplikovaná síra působí velice příznivě na sedimentační hodnotu, v našem pokusu však průkazný vliv hnojiv se sírou prokázán nebyl, což mohlo být do jisté míry způsobeno ročníkem, protože Zimolka (2005) uvádí, že sedimentační hodnota je ve velké míře specifickou vlastností odrůd, ale zároveň je také významně ovlivněna ročníkem.

6 ZÁVĚR

Výsledky jednoletého, maloparcelkového pokusu na lokalitách v Žabčicích a ve Vatíně lze shrnout do následujících bodů:

Žabčice:

- Hodnoty N-testeru, které vypovídají o výživném stavu porostu byly statisticky průkazně vyšší u hnojených variant než u nehnojené varianty. V rámci hnojených variant vycházela statisticky průkazně lépe varianta LAD.
- Na lokalitě Žabčice byl vliv hnojených variant na výnos zrna statisticky průkazný oproti nehnojené variantě, ale zároveň varianta LAD poskytovala statisticky průkazně vyšší výnos než varianta Yara.
- Nehnojená varianta měla statisticky průkazně nejnižší obsah dusíkatých látek oproti hnojeným variantám, které mezi sebou neměli statisticky průkazný rozdíl.
- V sedimentační hodnotě byl statisticky neprůkazný rozdíl mezi hnojenými variantami, naopak statisticky průkazně nejnižší byla sedimentační hodnota u nehnojené varianty. Hodnoty u nehnojené varianty byly tak malé, že je vysoce pravděpodobné, že došlo k chybě v měření.

Vatín:

- Hodnoty N-testeru byly statisticky průkazně vyšší pouze u varianty LAD, nehnojená varianta a varianta Yara byly mezi sebou statisticky neprůkazné.
- Na výnos zrna pšenice ozimé na lokalitě Vatín neměly hnojené varianty statisticky průkazný vliv.
- Rozdíl v obsahu dusíkatých látek je statisticky neprůkazný u všech variant.
- Sedimentační hodnota jako jediný hodnocený parametr, ve kterém vyšli hnojené varianty statisticky průkazně vyšší než nehnojené varianty. Hnojené varianty mezi sebou nebyly statisticky průkazné.

Souhrnně je možné konstatovat, že Technologie Yara signifikantně neovlivnila výnos, ani kvalitativní parametry. Naopak klasická technologie používaná v ČR (LAD) měla statisticky průkazně nejvyšší hodnoty N-testeru na obou lokalitách a v Žabčicích se s touto technologií dosáhlo statisticky průkazného nejvyššího výnosu. Důvodem může

být i průběh ročníku, hlavně pak nedostatek srážek v průběhu vegetace, který byl významný zejména v lokalitě Žabčice.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

Český statistický úřad: (2015), [online], Aktualizováno dne: 26. 01. 2015, cit. dne 12. 2. 2016. Dostupný z <https://www.czso.cz/csu/czso/osevni-plochy-ozimych-plodin-pro-sklizen-v-roce-2015-464369ncry>

Český statistický úřad: (2016), [online], Aktualizováno dne: 12. 02. 2016, cit. dne 12. 2. 2016. Dostupný z <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2015>

FAMĚRA, Oldřich. *Základy pěstování ozimé pšenice*. 1.vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1993. ISBN 80-7105-045-8.

FECENKO, Ján a Otto LOŽEK. *Výživa a hnojenie pol'ných plodín*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2000. ISBN 80-7137-777-5.

FOLTÝN, Jiří. *Pšenice*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1970.

HŘIVNA, Luděk, (2012): *Šlechtitelské listy podzim 2012*[online], cit. dne 21. 3. 2016. Dostupné z http://www.druvod.cz/files/aktuality/vyziva_a_hnojeni_porostu_psenice_ozime_a_kvalita_produkce.pdf

KOVÁČIK, Peter. *Výživa a úroveň hnijenia rastlín: (stručne)*. Nitra: Ústav vedecko-technických informácií pre pôdohospodárstvo, 2007. ISBN 978-80-89088-59-1.

MATULA, Jiří. *Výživa a hnojení sírou*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2007. Metodika pro praxi. ISBN 978-80-87011-15-7.

