



**Využití dusíkatého hnojiva s inhibítorem nitrifikace ve
výživě pšenice ozimé**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.

Vypracoval:
Lukáš Vícha



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Lukáš Vícha**
Studijní program: Agrobiologie
Obor: Fytotechnika
Konzultant: Ing. Jiří Antošovský
Název tématu: **Využití dusíkatého hnojiva s inhibítorem nitrifikace ve výživě pšenice ozimé**
Rozsah práce: cca 30 – 40 stran

Zásady pro vypracování:

1. Studium literárních pramenů týkajících se řešené problematiky.
2. Zpracování literární rešerše se zaměřením na výživu pšenice ozimé dusíkem a na hnojiva s inhibitory.
3. Založení a vedení maloparcelkového polního pokusu s aplikací dusíkatých hnojiv včetně hnojiva s inhibítorem nitrifikace.
4. Posouzení vlivu sledovaného hnojiva a termínu jeho aplikace na výnosové a kvalitativní parametry sklizeného zrna.
5. Statistické zhodnocení dosažených výsledků, formulace závěrů a doporučení.



Seznam odborné literatury:

1. ZIMOLKA, J. – HRIVNA, L. – JÁNSKÝ, J. – MAREČEK, J. – RICHTER, R. *Pšenice – pěstování hodnocení a využití zrna*. 1. vyd. Praha: Profi Press s.r.o., 2005. 180 s. ISBN 80-86726-09-6.
2. RYANT, P. a kol. *Multimediální učební texty z výživy rostlin*. [online]. 2003. URL: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin.
3. VANĚK, V. a kol. *Výživa polních a zahradních plodin*. Praha: Profi Press, 2007. 167 s. ISBN 978-80-86726-25-0.
4. FECENKO, J. – LOŽEK, O. *Výživa a hnojení polních plodin*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2000. 442 s. ISBN 80-7137-777-5.
5. TRENKEL, M. *Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture*. Paris, France: International Fertilizer Industry Association, 2010. 160 s. ISBN 978-2-9523139-7-1.
6. KNOP, K. *Charakteristika a vlastnosti pomalu působících dusíkatých hnojiv*. Praha: ÚVTI, 1975. 128 s.

Datum zadání bakalářské práce: listopad 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017

Lukáš Vícha
Autor práce



doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Skarpa, Ph.D.
Vedoucí ústavu

doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „**Využití dusíkatého hnojiva s inhibitorem nitrifikace ve výživě pšenice ozimé**“ vypracoval/a 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 a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, 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

Poděkování

Velice rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Pavlu Ryantovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování své bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat konzultantu Ing. Jiřímu Antošovskému za vedení polního pokusu, rady a pomoci při zpracování výsledků. V neposlední řadě děkuji společnosti AGROFERT a. s., která se významně podílela na financování polního pokusu.

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce bylo posouzení vlivu dusíkato-sírného hnojiva s inhibítorem nitrifikace (ENSIN) na výnos, výživný stav a kvalitu zrna ozimé pšenice. Pokus byl prováděn formou maloparcelkového pokusu na lokalitě Žabčice u Brna (184 m. n. m.) v hospodářském roce 2015/2016. Do pokusu bylo seřazeno 5 variant: 1. LAD (kontrola), 2. DASA 26-13, 3. ENSIN, 4. LAD + DASA 26-13 a 5. LAD + ENSIN. Hodnocen byl také vliv termínu aplikace.

Rozdíly ve výnosech a objemových hmotnostech byly mezi jednotlivými variantami neprůkazné. Nejvyššího průměrného výnosu a objemové hmotnosti bylo dosaženo u varianty LAD + ENSIN. Rozdíly v kvalitativních parametrech zrna z jednotlivých variant hnojení byly statisticky průkazné. Nejvyšší hodnoty byly u N-látek, obsahu lepku a sedimentační hodnoty také u varianty LAD + ENSIN. Naopak nejhorší výsledky ve všech sledovaných parametrech byl u varianty ENSIN. Lze konstatovat, že pozdější aplikace hnojiva ENSIN k ozimé pšenici je výhodnější.

Klíčová slova: pšenice ozimá, dusík, inhibitor nitrifikace, výnos zrna, kvalita zrna

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis is to assess the influence of nitrogen-sulphurous fertilizer with an inhibitor of nitrification (ENSIN) on the yield, nutrition and quality of winter wheat grain. The experiment was carried out on a small parcel in the locality of Žabčice u Brna (184 metres above sea) level in farming season of 2015/2016). The experiment involved five variants: 1. LAD (checking), 2. DASA 26-13, 3. ENSIN, 4. LAD + DASA 26-13 a 5. LAD + ENSIN. The date of application was also taken into consideration.

The differences in the yields and bulk density in different variants were not significant. The option: LAD + ENSIN reached the highest average yield and bulk density. The differences in quality of the grain of the variants were statistically significant. The highest reading for N-substances, content of gluten and sedimentation was also at the variant LAD + ENSIN. On the other hand the worst results were provided by the variant ENSIN. It can be stated that later application of the fertilizer ENSIS to winter wheat is more useful.

Key words: winter wheat, nitrogen, inhibitor of nitrification, yield of the crop, quality of the crop

Obsah

1 Úvod	10
2 Literární přehled	11
2.1 Dusík.....	11
2.1.1 Význam dusíku	11
2.1.2 Zdroje dusíku	11
2.1.3 Dusík v půdě	12
2.1.4 Dusík v rostlinách	16
2.2 Minerální dusíkatá hnojiva	19
2.2.1 Hnojiva s inhibitory nitrifikace.....	20
2.3 Hnojení pšenice ozimé.....	22
2.3.1 Základní hnojení	23
2.3.2 Hnojení během vegetace.....	24
3 Cíl práce	26
4 Materiál a metodika	27
4.1 Charakteristika lokality Žabčice u Brna	27
4.2 Metodika polního pokusu	29
4.3 Použité osivo a hnojiva	30
4.4 Použité analytické metody	32
4.5 Použité statistické metody	33
5 Výsledky a diskuse	34
5.1 Výživný stav porostu pšenice ozimé	34
5.2 Výnosy zrna pšenice ozimé	35
5.3 Kvalita zrna pšenice ozimé	37
5.3.1 Objemová hmotnost.....	37
5.3.2 Obsah N-látek	38
5.3.3 Obsah lepku	40
5.3.4 Sedimentační hodnota.....	41
5.4 Ekonomická efektivnost hnojiv	43
6 Závěr	45
7 Přehled použité literatury	46
8 Seznam obrázků	50

9 Seznam tabulek	50
10 Seznam grafů.....	51

1 ÚVOD

Výživa dusíkem je jedním z nejdůležitějších faktorů výnosu při pěstování ozimé pšenice. Výživu ozimé pšenice ovlivňují klimatické podmínky dané zemědělské výrobní oblasti a zvolená odrůda. Používání dusíkatých hnojiv ve velké míře ovlivňuje kvantitativní a kvalitativní parametry sklizeného zrna. Použití správných dusíkatých hnojiv ve správné dávce a termínu může kladně ovlivnit ekonomiku pěstování pšenice ozimé. V této souvislosti se proto naskytuje příležitost používání stabilizovaných dusíkatých hnojiv, kdy můžeme snížit počet přejezdů po poli, snížíme únik dusíku do atmosféry nebo vyplavování nitrátů do podzemních vod. Výhodou stabilizovaných dusíkatých hnojiv je aplikace hnojiva ve větší dávce „do zásoby“ a dusík je pozvolna uvolňován během vegetace. Stabilizovaná hnojiva a jejich účinnost je založena na inhibici mikrobiologických procesů v půdě. Jako perspektivní se jeví použití těchto hnojiv v okolí vodních toků, kde zabraňují vyplavování nitrátů, a s tím spojené následné ekologické problémy. Tato práce se zabývá využitím dusíkatého hnojiva s inhibitorem nitrifikace ve výživě pšenice ozimé.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

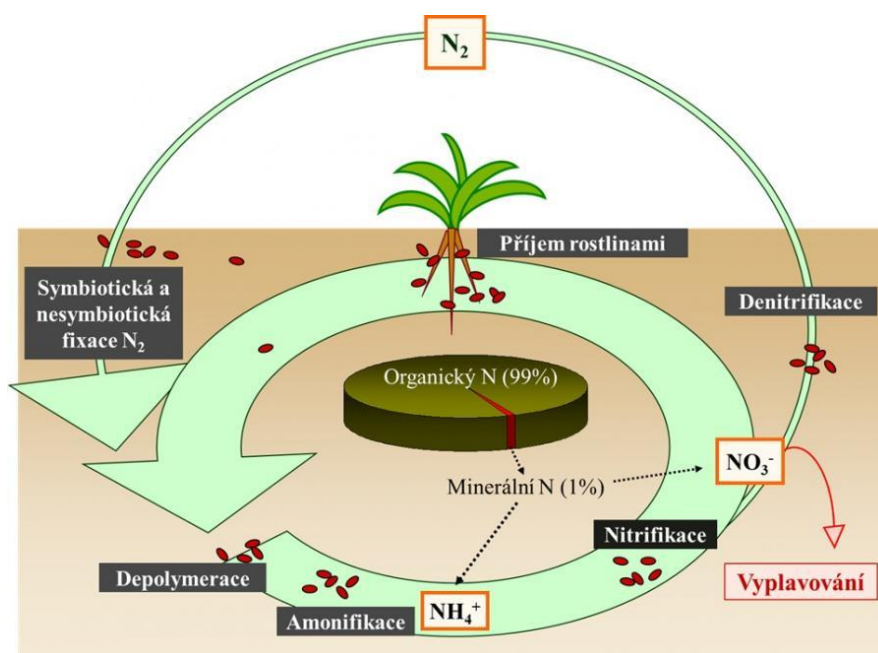
2.1 Dusík

2.1.1 Význam dusíku

Dusík je významným biogenním prvkem vyskytující se ve všech významných organických sloučeninách. Pro rostliny je významný pro jejich růst a vývoj. Je součástí aminokyselin, amidů, chlorofylů, pyrimidinových a purinových bází, nukleových kyselin, enzymů a dalších biologicky aktivních látek. V rostlinách se vyskytuje ve značném rozmezí podle stáří rostliny a druhu orgánu. V počátečních fázích vývoje rostlin je jeho obsah vysoký kvůli tvorbě biomasy (Richter, 2004). Dusík je společně s uhlíkem nejvýznamnější prvek v koloběhu živin v přírodě. Tyto dva prvky mají rozhodující postavení ve všech živých soustavách a výrazně ovlivňují i životní prostředí. Dusík je nepostradatelnou živinou nejen pro rostliny, ale i pro všechny živé organismy, včetně půdních mikroorganismů (Vaněk a kol., 2016).

2.1.2 Zdroje dusíku

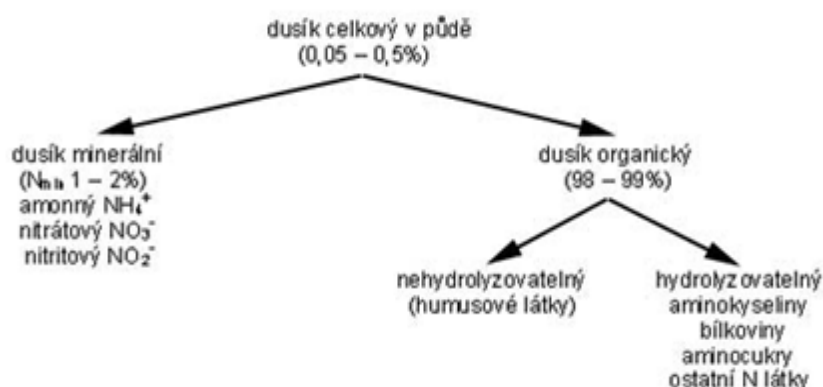
V atmosféře se s ním setkáváme v elementární podobě N_2 , kde tvoří 78 % vzduchu na naší planetě. V malém množství se také vyskytuje jako amoniak, který je uvolňován při rozkladných procesech organických sloučenin. Z důvodu rozpustnosti všech svých anorganických solí se téměř nevyskytuje v běžných horninách. Výjimkou je chilský ledek ($NaNO_3$), který pravděpodobně vznikl rozkladem organických sloučenin rostlinného a živočišného původu na chilském pobřeží. Zdrojem organického dusíku jsou tlející rostlinné a živočišné zbytky. Nezanedbatelný je i přísun dusíku do půdy, který je obsažen ve srážkách. Nejdůležitějším zdrojem dusíku především pro rostlinnou říši je atmosférický dusík (N_2), který je poután mikroorganismy a následně přeměňován na stabilnější a přijatelnější formy dusíku (Vaněk a kol., 2016).



