

Mendelova univerzita v Brně
Agromická fakulta
Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin



Stabilizované močoviny se sírou ve výživě řepky ozimé
Diplomová práce

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

Vypracoval:
Bc. Vojtěch Bartoš

Brno 2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Vojtěch Bartoň**
Studijní program: Fytotechnika
Obor: Fytotechnika
Název tématu: **Stabilizované močoviny se sírou ve výživě řepky ozimé**
Rozsah práce: cca 50 – 60 stran

Zásady pro vypracování:

1. Studium literárních pramenů týkajících se řešené problematiky.
2. Zpracování literární rešerše se zaměřením na hnojení řepky ozimé sírou.
3. Založení a vedení maloparcelkového polního pokusu s hnojením inhibovanými močoviny a sírou.
4. Posouzení vlivu sledovaných hnojiv na výnos a olejnatost sklizeného semene.
5. Statistické vyhodnocení získaných výsledků, formulace závěrů a doporučení.

Seznam odborné literatury:

1. BARANYK, P. – FÁBRY, A. a kol. Řepka : pěstování, využití, ekonomika. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2007. 208 s. ISBN 978-80-86726-26-7.
2. BARANYK, P. a kol. Olejiny. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2010. 206 s. ISBN 978-80-86726-38-0.
3. KNOP, K. Charakteristika a vlastnosti pomału působících dusíkatých hnojiv. Praha: ÚVTI, 1975. 128 s.
4. FEČENKO, J. – LOŽEK, O. Výživa a hnojení polních plodin. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2000. 442 s. ISBN 80-7137-777-5.
5. VANĚK, V. a kol. Výživa polních a zahradních plodin. Praha: Profi Press, 2007. 167 s. ISBN 978-80-86726-25-0.
6. RYANT, P. a kol. Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin. [online]. 2004. URL: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin.
7. Marschner, H.: Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 1993, 889 s.

Datum zadání diplomové práce: listopad 2013

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2015


Dr. Vojtěch Dostál
Autor práce




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


prof. Ing. Jaroslav Hlušek, CSc.
Vedoucí ústavu


prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.
Ředitel ÚF MENDELUM

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Stabilizované močoviny se sírou ve výživě řepky 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 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

Rád bych vyjádřil poděkování svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Pavlu Ryantovi Ph.D. za vedení a cenné rady při zpracování své diplomové práce.

ABSTRAKT

Diplomová práce hodnotila vliv stabilizovaných močovín se sírou na obsah minerálního dusíku v půdě, vodorozpustné síry v půdě a zastoupení jednotlivých prvků v rostlinách, dále se hodnotil výnos a olejnatost semen. Pokus byl prováděn na dvou pokusných lokalitách Žabčice a Vatín formou maloparcelkového pokusu v hospodářském roce 2013/2014.

Do pokusu byly použity následující varianty: 1. ALZON 46 + SA (1:1) 100 %, 2. ALZON 46 + SA (1:1) 80 %, 3. ALZON 25-6S 100 %, 4. ALZON 25-6S 80 %, 5. močovina + SA. Hnojiva ALZON 46 + SA (1:1) 100 %, ALZON 25-6S 100 % a močovina + SA byly aplikována v dávce 194 kg N/ha. Hnojiva, kde byla dávka snížena o 20 %, byla aplikována v dávce 155 kg N/ha.

Na lokalitě Žabčice byl obsah N_{\min} (4. 4. 2014) nejvyšší na variantě ALZON 46 + SA (1:1) 100 %. Obsah vodorozpustné síry (4. 4. 2014) byl nejvyšší na variantě ALZON 46 + SA (1:1) 80 %. Nejvyššího zastoupení jednotlivých makroprvků dle anorganického rozboru rostlin (4. 4. 2014) dosáhla varianta ALZON 25-6S 100 % a 80 %. Na výnos a olejnatost semene řepky neměly jednotlivé varianty hnojení statisticky významný vliv. Největší ekonomické efektivity dosáhla varianta močovina + SA. Tato varianta na 1 ha hnojení vytvoří zisk 17 947 Kč.