OSEVA, a.s. (2016): *Ozimé obilniny 2015* [online], poslední aktualizace 10. 3. 2016, cit. dne 20. 3. 2016. Dostupné z <http://www.osevabzenec.cz/ozimy/ozimy.html>

PETR, Jiří. *Pěstování pšenice podle užitkových směrů*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001. ISBN 80-7271-090-7.

RICHTER, Rostislav a František JURČÍK. *Výživa a hnojení rostlin: Metodické pokyny pro sestavování hnojařských plánů*. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1987.

RYANT, Pavel, Rostislav RICHTER, Luděk HŘIVNA, (2004): *Pšenice ozimá* [online], poslední aktualizace 25. 1. 2005, cit. dne 9. 2. 2016. Dostupné z http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/obilniny/a_index_obilniny.htm

SCHUNG, Ewald., John ERIKSEN, Michael MURPHY, *The Soil Sulphur Cycle, Sulphur in agroecosystems*, Kluwer Academics Publishers, 1998, Dordrecht

SKLÁDANKA, Jiří. *Polní pokusy ve Výzkumné pícninářské stanici Vatín*. V Brně: Mendelova univerzita, 2014. ISBN 978-80-7375-688-8.

ŠKARPA, Petr a Pavel RYANT. *The atlas of mineral fertilizers: Atlas minerálních hnojiv*. 1st edition. Brno: Mendel university in Brno, 2015. ISBN 978-80-7509-368-4.

ŠTÍPEK, Kamil., Petr SHEJBAL, Jan ČERNÝ, Václav VANĚK, (2009): *Výživa a hnojení ozimé pšenice určené (nejen) k potravinářskému použití* [online], poslední aktualizace 24. 2. 2009, cit. dne 12. 4. 2016. Dostupné z <http://www.vpagro.cz/clanky/obiloviny-clanky/clanek:vyziva-ahnojeni-ozime-psenice-urcene-nejen-k-potravinarskemu-vyuziti>

TICHÁ, Markéta, Petra VYZÍNOVÁ, (2006): *Polní plodiny - Field crops* [online], poslední aktualizace 13. 12. 2006, cit. dne 29. 3. 2016. Dostupné z <http://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/index.htm>

VANĚK, Václav, Jiří BALÍK, Daniela PAVLÍKOVÁ, Pavel TLUSTOŠ, *Výživa polních a zahradních plodin*. Praha: Profi Press, Praha, 2007. 167s. ISBN 978-80-86726-25-0.

VANĚK, Václav. *Výživa zahradních rostlin*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2012. ISBN 978-80-200-2147-2.

YARA Agri Czech Republic s.r.o. (2012): *Příbalový leták DAM 390* [online], cit. dne 24. 3. 2016. Dostupné z: http://www.yaraagri.cz/doc/29002_DAM%20pribalovy%20letak.pdf

YARA Agri Czech Republic s.r.o. (2012): *Příbalový leták Příbalový leták YaraVita Thiotrac* [online], cit. dne 24. 3. 2016. Dostupné z: http://www.yaraagri.cz/doc/29043_YaraVita%20Thiotrac%20%20pribalovy%20letak.pdf

YARA Agri Czech Republic s.r.o. (2012): *Příbalový leták YaraBela SULFAN* [online], cit. dne 24. 3. 2016. Dostupné z: http://www.yaraagri.cz/doc/28999_YaraBela%20SULFAN%20ES%20pribalovy%20letak%20bulk.pdf

YARA Agri Czech Republic s.r.o. (2012): *Příbalový leták YaraBela EXTRAN 27* [online], cit. dne 24. 3. 2016. Dostupné z: http://www.yaraagri.cz/doc/29637_YaraBela%20EXTRAN%2027%20ES%20bulk%20pribalovy%20letak.pdf

YARA Agri Czech Republic s.r.o. (2012): *Příbalový leták YaraMila NPK 7-20-28* [online], cit. dne 24. 3. 2016. Dostupné z: http://www.yaraagri.cz/doc/34379_NPK%20YARA%207%2020%2028%20volne%20ES%20pribalovy%20letak.pdf

ZBÍRAL, Jiří, Ivo HONSA, Stanislav MALÝ a Martin VÁŇA. *Analýza půd*. Vyd. 3., přeprac. a rozš. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2011. Jednotné pracovní postupy. ISBN 978-80-7401-031-6.