Obrázek 1: Koloběh dusíku (Záhora, 2012)

2.1.3 Dusík v půdě

Celkový obsah dusíku v půdě se pohybuje v rozmezí 0,05-0,55 %, přičemž v ornici se nachází pouze 0,1-0,2 %. Z tohoto čísla je většina v organických vazbách, tudíž rostlinami nepřijatelná a pouze 1-2 % z celkového množství je minerální dusík, který rostlina dokáže přijmout a využít. V půdě je především dusík organický, který je vázaný v organických sloučeninách a není dostupný rostlinám. Jsou to rostlinné a živočišné zbytky, biomasa mikrobů, jejich metabolity, humusové látky, které vznikají při transformaci organických látek. Aby byl dusík rostlinám přístupný, musí projít procesem mineralizace na minerální formy jako je amonný či nitrátový dusík (Richter, 2004).



Obrázek 2: Rozdělení forem dusíku v půdě (Ivanič a kol., 1984)

2.1.3.1 Význam

Dusík je v půdě velmi důležitý makrobiogenní prvek, který slouží jako zdroj živin mikroorganismům, které jej využívají při rozkladných procesech organické hmoty. Mikroorganismy dusík imobilizují do hydrolyzovatelných forem, proto dodáváním pravidelného a dostatečného množství organické hmoty působilé příznivě na obnovu půdní úrodnosti. Případné zvýšení obsahu lehce hydrolyzovatelného dusíku v půdě vede ke zvýšení předpokladů pro uvolňování přijatelných forem dusíku pro rostliny během vegetace. Naopak při dlouhodobější absenci organického hnojení a nedostatečném přísunu posklizňových zbytků do půdy nastává výrazný pokles přijatelných forem pro rostliny. Při velkém nedostatku dusíku v půdě se zvyšuje poměr mezi uhlíkem a dusíkem, tudíž mikroorganismy rozkládající dusík trpí tzv. „dusíkovou depresí“, která snižuje aktivitu mikrobů, a tím částečně ovlivňuje i úrodnost půdy (Vaněk a kol., 2016).

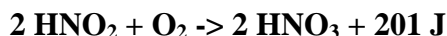
Mineralizovaný dusík, který je rostlinám přístupný, by měl projít nezbytnou fází mineralizace (kapitola 2.1.3.2 Mineralizace), aby byl rozložen na amonnou a později nitrátovou formu, kterou hojně využívají rostliny během vegetace. Minerální dusík v půdě během vegetace značně kolísá. Jeho množství je dáno ročním obdobím a aktuálním odběrem rostlinami. Nevyužitý minerální dusík denitrifikuje, což je redukční proces popsán v kapitole 2.1.3.4 Denitrifikace (Vaněk a kol., 2016).

2.1.3.2 Mineralizace

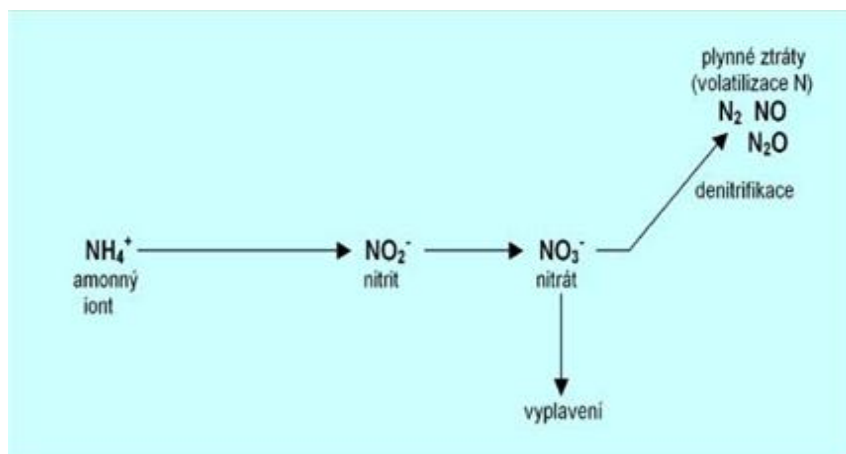
Dusík v půdě prochází různými přeměnami. Jednou z nich je mineralizace, kdy je z organických látek uvolňován amoniak, který je dále oxidován na dusičnan. Tyto formy jsou rostlinám přístupné, ale pokud je rostliny nevyužijí, probíhá proces denitrifikace, kdy je dusičnan redukován až na elementární dusík (Vaněk a kol., 1997).

2.1.3.3 Nitrifikace

Amonný dusík, který vzniká deaminací z organické hmoty díky působení řady aerobních a anaerobních mikroorganismů, je zdrojem dusíku pro mikroflóru a může být využíván rostlinami. Pokud se uvolňuje více N než mikroorganismy nebo rostliny umí spotřebovat, je amonný kationt sorbován sorpčním komplexem půdy a není nebezpečí úniku N z půdy. Avšak na biologicky činných půdách je amoniak oxidován v procesu nitrifikace, při kterém je amonný dusík postupně oxidován autotrofními mikroorganismy až na dusičnan. Oxidace probíhá ve dvou stupních, kdy nitrifikační bakterie prvního stupně (*Nitrosomonas*, *Nitrocystis*, *Nitrospira*) a druhého stupně (*Nitrobacter*) využívají kromě dusíku také energii, která je při procesech oxidace uvolňována (Vaněk a kol., 2016).



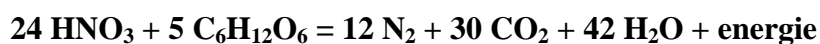
Nitrifikace je proces, který vykazuje velkou citlivost na vnější podmínky. Výrazně tyto procesy ovlivňuje vlhkost a teplota. Minimální teplota je 5 °C, při níž nitrifikace téměř ustává. Optimální teplota se pohybuje v rozmezí 25-30 °C. Půda musí mít dostatečné množství vzduchu a slabě kyselé až mírně alkalické prostředí. Ovlivněna je i doprovodnými ionty a vlastnostmi hnojiv, kdy se mohou použít inhibitory nitrifikace (kapitola 2.2.1. Hnojiva s inhibitory nitrifikace), které omezí tvorbu nitrátů a prodlouží působení hnojiva (Vaněk a kol., 2016).



Obrázek 3: Proces nitrifikace v půdě (Richter, 2007)

2.1.3.4 Denitrifikace

Oproti nitrifikaci se jedná o proces redukční, kdy jsou nitráty za přítomnost organických látek redukovány na oxidy dusíku až elementární dusík. V našich podmínkách převažuje fakultativní denitrifikace anaerobními mikroorganismy, které využívají nitrátový dusík, jenž při rozkladu vzniká (Vaněk a kol., 1997).



Podmínky, při nichž denitrifikace probíhá je nedostatek kyslíku v půdě, přítomnost nitrátů a dostatek lehce rozložitelných organických látek. Menší význam má denitrifikace chemická, což je redukce nitrátů v přítomnosti amidů bez účasti mikroorganismů (Vaněk a kol., 2016).

Je pochopitelné, že ztráty vyvolány denitrifikací mohou být obrovské a snižují efektivnost hnojivářských zásahů ovlivňující životní prostředí negativně. Znalost denitrifikačních procesů umožňuje směřování aplikace hnojiv a dalších agrotechnických zásahů, aby tyto ztráty byly přiměřené (nízké) a co největší část minerálního dusíku byla využita rostlinami. Jedná se tedy o to, aby v půdách nebyl vysoký obsah nitrátů koncem vegetace a mimo vegetační období, kdy je v půdě také více vody, tudíž jsou lepší podmínky pro denitrifikaci, a tím i větší riziko vyplavení dusíku z půdního horizontu (Vaněk a kol., 1997).

2.1.4 Dusík v rostlinách

Rostliny přijímají dusík převážně kořeny nebo jej můžou přijímat přes listovou plochu tzv. foliární výživou. Minerální dusík je v několika formách, které rostlina využívá. Jednou z forem je nitrátový dusík (NO_3^-), který má za normálních podmínek pro výživu rostlin největší význam, protože je kořeny přijímán ve směru elektrochemického gradientu a kyselějším pH. Při pH kolem 6,8 se příjem nitrátového a amonného iontu vyrovnává. Amonný iont působí inhibičně na příjem nitrátového dusíku. Než se nitrátový dusík zapojí do metabolismu, musí být redukován na NH_3 . Tento proces zvaný redukce nitrátů má dvě etapy a to redukce NO_3^- na NO_2 pomocí enzymu nitrátoreduktáza a druhý krok zahrnuje redukci NO_2 na NH_3 enzymem nitritoreduktáza. Asimilaci nitrátů ovlivňuje i teplota, protože bylo dokázáno, že při 30 °C dochází k intenzivnějšímu příjmu NO_3^- , ale zároveň se snižuje aktivita enzymu nitrátoreduktázy (Richter, 2004).

Při příjmu kationtu NH_4^+ se zvyšuje acidita v cytoplazmě a v kořenových systémech může omezit přenos iontů NO_3^- přes membránu do buňky. Při výživě amoniakálním dusíkem je celkově nižší příjem většiny iontů, ale především kationtů (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) a organických aniontů. Z energetického hlediska je amoniakální dusík vhodným zdrojem pro rostliny a může být přímo zapojen do metabolismu bez potřeby energie, předpokládá se jen odštěpení H^+ z kationtu (Richter, 2004).

Příjem močoviny rostlinou je možný jen po předchozím rozkladu v půdě pomocí ureázy nebo ve formě celých molekul při foliární výživě. V přirozených podmínkách je močovina přijímána jako kationt NH_4^+ nebo dále mikrobiálně přeměňována na NO_3^- . Asimilace močoviny je aktivní metabolický proces a pro rostliny je zdrojem nejen dusíku, ale i uhlíku. Bylo zjištěno, že močovina způsobuje určitou růstovou depresi, což je zapříčiněno obsahem biuretu, který je v močovině vždy přítomen (Richter, 2004).

Asimilací různých forem dusíku přijatých rostlinami je produkován amoniak, který je v buňce zužitkován převážně při reakci s oxokyselinami na aminokyseliny. U vyšších rostlin byla prokázána cesta zabudování amoniaku enzymovým systémem (Richter, 2004).

2.1.4.1 Přeměny dusíku

První stupeň asimilace amonného iontu se odehrává v kořeni, kde je zabudován do aminokyselin a amidů za současné kompenzace H^+ . Nadzemní části rostlin mají omezenou kapacitu na protony, proto probíhá asimilace v kořeni a dusík je transportován xylémem ve formě aminokyselin a amidů do nadzemních částí, kde se enzym nitrátoreduktáza podílí na přeměně. Jeho zastoupení v xylémové šťávě se mění podle druhu rostlin a množství nitrátů v živném prostředí rostliny. Vstupem dusíku do buňky a začleněním do oxokyselin končí první fáze, na kterou navazuje vlastní využití dusíku jako druhá fáze. Jednou přijatý dusík rostlinou může být využit i několikrát během vývoje rostliny. Druhý stupeň využití dusíku rostliny spočívá v syntéze vyšších dusíkatých sloučenin o velké molekulární hmotnosti zvláště tedy na proteiny a nukleové kyseliny. Nízkomolekulární dusíkaté látky a aminokyseliny slouží jako stavební jednotky proteosyntetické reakce (Richter, 2004).

Důležitým principem hospodaření s dusíkem je reutilizace, která umožňuje vratný přenos aminokupiny přes celou řadu meziproductů. Obsah proteinových dusíkatých látek v zelených rostlinách činí 80-85 % z celkového dusíku, nukleovým kyselinám náleží asi 10 % a zbylých 5 % připadá na rozpustný aminodusík. Translokace a reutilizace dusíku je ve vývoji rostlin velice důležitým procesem. Mladé listy musí být zásobovány aminokyselinami až do dospělosti, protože při přerušení je dusík ze starších listů přemísťován do mladších. Z tohoto důvodu pozorujeme první symptomy nedostatku dusíku prvně na starších listech, kdy právě v těchto listech dochází k hydrolyze proteinů (proteolýza) a vzniklé aminokyseliny jsou přenášeny do mladších listů. Výsledkem proteolýzy je odumření chloroplastů a pokles chlorofylu, což se projeví žloutnutím listů (Richter, 2004).