Na lokalitě Vatín byl obsah N_{\min} (28. 5. 2014) nejvyšší na variantě ALZON 25-6S 80 %. Obsah vodorozpustné síry (18. 5. 2014) byl nejvyšší na variantě ALZON 25-6S 100 %. Nejvyššího zastoupení jednotlivých makroprvků dle anorganického rozboru rostlin (28. 4. 2014) dosáhla varianta ALZON 25-6S 100 % a 80 %. Na výnos a olejnatost semene řepky neměly jednotlivé varianty hnojení statisticky významný vliv. Největší ekonomické efektivity dosáhla varianta ALZON 46 + SA gr (1:1) 100 %. Tato varianta na 1 ha hnojení vytvoří zisk 26 960 Kč.

Klíčová slova: řepka ozimá, dusík, síra, stabilizované hnojivo

ABSTRACT

This thesis evaluated the influence of stabilized urea with sulphur on the content of mineral nitrogen in soil, water-soluble sulphur in soil and substitution single cells in plants. Further it was evaluated the yield and the oiliness of seeds. The experiment was provided in two experimental locations Žabčice and Vatin form of a small-scale experiment in a business year 2013/2014.

Following variants were used in the experiment: 1. ALZON 46 + SA (1:1) 100 %, 2. ALZON 46 + SA (1:1) 80 %, 3. ALZON 25-6S 100 %, 4. ALZON 25-6S 80 %, 5. urea + SA. Fertilizer ALZON 46 + SA (1:1) 100 %, ALZON 25-6S 100 % and urea + SA were applied in fertiliser rate of 194 kg N/ha. Fertilizers, where the rate was reduced of 20 % was applied in fertiliser rate of 155 kg N/ha.

In the locality Žabčice was the content N_{min} (4. 4. 2014) highest with the variant ALZON 46 + SA (1:1) 100 %. The content water-soluble brimstone (4. 4. 2014) was highest with the variant ALZON 46 + SA (1:1) 80 %. The maximum substitution single macro elements according to unorganical analysis of plants (4. 4. 2014) achieved the variant ALZON 25-6S 100 % a 80 %. Single variants of fertilization did not have a statistically meaningful influence on the yield and the oiliness of seeds. The biggest economical efficiency achieved the variant urea + SA. This variant 1 ha of manure makes a profit 17 947 Kč.

In the locality Vatin was the content N_{min} (28. 5. 2014) highest with the variant ALZON 25-6S 80 %. The content water-soluble brimstone (18. 5. 2014) was highest with the variant ALZON 25-6S 100 %. Maximum substitution single macro elements according to unorganical analysis of plants (28. 4. 2014) achieved the variant ALZON 25-6S 100 % a 80 %. Single variants of fertilization did not have a statistically meaningful influence on the yield and the oiliness of seeds. The biggest economical efficiency achieved the variant ALZON 46 + SA gr. (1:1) 100 %. This variant 1 ha of manure makes a profit 26 960 Kč.

Key words: winter rape, nitrogen, sulphur, stabilized fertilizer

Obsah

1 ÚVOD.....	9
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1 Dusík.....	10
2.1.1 Dusík v půdě.....	10
2.1.1.1 Formy dusíku v půdě	10
2.1.1.2 Ztráty a vyplavování dusíku	11
2.1.2 Zdroje dusíku	11
2.1.3 Dusík v rostlinách	12
2.1.3.1 Příjem dusíku rostlinami	12
2.1.3.2 Projevy nedostatku dusíku v rostlinách	12
2.1.3.3 Projevy nadbytku dusíku v rostlinách.....	13
2.2 Síra.....	13
2.2.1 Síra v půdě.....	13
2.2.1.1 Přeměny síry.....	14
2.2.1.2 Ztráty síry	14
2.2.2 Formy síry.....	14
2.2.3 Zdroje síry.....	15
2.2.4 Síra v rostlinách	15
2.2.4.1 Příjem síry rostlinami.....	15
2.2.4.2 Projevy nedostatku síry.....	15
2.2.4.2 Projevy nadbytku síry	16
2.3 Minerální dusíkatá hnojiva	16
2.4 Pomalu působící dusíkatá hnojiva	20
2.4.1 Kondenzáty močoviny.....	20
2.4.2 Obalovaná hnojiva	21
2.4.3 Stabilizovaná hnojiva	21