ZBÍRAL, Jiří. *Analýza rostlinného materiálu: jednotné pracovní postupy*. Vyd. 2., rozš. a přeprac. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2005. ISBN 80-86548-73-2.

ZIMOLKA, Josef, Stanislav EDLER, Luděk HŘIVNA, Jaroslav JÁNSKÝ, Pavel KRAUS, Jan MAREČEK, František NOVOTNÝ, Rostislav RICHTER, Karel ŘÍHA, František TICHÝ. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2005. ISBN 80-86726-09-6.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Pokusná stanice Žabčice - Obora (letecký snímek), zdroj: http://web2.mendelu.cz	23
Obrázek 2 Klimadiagram dlouhodobého normálu 1961 – 1990 (Žabčice).....	24
Obrázek 3 Klimadiagram za rok 2014 (Žabčice)	25
Obrázek 4 Klimadiagram za rok 2015 (Žabčice)	25
Obrázek 5 Rozpraskaná svrchní vrstva půdy vlivem nízkých srážek Žabčice (2015).....	26
Obrázek 6 Klimadiagram dlouhodobého normálu 1961 - 1990 (Kraj Vysočina)	27
Obrázek 7 Klimadiagram za rok 2014 (Vatín)	28
Obrázek 8 Klimadiagram za rok 2015 (Vatín)	28
Obrázek 9 Hodnoty N-testeru ve fázi metání	37
Obrázek 10 Výnos zrna pšenice ozimé (Žabčice)	38
Obrázek 11 Obsah N-látek v zrně (Žabčice)	40
Obrázek 13 Sedimentační hodnota (Žabčice)	42
Obrázek 14 Hodnoty N-testeru ve fázi metání	44
Obrázek 15 Výnos zrna pšenice ozimé (Vatín)	45
Obrázek 16 Obsah dusíkatých látek v zrně (Vatín)	47
Obrázek 18 Sedimentační hodnota (Vatín)	49

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Osevní plochy ozimých obilnin a řepky, zdroj: Český statistický úřad, 2015	11
Tabulka 2 Agrochemické vlastnosti půdy před založením pokusu.....	29
Tabulka 3 Schéma hnojení	31
Tabulka 7 Analýza variance hodnot N-testeru ve fázi metání (Žabčice)	36
Tabulka 8 Průměrné hodnoty N-testeru a průkaznost jejich rozdílů (Žabčice)	36
Tabulka 9 Analýza variance výnosu zrna pšenice ozimé (Žabčice).....	38
Tabulka 10 Průměrné výnosy zrna a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye (Žabčice)	38
Tabulka 11 Analýza variance obsahu N-látek v zrně (Žabčice)	39
Tabulka 12 Průměrný obsah N-látek v zrně a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye (Žabčice)	40
Tabulka 15 Analýza variance sedimentační hodnoty v zrně (Žabčice)	41
Tabulka 16 Průměrné sedimentační hodnoty a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye (Žabčice)	41

Tabulka 20 <i>Analýza variance hodnot N-testeru ve fázi metání (Vatín)</i>	43
Tabulka 21 <i>Průměrné hodnoty N-testeru a průkaznost jejich rozdílů (Vatín)</i>	43
Tabulka 22 <i>Analýza variance výnosu zrna pšenice ozimé (Vatín)</i>	45
Tabulka 23 <i>Průměrné výnosy zrna a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye (Vatín) ...</i>	45
Tabulka 24 <i>Analýza variance N-látek v zrně (Vatín)</i>	46
Tabulka 25 <i>Průměrné obsahy N-látek v zrně a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye (Vatín)</i>	46
Tabulka 28 <i>Analýza variance sedimentační hodnoty v zrně (Vatín)</i>	48
Tabulka 29 <i>Průměrné sedimentační hodnoty a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye (Vatín)</i>	48