2.1.4.2 Nedostatek dusíku

Při nedostatku dusíku v půdě se jeho obsah v rostlině snižuje. Rostliny se slaběji vyvíjejí, porosty bývají nevyrovnané se světlými listy. Barva listů je podle stupně nedostatku od bledě zelené až po žlutou. V době odnožování se projeví

nedostatek snížením počtu odnoží, vegetační vrchol je kratší, redukuje se počet stébel, klas je krátký s malým počtem zrn. Zrno je malé s nízkou hmotností a zhoršenými technologickými parametry. Semletá mouka je pekařsky slabá, což snižuje kvalitu hotového výrobku (Zimolka a kol., 2005). Nedostatek dusíku na začátku vývoje má za následek omezení tvorby stavebních a funkčních bílkovin což se projevuje omezením růstu a vývoje podstatných orgánů (listů, stébel apod.). Omezená tvorba listů vede ke snížení intenzity fotosyntézy, a tím k menší tvorbě biomasy. Při nedostatku dusíku rostliny zkracují vegetační dobu, rychleji dozrávají a to vede ke snížení kvality a výnosu především semen (Vaněk a kol., 2016).



Obrázek 4: Příznaky nedostatku dusíku v porostu pšenice ozimé (Richter, 2004)

2.1.4.3 Nadbytek dusíku

Nadbytek dusíku je méně častý a projevuje se latentním stádiem rostlin. Rostliny jsou bujné, tmavě zelené až do modra. Některé porosty mohou být přehuštěné a spodní patra porostu mohou být etiolizovaná, pletiva nebývají dostatečně vyzrálá, jsou méně odolná vůči mechanickému poškození a jsou náchylnější k působení patogenů (Hrudová, 2017).

Měli bychom se vyvarovat jednorázovým vyšší dávkám dusíku. Můžeme totiž omezit růst především amonnou formou a v jarním období může docházet k většímu větvení kořenů z důvodů koncentrace dusíku ve vrchní části ornice a nedochází

tak k prokořenění celého půdního profilu. Při nadbytku dusíku v pozdějších fázích růstu jsou obilniny hustší a zvyšují vlhkost uvnitř porostu a při deštivém nebo větrném počasí dochází k poléhání porostu. Poškozené porosty jsou pak vstupní branou pro různé patogeny, které ovlivňují kvalitu a výnos. Nadbytečný dusík je hromaděn v listech a při přesáhnutí toxické hladiny jsou poškozována pletiva. Vyšší toxicitu vykazuje dusík amonný než dusičnanový, ale projev poškození je stejný (Vaněk a kol., 2016).

2.2 Minerální dusíkatá hnojiva

Minerální hnojiva umožňují úhradu živin, které jsou z půdy využívány a zapojovány do koloběhu živin. K odčerpávání živin z půdy dochází sklizní, vyplavením, smyvem a různou sorpcí. Správně použitá hnojiva se projevují zvýšením výnosů a kvality produktů. Minerální hnojiva působí přímo na výnos a kvalitu plodiny, ale také i na výživu následných plodin zvýšením obsahu přístupných živin v půdě (Hlušek, 2004).

Do skupiny dusíkatých hnojiv zařazujeme všechny dusíkaté sloučeniny v minerální a organické podobě, v tuhém i tekutém skupenství, které poskytují dusík jako živinu rostlinám a podle toho jsou také rozděleny.

Rozdělení N hnojiv:

- s dusíkem nitrátovým (ledkovým, dusičnanovým) - NO_3^- ,
- s dusíkem amonným a amoniakálním - NH_4^+ , NH_3 ,
- s dusíkem amidovým (organickým) - NH_2 ,
- s dusíkem ve dvou a více formách - NH_4^+ , NO_3^- , NH_2
- pomalu působící dusíkatá hnojiva.

Do roku 1920 kryl potřebu minerálního dusíku ledek čilský, později byly vypracovány postupy vázání vzdušného dusíku na dusíkaté sloučeniny. Nejvýznamnější technologie je syntéza amoniaku z vodíku a dusíku podle Habera a Bosche, protože je v současné době nejrozšířenější a nejlevnější.

Vlastní syntéza amoniaku ze směsi N₂ a H₂ probíhá katalytickou reakcí při vysokém tlaku a teplotě (20-100 kPa, 500 °C) podle rovnice:



Vyrobený amoniak se používá pro přímé hnojení nebo jako surovina pro výrobu kyseliny dusičné, ledků, močoviny, dusíkatých roztoků či vícesložkových hnojiv (Hlušek, 2004).

Pomalou působící dusíkatá hnojiva

Tyto hnojiva se začaly vyrábět proto, aby bylo možno použití větších dávek před vegetací, aniž by vzniklo nebezpečí počátečního poškození rostlin nebo vyplavení dusíku, a tím dopadu na životní prostředí. Problémem používání těchto hnojiv může být jejich vysoká pořizovací cena. Obsah dusíku v těchto hnojivech se pohybuje v rozmezí 30-40 % N v organické nebo minerální formě ve vodě těžkorozpustné. V půdě pomalu podléhají mikrobiálním a biochemickým přeměnám až na minerální dusík (Hlušek, 2004). Mezi pomalu působící dusíkatá hnojiva řadíme obalovaná hnojiva, hnojiva na bázi kondenzované močoviny a hnojiva s inhibitory (Růžek a Pišánová, 2007).

2.2.1 Hnojiva s inhibitory nitrifikace

Inhibitory nitrifikace stabilizují amonný dusík v půdě a zpomalují jeho přeměnu na dusík nitrátový, čímž omezují ztráty dusíku vyplavováním nitrátů a denitrifikací. Na rozdíl od inhibitoru ureázy je důležité, aby se pohybovaly s dusíkem, jehož přeměnu ovlivňují (Růžek a Pišánová, 2007). Inhibitory nitrifikace snižují vyluhování dusičnanů a emisi oxidu dusného tím, že zabraňují nebo zpomalují mikrobiální konverzi amonného dusíku na nitrátový dusík (Lam a kol., 2015).

Funkce inhibitoru nitrifikace spočívá ve zpomalení mikrobiální oxidace amonného iontu po určité časové období (čtyři až deset týdnů) a snížení aktivity bakterie *Nitrosomas* v půdě, která přeměňuje amonný iont na dusitan (NO₂), který je dále transformován na dusičnan (NO₃) bakteriemi rodu *Nitrobacter* a *Nitrosolobus*. Cílem

inhibitorů nitrifikace je zajistit kontrolu nad ztrátou dusičnanu vyluhováním nebo jeho přeměny na oxidy dusíku denitrifikací. Zachování dusíku v amonné formě nám zajistí vyšší účinnost dusíku. Kromě oddálení přeměny z amoniaku na dusičnany se snažíme vyhnout nežádoucímu účinku dusičnanů v rostlinách používaných k výživě zvířat a lidí. Inhibice nitrifikace však nezabrání aplikovaným dusíkatým hnojivům rozpuštění ve vodě a následnému odtoku (Trenkel, 2010).

Byl proveden komplexní průzkum ve vývoji inhibitorů nitrifikace a zjistilo se, že velké množství chemických látek obsahuje inhibitory nitrifikace včetně několika přípravků na ochranu rostlin (např. fungicid etridiazol). Nicméně většina z těchto látek má moc dlouhou aktivitu, jsou fyto toxické nebo mají nežádoucí účinky na životní prostředí. Pouze pár látek splnilo agronomické, ekonomické a environmentální kritéria inhibitorů nitrifikace, které se v praxi dále využívají. Prošly také některé dusíkaté a sírné sloučeniny jako deriváty močoviny či acetyleny, ale i ty je obtížné aplikovat (Trenkel, 2010).

Trenkel (2010) uvádí tyto patentované a používané inhibitory nitrifikace

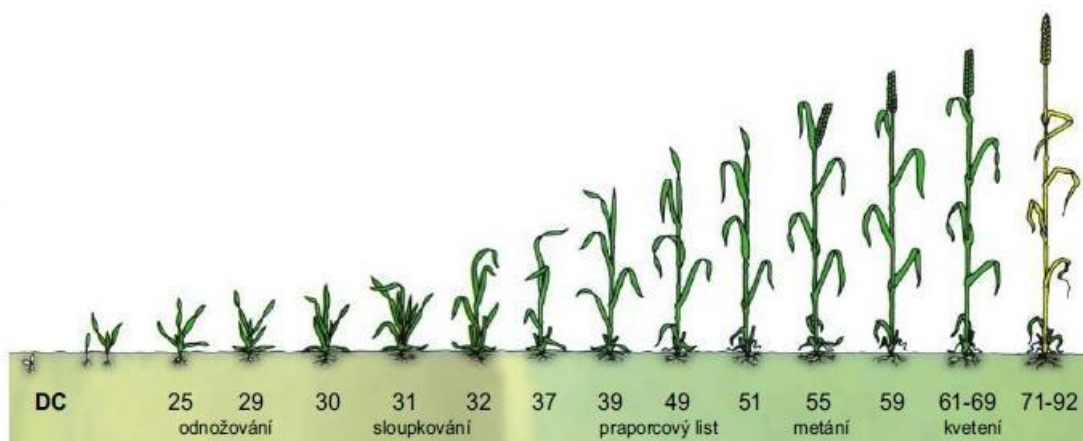
- Nitrapyrin: *2-chloro-6-(trichloromethyl)-pyridin*
- ATC: *4-amino-1,2,4-triazol-HCl*
- CI-1580: *2,4-diamino-6-trichlor-methyltriazin*
- DCD: *Dikyandiamid*
- TU: *Thiomočovina*
- MT: *1-mercapto-1,2,4-triazol*
- AM: *2-amino-4-chloro-6-methyl-pyramidin*
- DMPP: *3,4-dimethylpyrazol fosfát*
- ASU: *1-amid-2-thiomočovina*
- ATS: *Ammoniumthiosulfát*
- Terrazol: *5-ethylen oxid-3-trichloro-methyl,2,4-thiodiazol*
- 3-MP: *3-methylpyrazol*
- CMP: *1-karbamoyl-3-methyl-pyrazol*

Z toho nejpoužívanějším inhibitorem nitrifikace v USA je Nitrapyrin, jenž je distribuován pod názvem N-Serve, který má vysoký vliv na bakterie rodu *Nitrosomonas*, ale ve srovnání s DCD a CMP je jeho efekt na půdu ničivější. N-Serve je používán s močovinou nebo bezvodým čpavkem (Trenkel, 2010).

V Evropě se používá dikyandiamid (DCD), jenž má v půdě bakteriostatický účinek na bakterie rodu *Nitrosomonas*, který pravděpodobně vyplývá z inhibice oxidativní fosforylace v jejich metabolismu. Bakterie nejsou zničeny, ale je snížena nebo inhibována jejich aktivita. Je distribuován v hnojivech ALZON 47, BASAMMON stabil a NITROPHOSKA stabil 12-8-17 (Trenkel, 2010). Podle Liu a kol. (2015) je dikyandiamid jedním z nejúčinnějších inhibitorů nitrifikace.

2.3 Hnojení pšenice ozimé

Ozimá pšenice je plodina se střední náročností na živiny. Potřeba živin na 1 t zrna, a stejné množství slámy a kořenů, činí kolem 25 kg dusíku, 5 kg fosforu, 20 kg draslíku, 2,4 kg hořčíku a 4 kg síry. Ozimá pšenice začíná svůj vývoj už v obilce vlivem enzymatických činností. Kořenový systém ozimé pšenice na dobrých strukturních půdách dosahuje hloubky 70 až 100 cm, ale převážná část je do 40 cm, což má významnou úlohu pro zajištění optimálního růstu a vývoje. Při nedostatku živin v půdě jsou omezovány metabolické procesy v rostlině a důsledkem je slabá odnoživost a následná náchylnost na vymrzání. Na podzim pšenice přijme relativně málo živin a v zimě vůbec žádné. Na jaře rostlina musí obnovit biomasu, proto je příjem živin větší, a to především dusíku. Od sloupkování do kvetení se zvyšuje i příjem draslíku, zatímco fosfor si zachovává stejnou dynamiku příjmu s mírným nárůstem v období tvorby zrna. Vápník, síra i hořčík jsou nejintenzivněji odebírány do fáze DC 35, pak čerpání klesá a v období tvorby zrna opět roste. Proto je důležité, aby pěstitel vytvořil v půdě optimální podmínky pro postupný rozvoj kořenového systému, který bude zásobovat rostlinu živinami. Nedostatek živin omezuje růst a vývoj rostliny, a také negativně ovlivňuje počet klasů na jednotce plochy, počet zrn v klasu, hmotnost tisíce zrn a řadu kvalitativních parametrů (Zimolka a kol., 2005).