2.4 Hnojení řepky ozimé	24
2.4.1 Hnojení řepky ozimé dusíkem	24
2.4.1.1 Základní hnojení	25
2.4.1.2 Hnojení v průběhu vegetace	25
2.4.2 Hnojení řepky ozimé sírou	26
2.4.2.1 Základní hnojení	26
2.4.2.2 Hnojení v průběhu vegetace	26
3 CÍL PRÁCE	28
4 METODIKA ŘEŠENÍ PRÁCE.....	29
4.1 Charakteristika pokusných lokalit	29
4.1.1 Charakteristika polní pokusné stanice Žabčice.....	29
4.1.1.1 Půdní podmínky.....	29
4.1.1.2 Klimatické podmínky	29
4.2.1 Charakteristika polní pokusné stanice Vatín	31
4.2.1.1 Půdní podmínky.....	31
4.2.1.2 Klimatické podmínky	32
4.2 Metodika založení a vedení pokusu	34
4.2.1 Odběry a rozborů půd na stanovení obsahu živin	34
4.2.2 Založení porostu, vedení a ochrana pšenice v průběhu vegetace	34
4.2.3 Zvolené varianty hnojení řepky ozimé	39
4.2.4 Odrůda použitá v pokusu.....	39
4.2.5 Hnojiva použitá v pokusu.....	39
4.3 Analytické metody.....	41
4.3.1 Analýza řepky ozimé.....	41
4.3.2 Analýza půdních vzorků.....	41
4.4 Použité statistické metody.....	42
5 VÝSLEDKY A DISKUZE	43

5.1 Lokalita Žabčice	43
5.1.1 Obsah minerálního dusíku v půdě.....	43
5.1.2 Obsah vodorozpustné síry	43
5.1.3 Anorganické rozborů rostlin	45
5.1.4 Výnos řepky ozimé	46
5.1.5 Olejnatost řepky ozimé.....	47
5.1.6 Ekonomická efektivnost použitých hnojiv	49
5.2 Lokalita Vatín.....	50
5.2.1 Obsah minerálního dusíku v půdě.....	50
5.2.2 Obsah vodorozpustné síry	50
5.2.3 Anorganické rozborů rostlin	51
5.2.4 Výnos řepky ozimé	53
5.2.5 Olejnatost řepky ozimé.....	54
5.2.6 Ekonomická efektivnost použitých hnojiv	56
6 ZÁVĚR.....	57
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
8 SEZNAM TABULEK	62
9 SEZNAM OBRÁZKŮ	63
10 SEZNAM GRAFŮ	64

1 ÚVOD

Výživa rostlin dusíkem je jedním z nejvýznamnějších výnosotvorných faktorů. Dále výživu rostlin ovlivňují půdně-klimatické podmínky dané výrobní oblasti a zvolená odrůda řepky ozimé. Používání dusíkatých hnojiv neovlivňuje jen parametry kvantitativní, ale i parametry kvalitativní. Používáním správných dusíkatých hnojiv ve správné dávce kladně ovlivňujeme ekonomiku pěstování. V dané souvislosti se nabízí použití stabilizovaných dusíkatých hnojiv. Používáním těchto hnojiv výrazně snížíme přejezdy po pozemcích, zjednodušíme organizaci prací, snížíme riziko zhutnění půd, zmenšíme riziko poškození rostlin, a zabráníme úniku dusíku do atmosféry nebo vyplavování nitrátů do podzemních vod. Výhodou stabilizovaných hnojiv je aplikace hnojiva ve větší jednorázové dávce a dusík je pozvolna uvolňován v průběhu celé vegetace rostliny. Tyto výrobky výrazně ovlivní ekonomiku podniku, tím že klesnou náklady na pohonné hmoty, zvýší se produktivita práce, ale šetří i životní prostředí. Stabilizovaná hnojiva, jejichž účinek je založen na inhibici mikrobiologických procesů v půdě pronikla do zemědělství teprve před pár lety. Jako perspektivní se jeví použití stabilizovaných hnojiv v okolí vodních toků, kde zabraňují vyplavování nitrátů a s tím spojené následné ekologické problémy.

Tato práce se zabývá použitím stabilizovaných močovín se sírou ve výživě řepky ozimé. Řepka ozimá je nejvíce pěstovaná olejnína v našich klimatických podmínkách. V roce 2013 bylo oseto 418 808 ha a v roce 2014 došlo ke snížení ploch na plochu 389 298 ha (ČSU, 2014).