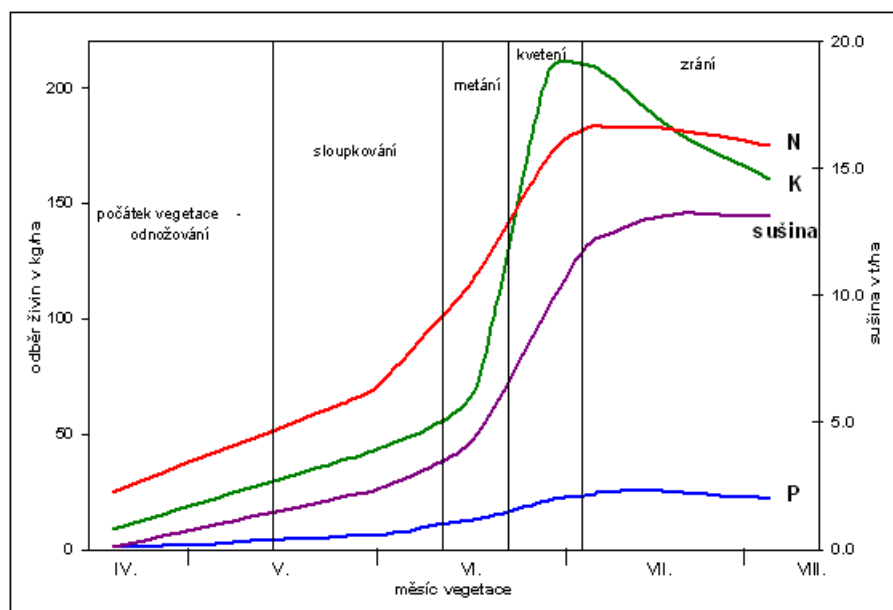


Obrázek 5: Fenologické fáze ozimé pšenice (Škarpa, 2009)

2.3.1 Základní hnojení

Při hnojení ozimé pšenice musíme dbát na výběr stanoviště, zohlednit agrochemické vlastnosti půdy a respektovat odrůdovou rajonizaci včetně požadavku odrůdy na výživu. S ohledem na velké množství ozimů v osevních sledech má velký vliv také předplodina. Nejlepšími předplodinami jsou jeteloviny a luskoviny, ale limitujícím faktorem je redukce jejich ploch, proto nabývají na významu olejnin. Ovšem časté jsou sledy obilovina po obilovině, což ovlivňuje fyzikální a chemické vlastnosti půdy. Proto musíme zajistit kvalitní půdní podmínky pro pěstování, musíme brát ohled na předplodiny a s předstihem reagovat přípravou půdy k setí. Je nutné podle výnosu a agrochemických vlastností půdy upravit zásobu živin jako jsou P, K, Mg, Ca, ale i S, tak abychom zajistili optimální růst rostlin (Zimolka a kol., 2005).

Hnojení dusíkem na podzim obvykle neprovádíme, pokud se obsah minerálního dusíku pohybuje nad 10 mg.kg^{-1} zeminy. Dávku nemusíme také aplikovat ani po hnojených předplodinách nebo po jetelovinách. Hnojíme pouze při suchém podzimu a v opožděném setí, kdy hnojíme dávkou dusíku $20\text{-}30 \text{ kg.ha}^{-1}$. V ostatních případech je hnojení dusíkem nepodstatné, poněvadž pšenice přijme do zimy maximálně 12 % z celkové spotřeby N. Při aplikaci N musíme respektovat podmínky ve zranitelných oblastech týkající se dávky N a dodržet aplikační termín (Richter a Hřivna, 2005).



Obrázek 6: Dynamika odběru živin ozimou pšenici a nárůst sušiny (Vaněk a kol., 2002)

2.3.2 Hnojení během vegetace

Celkovou dávku dusíku hnojenou během vegetace dělíme na tři termíny hnojení. Brzy na jaře se aplikuje regenerační hnojení, na počátku sloupkování provádíme produkční hnojení a poslední hnojení je kvalitativní. U odrůd určených pro pekárenské účely musíme respektovat výnosotvorný prvek, který má velký význam pro výnos dané odrůdy (Zimolka a kol., 2005).

Regenerační hnojení je nezbytným předpokladem pro nastartování rychlého růstu ozimů po přezimování. U pozemků, kde byla vyhovující zásoba P, K, Mg a pH je nutné zajistit rychlý rozvoj kořenového systému a obnovu nadzemní části rostliny, proto provádíme regenerační hnojení. Hnojíme brzy na jaře, ale hnojivo by nemělo být aplikováno na sníh nebo půdu přesycenou vodou. Při hnojení využíváme ranních mrazíků, které zajistí dočasné zpevnění povrchu půdy a umožní snadnější pohyb po pozemku. Hlavními ukazateli pro stanovení dávky dusíku jsou počet rostlin na 1 m², počet odnoží, zdravotní stav, vývoj porostu a obsah minerálního dusíku v půdě. Z hnojiv pro aplikaci regeneračního hnojení volíme ledek amonný, močovinu, ledek amonný s vápencem nebo ledek amonný s dolomitem. Na půdách, které jsou chudší na vodorozpustnou síru, můžeme zvolit hnojivo DASA, kapalná hnojiva se většinou nepoužívají (Richter a Hřivna, 2005).

Produkční hnojení provádíme na začátku sloupkování. Dávku dusíku určujeme podle aktuálního výživného stavu porostu zjištěného na základě chemického rozboru. Produkční hnojení má především význam k vytvoření dobrých předpokladů pro tvorbu výnosotvorných prvků. Podporujeme růst a vývoj odnoží, působíme na velikost listové plochy a ovlivňujeme velikost klasu. V této fázi se rozhoduje o intenzivním růstu, začíná se také projevovat tzv. zředovací efekt. Přihnojujeme dusíkem (DAM 390, SAM, LAD, LAV, LA) na výnos, při překročení dávky $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ha většinou rozdělujeme dávku a aplikujeme v rozmezí 2-3 týdnu po sobě (Zimolka a kol., 2005).

Kvalitativní hnojení je pozdní přihnojení před nebo po metání, kdy můžeme aplikovat $20\text{-}30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ hnojiv s dusičnanovou formou (LV, LAV, apod.). Účinnost tohoto hnojení je ovlivněna průběhem počasí po aplikaci hnojiv. Ovlivňujeme především kvalitu zrna a hmotnost tisíce semen než celkový výnos (Vaněk a kol., 2016).

3 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo posouzení účinnosti stabilizovaného dusíkato-sírného hnojiva s inhibítorem nitrifikace ENSIN aplikovaného ve dvou různých termínech na výživný stav porostu a na výnos a kvalitu zrna ozimé pšenice. Předpokladem bylo zvýšení výnosu, popřípadě zlepšení kvalitativních znaků zrna ozimé pšenice po aplikaci dusíkatých hnojiv se sírou, popřípadě dusíkato-sírných hnojiv s inhibítorem nitrifikace. Očekáváním byly rozdíly ve výsledcích při různých termínech aplikace hnojiv.

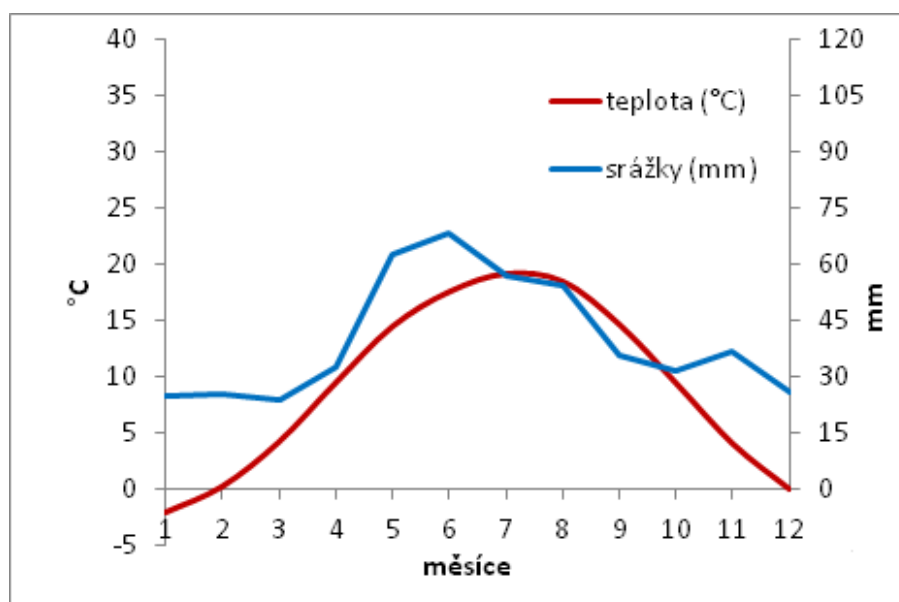
4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Charakteristika lokality Žabčice u Brna

Pokus byl proveden formou maloparcelkového pokusu na pozemcích pokusné stanice Školního zemědělského podniku Žabčice, který se nachází 25 km jižně od Brna v okrese Brno-venkov. Okolí Žabčic leží v Dyjsko-svrateckém úvalu, který je tvořen převážně sedimenty. Nejčastější půdní druh je zde jílovitohlinitý, místy hlinitý. Půdní typ jsou zde převážně černozemě, mírně podzolované drnové půdy a nivní glejové půdy o průměrné nadmořské výšce 184 m. Pozemky spadají do kukuřičné výrobní oblasti. Mocnost ornice dosahuje hloubky 35 cm s obsahem humusu okolo 2,44 % s pH převážně neutrálním. Z dlouhodobého normálu mezi léty 1961–1990 vyplývá, že průměrná roční teplota činí v tomto období 9,2 °C a patří mezi nejteplejší oblasti naší republiky. Srážkové podmínky v této oblasti jsou velice podprůměrné s ročním úhrnem srážek 480 mm (Brotan a kol., 2011).



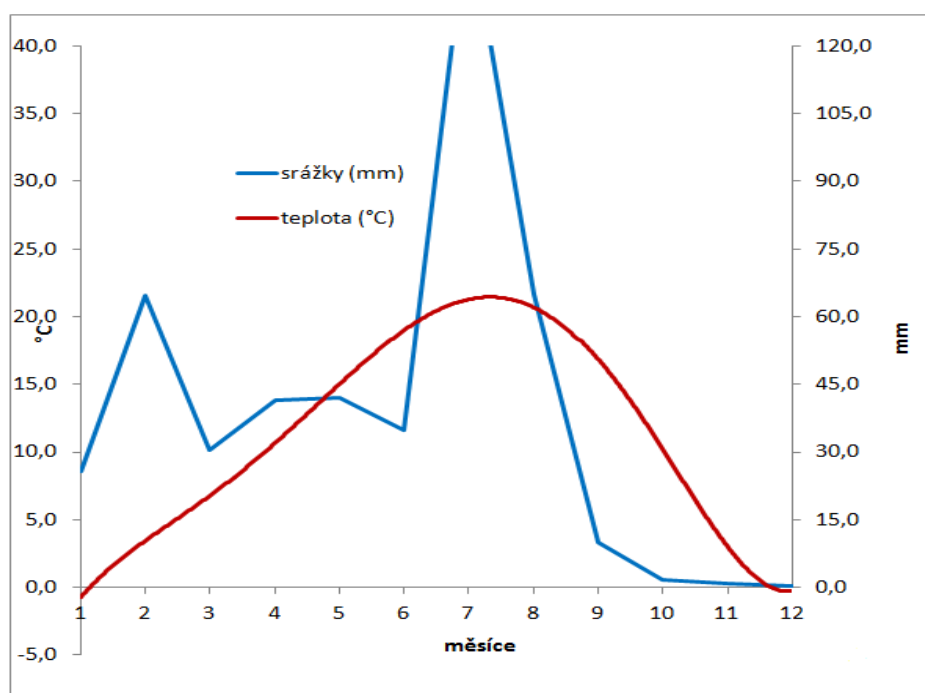
Obrázek 7: Letecký pohled na Žabčice - obora (<http://web2.mendelu.cz>)



Graf 1: Klimadiagram dlouhodobého normálu 1961-1990 v Žabčicích

Můžeme vidět, že průběh teplot od začátku měření v lednu 2016 klesl průměr teplot pod bod mrazu. U srážek to bylo variabilnější, kdy zvýšené množství srážek v letních měsících ovlivnilo sklizeň a kvalitu zrna a méně srážek na jaře ovlivnilo hnojení variant na výsledcích pokusů. Vyzdvihnout s nadprůměrnými srážkami je možné únor a červenec 2016. Oproti tomu červen a září 2016 byl silně pod normálem. Z grafu 2 můžeme také odvodit, že únor 2016 byl jak z pohledu průměrné teploty, tak i srážkového úhrnu mimořádně nadnormální.

Průměry dlouhodobého normálu měly hodnotu 11,3 °C. Průměr 2016 byla teplota 10,5 °C, což znamená pokles průměru teplot o 0,8 °C. Oproti tomu průměr srážek za sledované období 2016 činil 38,8 mm a průměr normálu byl 43,5 mm, což je pokles srážek o 4,7 mm. Ovšem tato informace může být zavádějící, protože jak bylo zmíněno výše, byly měsíce, které byly z pohledu počasí nebo srážek extrémní.



Graf 2: Průběh teplot a srážek 2016 v Žabčicích

Obsah přístupných forem živin a hodnota výměnné půdní reakce na pokusném pozemku před založením experimentu udává tabulka 1.

Tabulka 1: Agrochemické vlastnosti půdy

pH/ CaCl ₂	Obsah přístupných živin (mg/kg)				
	P	K	Ca	Mg	Svod
6,82	99,8	242	3720	374	1,07

Obsah fosforu a draslíku je dobrý. Vápník je zde vysoký a hořčík dokonce velmi vysoký. Naopak obsah síry je nízký. Půdní reakce je neutrální, pro jílovitohlinitou půdu v žádoucím rozmezí.

4.2 Metodika polního pokusu

Pokus byl veden formou maloparcelkového pokusu v hospodářském roce 2015/2016. Velikost pokusných parcelk činila 15 m². Předplodinou byla pšenice ozimá. Před zasetím byla 4. 8. 2015 provedena podmítka, 21. 8. 2015 následovala orba

a po ní 24. 8. 2015 válení orby. Dne 28. 8. 2015 bylo hnojeno fosforem v dávce 90 kg P₂O₅/ha a draslíkem 120 kg K₂O/ha Superfosfátem a Draselnou solí. Měsíc před setím byla 7. 9. 2015 provedena příprava půdy kompaktozem a den před zasetím 26. 10. 2015 bylo provedeno smykování a vláčení. 27. 10. 2015 byla pšenice ozimá zasetá maloparcelkovým secím strojem do hloubky 3 cm a vzdálenosti řádků 12,5 cm při výsevku 4 milionů klíčivých semen. Jarní práce začaly 25. 2. 2016 regeneračním přihnojením dusíkem. 11. 4. 2016 ve fázi BBCH 31-32 bylo provedeno 1. produkční hnojení a 2. produkční hnojení proběhlo 9. 5. 2016 ve fázi BBCH 36-37. Jednotlivé varianty hnojení uvádí tabulka 2. Dne 21. 7. 2016 proběhla sklizeň maloparcelkovou sklízecí mlátičkou Sampo.

V rámci chemické ochrany byl 15. 4. 2016 použit herbicid Husar aktive v dávce 1 l/ha v kombinaci s regulátorem růstu Retacel v dávce 1 l/ha. 9. 5. 2016 byl použit insekticid Decis Mega v dávce 0,15 l/ha.

N-tester je optický přístroj pro měření obsahu chlorofylu v rostlinách. Měření N-testerem se provádí ve fázi metání. Zjištěné hodnoty nám louží pro předpověď optimální potřeby hnojení dusíkem.

Koeficient ekonomické efektivity nám popisuje, jakou máme tržbu po odečtení nákladů z jednotlivých variant hnojení.

Tabulka 2: Varianty hnojení

varianta číslo	varianta	hnojení						dávka dusíku celkem (kg/ha)
		regenerační		I. produkční		II. produkční		
		N (kg/ha)	hnojivo	N (kg/ha)	hnojivo	N (kg/ha)	hnojivo	
1	LAD	60	LAD	40	LAD	40	DAM-390	140
2	DASA 26-13	65	DASA 26-13	40	LAD	40	DAM-390	145
3	ENSIN	100	ENSIN			40	DAM-390	140
4	LAD + DASA 26-13	54	LAD	65	DASA 26-13	40	DAM-390	159
5	LAD + ENSIN	54	LAD	104	ENSIN	40	DAM-390	158

4.3 Použité osivo a hnojiva

Bohemia

Je to raná až poloraná odrůda vysokého vzrůstu se střední odolností proti polehání a střední odnožovací schopností. Vyznačuje se velmi dobrou mrazuvzdorností, avšak má nižší odolnost na plíseň sněžnou, celkový zdravotní je s dobrou odolností k chorobám, kromě rzi plevové, ke které je méně odolná. Zrno je velké pekařské jakosti A-kvalitní (*Oseva uni, 2017*).

Ledek amonný s dolomitem

Je dusíkaté hnojivo s obsahem 27 % dusíku (13,5 % dusičnanový a 13,5 % amonný) a 4 % hořčíku ve formě MgO. LAD je směs dusičnanu amonného s jemně mletým dolomitickým vápencem. Je to univerzální hnojivo použitelné k základnímu hnojení, ale i během vegetace. Uplatňuje se k ozimým plodinám a k plodinám náročným na hořčík (*Agro CS, 2017*).

DAM 390

Je roztok dusičnanu amonného a močoviny, kdy obsah dusíku je 30 % (7,5 % dusičnanový, 7,5 % amonný a 15 % amidický). DAM 390 se může použít na základní hnojení před setím, ale ideální je jeho aplikace během vegetace, kdy se používá 0,2 – 0,3% roztok. Používá se také v povolených kombinacích s přípravky na ochranu rostlin (*Duslo, 2017*).

DASA 26-13

Je dusíkaté hnojivo s obsahem síry, které obsahuje 26 % dusíku (1/3 dusičnanový, 2/3 amonný) a 13 % síry. Je vhodné pro použití jako základní hnojení nebo přihnojení během vegetace. Hnojivo je vhodné pro rostliny, které vyžadují více síry (*Agropodnik, 2011*).

ENSIN

Hnojivo, které výrobce popisuje jako dusíkato-sírné s obsahem inhibitoru nitrifikace (směs dikyanodiamidu a 1H-1,2,4 triazolu) je inovací hnojiva DASA 26-13. ENSIN obsahuje 26 % celkového dusíku, z toho 18,5 % amonného, 7,5 % nitrátového a 13 % vodorozpustné síry. Je ve formě granulí. Je šetrný k životnímu prostředí, a splňuje nejvyšší nároky na výživu dusíkem a sírou (AGROFERT a.s., 2013).

4.4 Použité analytické metody

Stanovení výměnné půdní reakce

Půdní výměnná reakce byla stanovena potenciometricky jako pH v CaCl₂. Vyjadřuje obsah vodíkových iontů nacházejících se v půdním roztoku a dále vytěsněných z půdního komplexu, které se stanovilo ve výluhu 0,01 M CaCl₂ (Škarpa, 2010).

Stanovení obsahu přístupných živin v zemině dle Mehlicha III

Tato metoda byla použita pro určení obsahu fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku v zemině pomocí vyluhování extrakčního roztoku Mehlich III. Obsah přístupného fosforu se stanoví pomocí spektrofotometrie. Draslík se stanovuje přímo ve filtrátu výluhu zeminy metodou plamenné fotometrie. Obsah vápníku a hořčíku se po naředění extraktu měří metodou atomové adsorpční spektrofotometrie v plameni acetylen-vzduch (Škarpa, 2011).

Stanovení vodorozpustné síry v půdě

Obsah vodorozpustné síry byl proměřen ve filtrátu vodného výluhu zeminy metodou ICP-OES pomocí spektrometru (Zbíral, 2002).

Stanovení N-látek v zrnu

Obsah N-látek byl stanoven metodou dle Kjeldahla, kterou se stanoví množství dusíku v zrně a přepočít se provede vynásobením koeficientu 5,7 na množství N-látek v zrně (Zbiral a kol., 2005).

Stanovení obsahu lepku v zrně

Obsah byl stanoven na NIR analyzátoru celých zrn Perten Inframatic 9200 (Perten Instruments, Švédsko)

Stanovení sedimentační hodnoty zrna

Stanovena pomocí Zeleného testu, který vychází z bobtnavosti pšeničných bílkovin v organických kyselinách. Pro jakost zrna byl rozhodující objem sedimentu celozrnného šrotu v 1 ml v roztoku kys. mléčné (ČSN ISO 5529 (46 1022)).

4.5 Použité statistické metody

Uvedené technologické parametry a výnos byly zhodnoceny jednofaktorovou metodou analýzou rozptylu za využití software STATISTICA version 12. Následné testování významnosti rozdílů bylo provedeno Tukeyovým testem.

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1 Výživný stav porostu pšenice ozimé

Analýza variance ukazuje statisticky neprůkazný vliv hnojení na hodnoty N-testeru (tabulka 3). Graf 3 nám ukazuje hodnoty N-testeru, kde můžeme vidět největší rozdíl mezi variantou DASA 26-13 a ENSIN. Kombinace LAD + ENSIN nabyla nejnižších hodnot, které jsou ještě nižší než varianta LAD + DASA 26-13. Také můžeme vidět, že nejnižších hodnot nabývají varianty s inhibitorem nitrifikace (ENSIN).

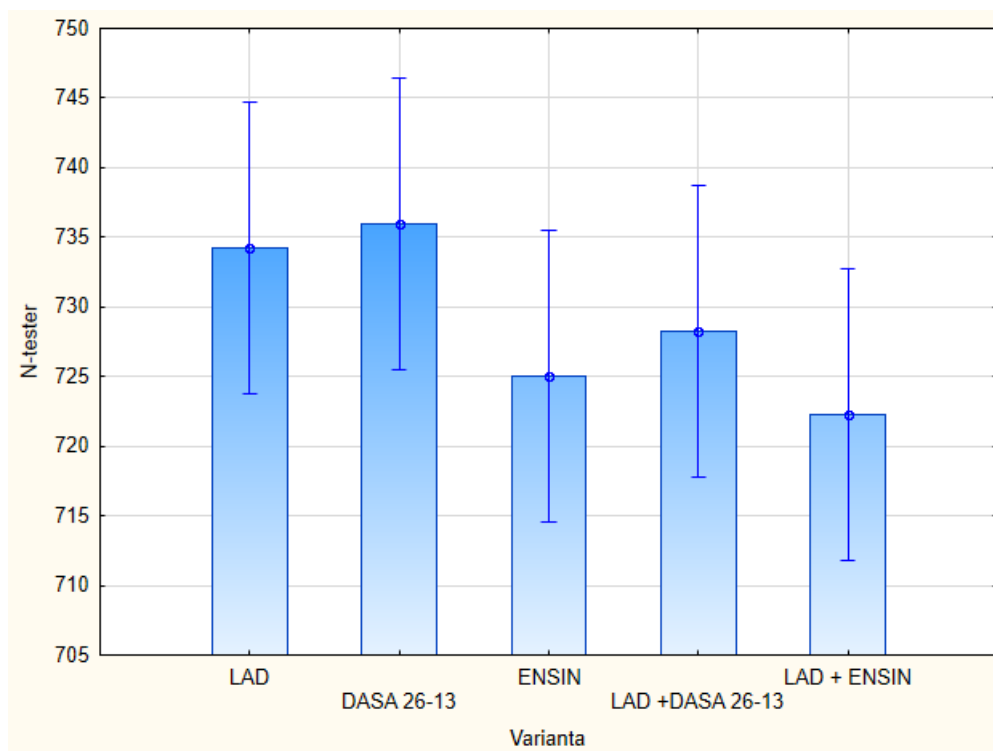
Tabulka 3: Analýza variance hodnot N-testeru

efekt	s.v.	SČ	PČ	testované kriterium F	vliv faktoru
varianty	4	554,30	138,5750	1,4373	NP
chyba	15	1446,25	96,4167		
celkem	19	2000,55			

s.v. – stupně volnosti, s.č. – součet čtverců, PČ – průměr čtverců
NP – statisticky neprůkazné

Tabulka 4: Průměrné hodnoty N-testeru a průkaznost rozdílů dle Tukeye

č. varianty	varianty hnojení	N	průměr ± směrodatná odchylka	průkaznost rozdílu
1	LAD	4	734 ± 9,3	a
2	DASA 26-13	4	736 ± 4,1	a
3	ENSIN	4	728 ± 6,3	a
4	LAD +DASA 26-13	4	722 ± 8,4	a
5	LAD + ENSIN	4	725 ± 16,4	a



Graf 3: Hodnoty N-testeru dle jednotlivých variant hnojení

5.2 Výnosy zrna pšenice ozimé

Výsledky výnosů podle analýzy variance (tabulka 5) a průkaznost rozdílu podle Tukeye (tabulka 6) nám dokazují, že tyto hodnoty jsou statisticky neprůkazné. Graf 4 nám ukazuje, že nejvyšší výnos zaznamenala varianta LAD + ENSIN, kdy byla překročena hranice 7,4 t/ha a předčila tak variantu LAD + DASA 26-13 o 0,1 t/ha. Víceleté (3) výsledky, kde vychází taktéž nejlépe varianta LAD + ENSIN dokazuje ve svých pokusech Ryant (2017). Varianta LAD má druhý nejvyšší výnos, a to 7,4 t/ha. Další dva výnosy se pohybovaly okolo 7,3 t/ha, kdy bylo použito hnojivo DASA 26-13. Nejnižší výnos byl u varianty, při které bylo použito hnojivo s inhibítorem nitrifikace ENSIN.