Používání stabilizovaných močovín pro řepku je výhodné a to z několika hledisek. Močovina obsahuje nejvíce dusíku (46%) oproti ostatním minerálním hnojivům. Dávka je aplikována jednorázově, což značí úsporu času, organizace prací, PHM, utužení, vyplavování. Řepka ozimá je velmi náročná na živiny a stabilizovaná hnojiva jsou schopna postupně uvolňovat a doplňovat potřebné živiny v průběhu celé vegetace. Ve srovnání s konvečními minerálními hnojivy je možné dosáhnout stejného či dokonce lepšího výsledku při dávce čistého dusíku o 20 % nižší (Binder, osobní sdělení 2014).

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Dusík

Představuje jeden z nejvýznamnějších prvků nacházejících se v přírodě. Má rozhodující postavení ve všech živých soustavách (bílkoviny nukleových kyselin, nukleové kyseliny, enzymy...). Dále má značný vliv na životní prostředí a je nepostradatelnou složkou výživy všech rostlin. Z důvodu pohyblivosti dusíku se jeho nedostatek projeví nejdříve na starších částech rostliny (nekrózy - žloutnutí).

2.1.1 Dusík v půdě

Celkový obsah dusíku v půdách je velmi rozmanitý a kolísá nejčastěji od 0,05-0,5 %. V orniční vrstvě půd nacházejících se v ČR je 0,1-0,2 % veškerého dusíku. Převážná část až 99 % veškerého N v ornici je tvořena formou organickou, zbytek je v minerální formě (Richter, 2007a).

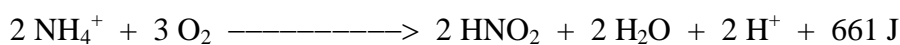
2.1.1.1 *Formy dusíku v půdě*

Hydrolyzovatelné organické dusíkaté látky jsou v půdě mineralizovány až na amoniak. Rychlost mineralizace organického dusíku na dusík minerální, tudíž dusík, který rostliny dokážou přijmout je ovlivňována celou řadou půdně-klimatických podmínek (teplota, vlhkost, pH).

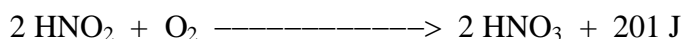
Amoniakální dusík se v půdě nachází v různém stavu. Malé množství je rozpuštěno v půdním roztoku ve formě amonných solí, odkud je rostlinám dostupný a ty jej mohou využít. Další část je ve výměnném sorpčním komplexu, kde může dojít k vytěsnění a jeho zpřístupnění pro rostliny. Dále nemůžeme opomenout zápornou stránku, kdy se rozpustný a výměnný dusík může stát nevýměnným fixací do krystalové mřížky některých minerálů.

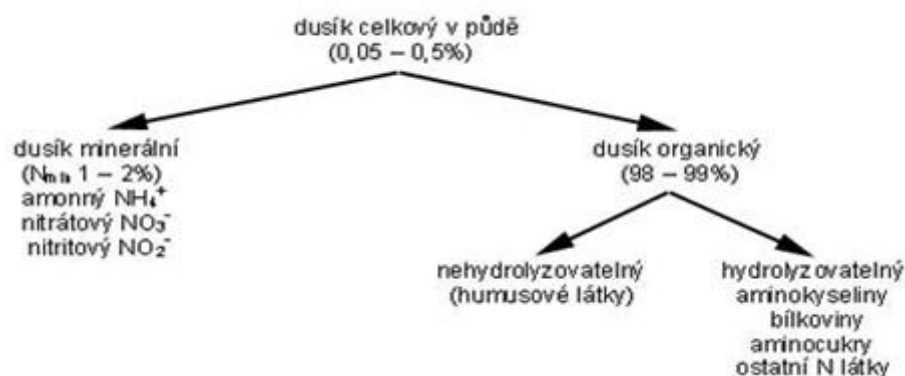
Nitrifikační bakterie jsou nedílnou součástí každého půdního prostředí. Z amonných solí získávají energii potřebnou pro syntézu organických látek a současně jsou tyto sloučeniny pro ně zdrojem dusíku. Nitrifikace probíhá ve dvou stupních.