Můžeme říct, že výnosy mohly být ovlivněny kromě hnojení i počasím, odrůdou, předplodinou a především lokalitou, která ovlivňuje výnos, což potvrzuje i Ryant (2017) ve svých víceletých (3) pokusech.

Průměrný hektarový výnos pšenice ozimé v ČR za rok 2016 činil 6,57 t/ha (Agrární komora ČR, 2016). Výnosy tohoto pokusu se pohybovaly v rozmezí od 7,2 t/ha do 7,45 t/ha, což je výnos vyšší o 0,63 až 0,88 t/ha.

Tabulka 5: Analýza variance výnosu zrna

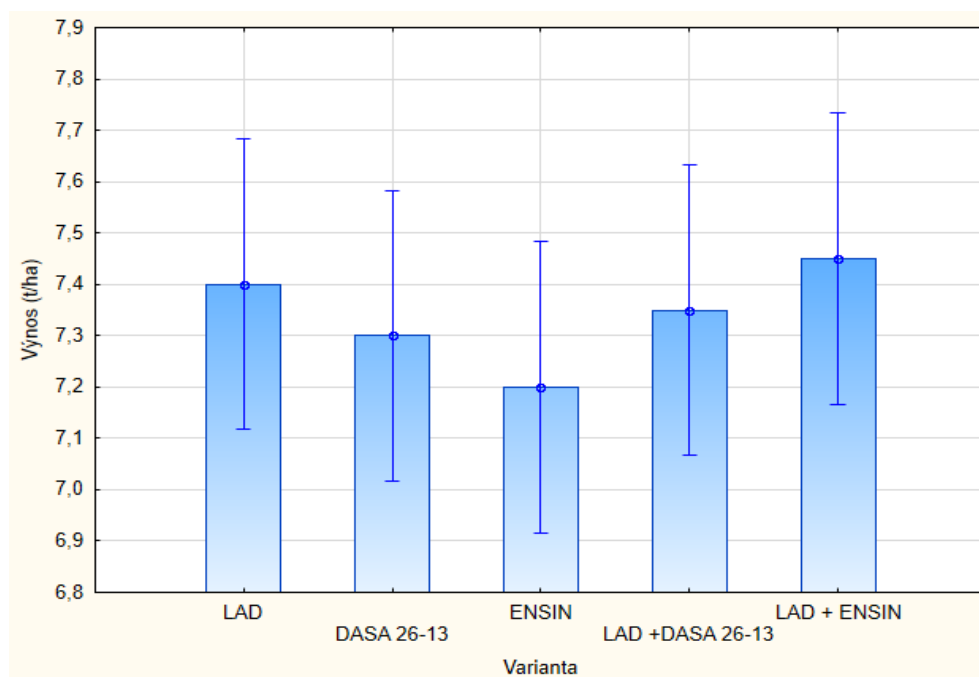
efekt	s.v.	SČ	PČ	testované kriterium F	vliv faktoru
varianty hnojení	4	0,138	0,0345	0,6106	NP
chyba	15	0,8475	0,0565		
celkem	19	0,9855			

s.v. – stupně volnosti, s.č. – součet čtverců, PČ – průměr čtverců

NP – statisticky neprůkazné

Tabulka 6: Průměrné výnosy zrna pšenice ozimé a průkaznost rozdílů dle Tukeye

č. varianty	varianty hnojení	N	průměr ± směrodatná odchylka	průkaznost rozdílů
1	LAD	4	7,40 ± 0,37	a
2	DASA 26-13	4	7,30 ± 0,22	a
3	ENSIN	4	7,35 ± 0,13	a
4	LAD +DASA 26-13	4	7,45 ± 0,25	a
5	LAD + ENSIN	4	7,20 ± 0,29	a



Graf 4: Průměrné výnosy pšenice ozimé

5.3 Kvalita zrna pšenice ozimé

5.3.1 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost je ukazatelem mlynářské jakosti, která závisí na pěstitelských podmínkách, ročníku, zdravotního stavu a odrůdě. Minimální objemová hmotnost by měla být pro pekařskou jakost A-kvalitní 780 g/l (Zimolka a kol., 2005).

Vliv jednotlivých variant hnojení nebyl průkazný, což dokazují hodnoty v tabulce 7. V tabulce 8 můžeme vidět, že průměrné hodnoty objemové hmotnosti jsou pod minimální hodnotou pro pekařskou jakost A-kvalitní. Nejvyšší hodnotu nabývá varianta s hnojivem LAD + ENSIN 754 g/l. Nejnižší ze všech variant je hnojivo ENSIN s hodnotou 748 g/l. Dle mého názoru nízké hodnoty objemových hmotností ovlivnilo počasí a lokalita, protože hnojivo ENSIN je těmito podmínkami dost ovlivňováno.

Tabulka 7: Analýza variance objemové hmotnosti ozimé pšenice

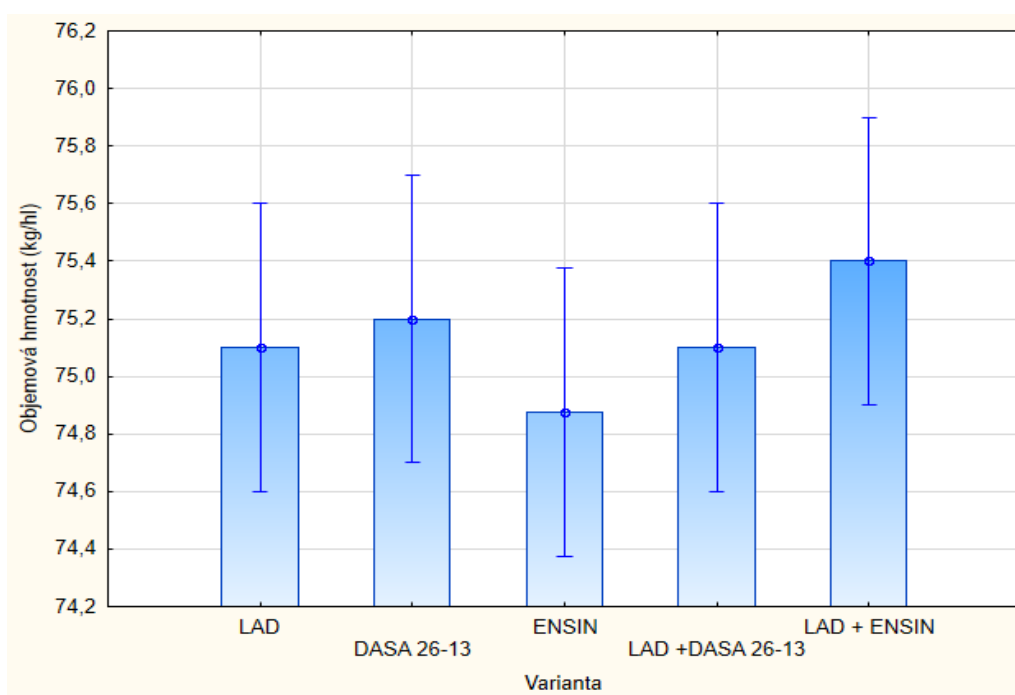
efekt	s.v.	SČ	PČ	testované kriterium F	vliv faktoru
varianty hnojení	4	58	14	0,7	NP
chyba	15	331	22		
celkem	19	389			

s.v. – stupně volnosti, s.č. – součet čtverců, PČ – průměr čtverců

NP – statisticky neprůkazné

Tabulka 8 Průměrná objemová hmotnost zrna ozimé pšenice a průkaznost rozdílů dle Tukeye

č. varianty	varianty hnojení	N	průměr ± směrodatná odchylka	průkaznost rozdílů
1	LAD	4	751,0 ± 3,2	a
2	DASA 26-13	4	752,0 ± 3,5	a
3	ENSIN	4	751,0 ± 4,5	a
4	LAD +DASA 26-13	4	754,0 ± 5,0	a
5	LAD + ENSIN	4	748,8 ± 6,5	a



Graf 5: Průměrná objemová hmotnost zrna ozimé pšenice

5.3.2 Obsah N-látek

Varianty hnojení ovlivnily hodnoty obsahu N-látek vysoce průkazně (tabulka 10). U variant LAD a LAD + ENSIN byl obsah N-látek průkazně vyšší oproti variantě s hnojivem ENSIN, kdy můžeme vzít v úvahu špatného výsledku, způsobené nižšími srážkami během března až června 2016 (graf 2). Podle grafu 6 sledujeme u variant s hnojivem ENSIN výrazně nižší obsah N-látek v zrna s průměrnou hodnotou 11,1 %. Nejvyšší hodnota byla naměřena u varianty s hnojivem LAD + ENSIN s hodnotou 11,98 %. Minimální hranice pro obsah N-látek je stanovena na 11,8 %

(Zimolka a kol., 2005). Z tohoto pokusu splňuje toto kritérium jen varianta LAD + ENSIN. Nízké hodnoty ostatních variant mohly být způsobeny pro ně nepříznivým počasím, neboť u studie Slamky a Ložeka (2014) hranici 11,8 % překročily všechny srovnatelné varianty.

Tabulka 9: Analýza variance N-látek v zrně pšenice ozimé

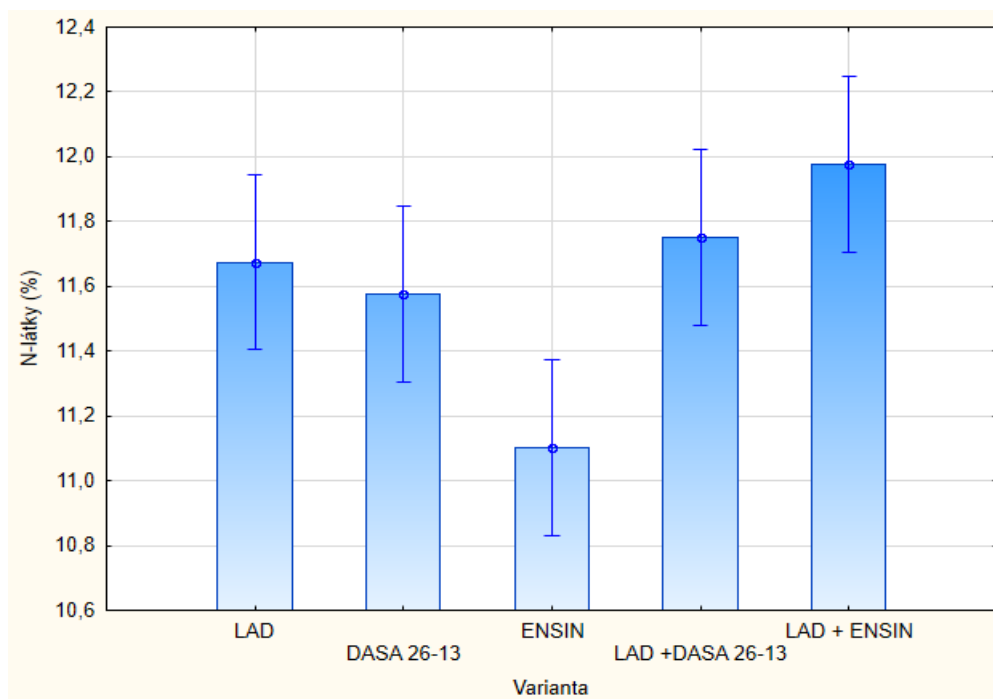
efekt	s.v.	SČ	PČ	testované kritérium F	vliv faktoru
varianty hnojení	4	1,673	0,418	6,45	VP
chyba	15	0,973	0,065		
celkem	19	2,646			

s.v. – stupně volnosti, s.č. – součet čtverců, PČ – průměr čtverců

VP – statisticky průkazné

Tabulka 10: Průměrné obsahy N-látek v zrně pšenice ozimé a průkaznost rozdílů dle Tukeye

č. varianty	varianty hnojení	N	průměr ± směrodatná odchylka	průkaznost rozdílů
1	LAD	4	11,68 ± 0,22	b
2	DASA 26-13	4	11,58 ± 0,10	b
3	ENSIN	4	11,75 ± 0,19	a
4	LAD +DASA 26-13	4	11,98 ± 0,25	ab
5	LAD + ENSIN	4	11,10 ± 0,41	b



Graf 6: Průměrný obsah N-látek v zrně ozimé pšenice

5.3.3 Obsah lepku

Obsah lepku v zrně pro pekařskou jakost A-kvalitní je minimálně 23 %. Obsah je také ovlivňován obsahem síry, avšak přidavek síry nemusí vést ke zvýšení výnosů, ale ke zvýšení kvality lepkových bílkovin (Zimolka a kol., 2005).

Podobně jako u obsahu N-látek byl i obsah lepku vysoce průkazně ovlivněn variantami hnojení (tabulka 11). Obsah lepku u variant s hnojivem LAD + ENSIN a DASA 26-13 je průkazně vyšší, než u varianty s hnojivem ENSIN, kde byl obsah lepku nejnižší (tabulka 12). Tento výsledek však nemusí vypovídat o nižší účinnosti, neboť je toto hnojivo ovlivňováno množstvím srážek v období od března do června 2016 (graf 2). Ve studii hodnocení účinku ENSINu vedeným Slamkou a Ložekem (2014) byl obsah lepku u varianty s hnojivem ENSIN nejvyšší. Nejvyšší obsah lepku v našem pokusu činil téměř 27 % u varianty LAD + ENSIN (graf 7).

Tabulka 11: Analýza variance obsahu lepku v zrně ozimé pšenice

efekt	s.v.	SČ	PČ	testované kritérium F	vliv faktoru
-------	------	----	----	-----------------------	--------------

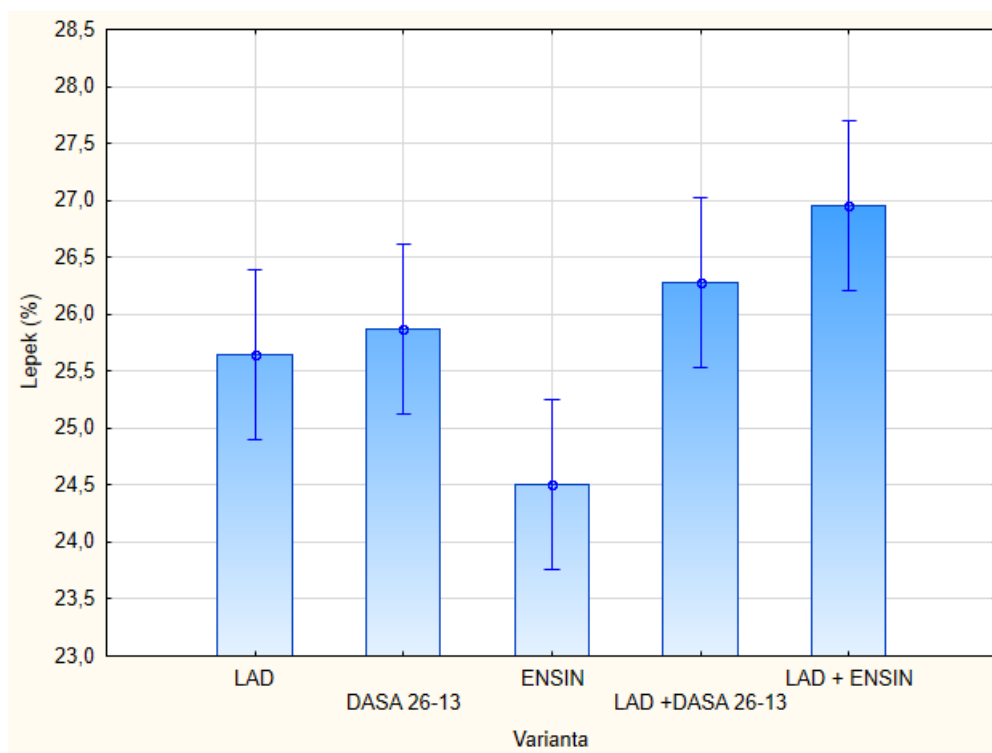
varianty hnojení	4	13,02	3,25	6,64	VP
chyba	15	7,36	0,49		
celkem	19	20,37			

s.v. – stupně volnosti, s.č. – součet čtverců, PC – průměr čtverců

VP – statisticky průkazné

Tabulka 12: Průměrné obsahy lepku v zrně ozimé pšenice a průkaznost rozdílů dle Tukeye

č. varianty	varianty hnojení	N	průměr ± směrodatná odchylka	průkaznost rozdílů
1	LAD	4	25,65 ± 0,68	ab
2	DASA 26-13	4	25,88 ± 0,38	b
3	ENSIN	4	26,28 ± 0,55	a
4	LAD +DASA 26-13	4	26,95 ± 0,75	ab
5	LAD + ENSIN	4	24,50 ± 0,99	b



Graf 7: Průměrný obsah lepku v zrně ozimé pšenice

5.3.4 Sedimentační hodnota

Sedimentační test ukazuje míru viskoelastických vlastností bílkovin a jejich kvalitu, která umožňuje fermentační procesy v těstě (kynutí).

Analýza variance ukázala vysokou statistickou průkaznost vlivu variant hnojení na sedimentační hodnotu (tabulka 13). Stejně jako u obsahu lepku a N-látek ukázal Tukeyův test (tabulka 14) statisticky průkazný rozdíl mezi jednotlivými variantami, kdy LAD + ENSIN (26,75 ml) a DASA 26-13 (24,25 ml) mají mnohem vyšší průměr oproti variantě s hnojivem ENSIN, která má průměr nejnižší (18,75 ml). Pro pekařskou jakost A-kvalitní je nutno dosáhnout hodnoty minimálně 33 ml. Těto hranice nedosáhla žádná z variant. Sedimentační hodnota totiž souvisí s obsahem N-látek, které také nedosahují požadovaných hodnot, protože byly ovlivněny nižším množstvím srážek od března do června 2016 (graf 2).

Tabulka 13: Analýza variance sedimentační hodnoty v zrně ozimé pšenice

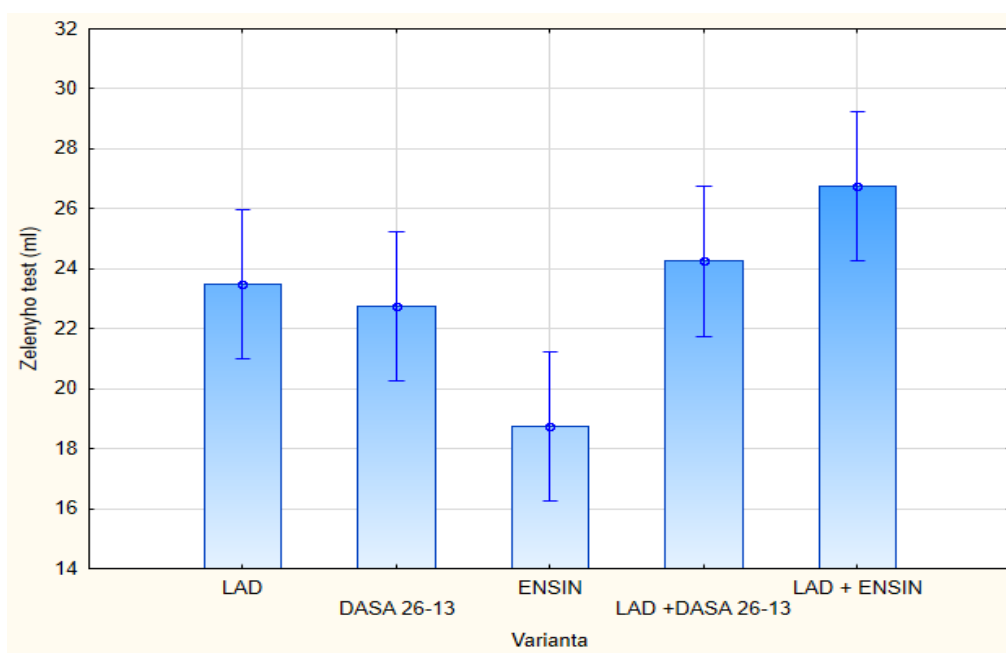
efekt	s.v.	SČ	PČ	testované kriterium F	vliv faktoru
varianty hnojení	4	135,20	33,80	6,183	VP
chyba	15	82,00	5,47		
celkem	19	217,20			

s.v. – stupně volnosti, s.č. – součet čtverců, PČ – průměr čtverců

VP – statisticky průkazné

Tabulka 14: Průměrné sedimentační hodnoty v zrně ozimé pšenice a průkaznost rozdílů dle Tukeye

č. varianty	varianty hnojení	N	průměr ± směrodatná odchylka	průkaznost rozdílů
1	LAD	4	23,50 ± 2,52	ab
2	DASA 26-13	4	22,75 ± 0,96	b
3	ENSIN	4	24,25 ± 1,26	a
4	LAD +DASA 26-13	4	26,75 ± 2,50	ab
5	LAD + ENSIN	4	18,75 ± 3,50	b



Graf 8: Průměrné sedimentační hodnoty zrna ozimé pšenice

5.4 Ekonomická efektivnost hnojiv

Tržby nám ukazuje tabulka 15, kde jsme nejvyšší tržby získali u varianty LAD + ENSIN, ale po odečtení nákladů jsme nejvyššího zisku dosáhli u varianty s hnojivem LAD, což sledujeme u grafu 9.

Tabulka 15: Ekonomická efektivnost použitých hnojiv

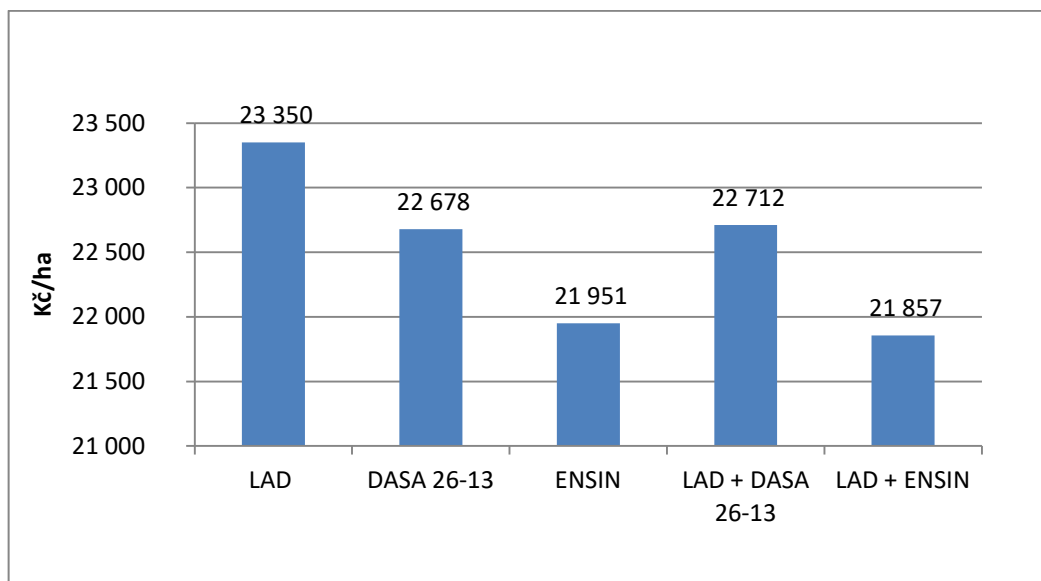
Varianty hnojení	Cena hnojiva (Kč/ha)	Cena aplikace (Kč/ha)*	Náklady celkem (Kč/ha)	Průměrný výnos (t/ha)**	Tržba (Kč/ha)	Tržba po odečtení nákladů (Kč/ha)
LAD	2 240	1 050	3 290	7,40	26 640	23 350
DASA 26-13	2 552	1 050	3 602	7,30	26 280	22 678
ENSIN	2 919	1 050	3 969	7,20	25 920	21 951
LAD + DASA 26-13	2 698	1 050	3 748	7,35	26 460	22 712
LAD + ENSIN	3 913	1 050	4 963	7,45	26 820	21 857

* - cena za traktor o výkonu 200 PS - 800 Kč/ha

* - cena za rozmetání průmyslových hnojiv (záběr 18 m) – 250 Kč/ha

** - výkupní cena pšenice ozimé 3600 Kč/t za rok 2016

- ceny hnojiva jsou za rok 2016



Graf 9: Tržby po odečtení nákladů

6 ZÁVĚR

Výsledky dosažené v jednoletém polním pokusu k posouzení účinnosti dusíkato-sírného hnojiva s inhibítorem nitrifikace (ENSIN) aplikovaného ve dvou termínech je možné shrnout do následujících bodů:

- Varianty hnojiv s inhibítorem nitrifikace neovlivnily výnos zrna průkazně. Varianta pouze s hnojivem ENSIN měla nejnižší výnos, který mohl být zapříčiněn nepříznivými podmínkami pro účinnost tohoto hnojiva, které vyžaduje vyšší množství srážek. Jako nejvýnosnější se ukázala varianta v kombinaci LAD + ENSIN.
- Hodnoty objemové hmotnosti byly v průměru okolo 750 g/l. Výjimku tvoří nejvyšší hodnota u varianty LAD + ENSIN. Nejnižší objemové hmotnosti dosáhla varianta ENSIN.
- Minimální hranici pro obsah N-látek 11,8 % překonala jediná varianta, a to kombinace LAD + ENSIN. Statisticky průkazné zvýšení jsme zjistili u variant LAD, DASA 26-13 a LAD + ENSIN. Nejnižší obsah N-látek byl u varianty ENSIN.
- Nejvyšší obsah lepku činil téměř 27 % a to u varianty LAD + ENSIN. U varianty s hnojivem ENSIN byl obsah lepku nejnižší. Vysoce průkazné bylo zvýšení u variant LAD + ENSIN a DASA 26-13.
- Statisticky průkazné zvýšení sedimentační hodnoty byl zaznamenán u variant LAD + ENSIN a DASA 26-13, které měly mnohem vyšší průměr oproti variantě s hnojivem ENSIN, která měla průměr nejnižší.

Nejhůře vychází testovaná varianta ENSIN, kterou nejvíce ovlivnilo množství srážek během vegetační doby. Naopak varianta, která vycházela nejlépe, byla kombinace ledku amonného s dolomitem (LAD) a hnojiva s inhibítorem nitrifikace ENSIN.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

AGRÁRNÍ KOMORA ČR, *Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin - 2016* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.apic-ak.cz/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2016.php>

AGROFERT, a. s. (2013): *Hnojiva s řízeným uvolňováním živin*. Agronom, Profi Press, 9, 30 s.

AGROPODNIK - DASA 26-13 [online]. 2011 [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.agropodnikhk.cz/dasa-26-13.html>

BROTAN, J., M. TRNKA, P. HLAVINKA, D. SEMERÁDOVÁ a Z. ŽALUD. *Klimatické a agroklimatické podmínky Žabčic v období 1961-2010*. Brno, 2011.

DAM 390 [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: http://www.duslo.sk/sites/default/files/dam390_hnojivo_es_sk.pdf

HLUŠEK, J. *Multimediální učební texty z výživy rostlin - Hnojiva* [online]. 2004 [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/a_index_hnojiva.htm

HRUDOVÁ, E. *Nadbytek živin* [online]. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_sklad/frvs/hrudova/index_soubory/Page1225.html

IVANIČ, J., B. HAVELKA a K. KNOP. *Rozdělení forem dusíku v půdě* [online]. In: 1984 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/puda_n.htm

LAD 27 - AGRO CS a.s. [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z:
<http://www.agrocs.cz/divize-agrosluzby/produkty-a-sluzby/mineralni-hnojiva/dusikata-hnojiva/lad-27>

LAM, S. K., SUTER, H., DAVIDES, R., BAI, M., SUN, J., CHEN, D. L. (2015) *Measurement and mitigation of nitrous oxide emissions from a high nitrogen input vegetable system*. Scientific Reports, 5 (1-4).

Letecký pohled na Žabčice - obora [online]. In: [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
http://web2.mendelu.cz/af_217_multitext/meteo/zabcice/char.htm#obr1

LIU, Y., Li, Y., PENG, Z., WANG, Y., MA, S., GUO, L., LIN, E., HAN, X. (2015) *Effects of different nitrogen fertilizer management practices on wheat yields and N₂O emissions from wheat fields in North China*. Journal of Integrative Agriculture, 14 (6), 1184-1191.

Osevní plochy ozimých plodin pro sklizeň - v roce 2015 | ČSÚ [online]. 2015 [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/osevni-plochy-ozimych-plodin-pro-sklizen-v-roce-2015-464369ncry>

Pšenice ozimá | Osiva | Oseva [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z:
<http://www.osevauni.cz/osiva/psenice-ozima.php>

RICHTER, R., E. FRYŠČÁKOVÁ, J. HLUŠEK a P. RYANT. *Multimediální učební texty z výživy rostlin: Asimilace dusíku* [online]. In: Brno, 2004 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm

RICHTER, R., E. FRYŠČÁKOVÁ, J. HLUŠEK a P. RYANT. *Příznaky nedostatku dusíku v porostu ozimé pšenice* [online]. In: Brno, 2004 [cit. 2017-04-26]. Dostupné

z:

http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/images/obilniny/psenice_ozima/obr_2.bmp

RICHTER, R. *Proces nitrifikace v půdě* [online]. In: 2007 [cit. 2017-04-26].

Dostupné z:

http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/puda_n.htm

RICHTER, R. a L. HŘIVNA. *Multimediální učební texty z výživy rostlin: Hnojení plodin* [online]. MZLU v Brně, 2005 [cit. 2017-03-08]. Dostupné

http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/obilniny/psenice_ozima.htm

RŮŽEK, P. – PIŠANOVÁ, J. (2007): *Možnosti usměrnění přeměn dusíku v půdě s využitím inhibitorů ureázy a nitrifikace, Sborník z konference: Racionální používání hnojiv*, ČZU Praha, 56 s.

RYANT, P., 2006, *Význam dusíku pro pšenici* In *Multimediální učební text z výživy rostlin* [online]. Mendelova univerzita v Brně [vid. 2015_4_2]. Česká verze.

Dostupné z:

http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/pdf/biogenni_prvky/dusik_psenice.pdf

RYANT P., R. RICHTER, J. HLUŠEK, E. FRYŠČÁKOVÁ . *Multimediální učební texty z výživy rostlin.* [online]. 2003.

URL: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin

RYANT P., *ústní sdělení.* (2017-02-15)

SLAMKA, P. a O. LOŽEK. Hodnotenie účinku inhibitorov nitrifikácie v hnojive ENSIN vo výživě ozimnej pšenice. *Achrochémiá*. Nitra: SPU Nitra a Duslo, 2014, **54**(1/2014), 10-17.

ŠKARPA, P. *Půda - kov - rostlina - Stanovení přístupných živin* [online]. 2011 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z:

http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/npv2/index.php?N=1&I=3&J=4&K=0

ŠKARPA, P. *Výživa rostlin - cvičení - Výměnné pH* [online]. 2010 [cit. 2017-04-13].
Dostupné z:

http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/index.php?N=1&I=3&J=4&K=2

ŠKARPA, P. *Fenologické fáze ozimé pšenice* [online]. In: . Brno, 2009 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:

http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/index.php?N=5&I=1&J=0&K=0

TRENKEL, M. *Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture*. Paris, France: International Fertilizer Industry Association , 2010. 160 s. ISBN 978-2-9523139-7-1.

VANĚK V., J. BALÍK, M. PAVLÍK, D. PAVLÍKOVÁ, P. TLUSTOŠ. *Výživa hnojení polních plodin*. Jana Masaryka 2559/56b, 120 00 Praha 2 - Vinohrady: Vydavatelství Profi Press, 2016.

VANĚK V., J. BALÍK, M. PAVLÍK, D. PAVLÍKOVÁ, P. TLUSTOŠ. *Dynamika odběru živin ozimou pšenici a nárůst sušiny*. Jana Masaryka 2559/56b, 120 00 Praha 2 - Vinohrady: Vydavatelství Profi Press, 2002.

VANĚK, V., D. PAVLÍKOVÁ a P. TLUSTOŠ. *Dusík v půdě a jeho přeměny - Agris.cz* [online]. 1997 [cit. 2017-03-05]. Dostupné z:

<http://www.agris.cz/clanek/118806/dusik-v-pude-a-jeho-premeny>

ZÁHORA, J. *Koloběh dusíku* [online]. In: . 2012 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:

http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4007&typ=html

ZBÍRAL L.: *Analýza pud I., ÚKZÚZ Brno, 2002. 197 s. Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin - 2016 - AGRÁRNÍ KOMORA ČR* [online]. [cit. 2017-04-19].
Dostupné z: <http://www.apic-ak.cz/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2016.php>

ZIMOLKA, J., S. EDLER, L. HŘIVNA, J. JÁNSKÝ, P. KRAUS, J. MAREČEK, F. NOVOTNÝ, R. RICHTER, K. ŘÍHA a F. TICHÝ. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. Praha: Nakladatelství Profi Press, 2005.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Koloběh dusíku (Záhora, 2012)</i>	12
<i>Obrázek 2: Rozdělení forem dusíku v půdě (Ivanič a kol., 1984)</i>	13
<i>Obrázek 3: Proces nitrifikace v půdě (Richter, 2007)</i>	15
<i>Obrázek 4: Příznaky nedostatku dusíku v porostu pšenice ozimé (Richter, 2004)</i>	18
<i>Obrázek 5: Fenologické fáze ozimé pšenice (Škarpa, 2009)</i>	23
<i>Obrázek 6: Dynamika odběru živin ozimou pšenici a nárůst sušiny (Vaněk a kol, 2002)</i>	24
<i>Obrázek 7: Letecký pohled na Žabčice - obora (http://web2.mendelu.cz)</i>	27

9 SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Agrochemické vlastnosti půdy</i>	29
<i>Tabulka 2: Varianty hnojení</i>	30
<i>Tabulka 3: Analýza variance hodnot N-testeru</i>	34
<i>Tabulka 4: Průměrné hodnoty N-testeru a průkaznost rozdílů dle Tukeye</i>	34
<i>Tabulka 5: Analýza variance výnosu zrna</i>	36
<i>Tabulka 6: Průměrné výnosy zrna pšenice ozimé a průkaznost rozdílů dle Tukeye</i>	36
<i>Tabulka 7: Analýza variance objemové hmotnosti ozimé pšenice</i>	37
<i>Tabulka 8 Průměrná objemová hmotnost zrna ozimé pšenice a průkaznost rozdílů dle Tukeye</i>	38
<i>Tabulka 9: Analýza variance N-látek v zrnu pšenice ozimé</i>	39
<i>Tabulka 10: Průměrné obsahy N-látek v zrnu pšenice ozimé a průkaznost rozdílů dle Tukeye</i>	39
<i>Tabulka 11: Analýza variance obsahu lepku v zrnu ozimé pšenice</i>	40
<i>Tabulka 12: Průměrné obsahy lepku v zrnu ozimé pšenice a průkaznost rozdílů dle Tukeye</i>	41
<i>Tabulka 13: Analýza variance sedimentační hodnoty v zrnu ozimé pšenice</i>	42
<i>Tabulka 14: Průměrné sedimentační hodnoty v zrnu ozimé pšenice a průkaznost rozdílů dle Tukeye</i>	42
<i>Tabulka 15: Ekonomická efektivnost použitých hnojiv</i>	43

10 SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1: Klimadiagram dlouhodobého normálu 1961-1990 v Žabčicích</i>	28
<i>Graf 2: Průběh teplot a srážek 2016 v Žabčicích</i>	29
<i>Graf 3: Hodnoty N-testeru dle jednotlivých variant hnojení</i>	35
<i>Graf 4: Průměrné výnosy pšenice ozimé</i>	37
<i>Graf 5: Průměrná objemová hmotnost zrna ozimé pšenice</i>	38
<i>Graf 6: Průměrný obsah N-látek v zrna ozimé pšenice</i>	40
<i>Graf 7: Průměrný obsah lepku v zrna ozimé pšenice</i>	41
<i>Graf 8: Průměrné sedimentační hodnoty zrna ozimé pšenice</i>	43
<i>Graf 9: Tržby po odečtení nákladů</i>	44