1. stupeň - nitritace:



2. stupeň - nitratace:





Obr. č. 1 Formy dusíku v půdě

2.1.1.2 Ztráty a vyplavování dusíku

Ke ztrátám nitrátového dusíku za současné spotřeby organických hnojiv dochází hlavně díky činnosti denitrifikačních bakterií. Na redukcí $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{NO}_2^-$ se podílí enzym nitrátreduktáza, na redukcí $\text{NO}_2^- \longrightarrow \text{N}_2$ nitritreduktáza.

K vyplavování dusíku z půdy dochází v závislosti na druhu půdy, zpracování půdy, úrovni srážek, nepřiměřeným dávkám dusíku atd. Pokud se nitrátový dusík dostane mimo kořenovou zónu, což činí cca 0,8- 1,0 m je denitrifikace jediný způsob jak dosáhnout snížení obsahu škodlivých nitrátů v podzemních vodách. Denitrifikací dojde ročně ke ztrátě v průměru až 8 % mineralizovatelného dusíku a až 20 % N z hnojiv, což při dnešních cenách hnojiv zásadně ovlivňuje ekonomiku pěstování plodin a tím i ekonomiku celého podniku. Naši snahou proto musí být omezení ztrát drahého dusíku na minimum. Snížení lze dosáhnout vhodnými agrotechnickými a hnojařskými opatřeními. Například převážnou část dusíku budeme aplikovat ve vegetačním období, dále pozitivně ovlivníme možnost biologické fixace dusíku (pěstováním bobovitých rostlin), pěstováním meziplodin na zelené hnojení nebo zaoráním slámy (Richter, 2007).

2.1.2 Zdroje dusíku

Hlavním zdrojem dusíku je atmosféra, která obsahuje 77,5 dílu N_2 . Tato forma je v půdě obsažena ve velkém množství, ale bez předchozí ionizace není pro vyšší rostliny přijatelná. Příjem této formy může být ovlivněn elektrickým výbojem při bouřce, kdy dojde k oxidaci molekul N_2 a následně tvorby kyseliny dusičné.

Druhým významným zdrojem dusíku je vzdušná fixace N_2 . Fixaci rozlišujeme volnou a symbiotickou. Volnou fixací se půda každý rok obohatí v průměru o

5-6 kg * N ha⁻¹. Rostliny z čeledi bobovitých dokážou symbiotickou fixací vázat až 50-120 kg N * ha⁻¹. Luskoviny, vojtěška a jetel dokážou vázat dokonce až 200 kg N * ha⁻¹, výjimečně i více. Symbiotická fixace je možná díky přítomnosti hlízkových bakterií rodu *Rhizobium* (Richter, 2007).

2.1.3 Dusík v rostlinách

Obsah dusíku se pohybuje v rozpětí 0,5 - 7,1 % v sušině rostliny. Na počátku vegetace je obsah N nejvyšší a dále v průběhu růstu se jeho koncentrace postupně snižuje. V období dozrávání je převážná část N transportována z vegetativních částí do částí generativních (Fecenko et Ložek, 2000).

2.1.3.1 Příjem dusíku rostlinami

Rostliny přijímají dusík ve formě iontů a to amonného kationtu nebo nitrátového aniontu. Přijatý dusík je rostlinami využíván pro tvorbu organických dusíkatých sloučenin. Nitrátový dusík je třeba před příjmem rostlinou redukovat na dusík amonný. Z organických dusíkatých sloučenin v rostlinném těle vznikají aminokyseliny, které jsou stavební jednotkou bílkovin. Nezbytnou roli hraje zastoupení dusíku v rostlinném barvivu - chlorofylu (Vaněk et al., 2002).

Příjem nitrátového dusíku ovlivňuje do značné míry prostředí, jako teplota a pH půdy. Nitrátový dusík je převážně přijímán na kyselých půdách a při vyšších teplotách. Při nízkých teplotách dochází ke snížené redukci nitrátů (Fecenko et Ložek, 2000)

Příjem amonného dusíku dosahuje nejlepších hodnot v neutrálním až zásaditém prostředí, kdy je přednostně přijímán oproti formě nitrátové (Procházka et al., 1998).

2.1.3.2 Projevy nedostatku dusíku v rostlinách

Pokud dojde ke snížení dusíku v půdě, sníží se i jeho obsah v rostlinách řepky ozimé. Na první pohled je na rostlinách patrný slabý vývoj a značná nevyrovnanost porostu. Podle stupně nedostatku se mění barva listů od bledě zelené po žlutou, omezuje se růst větví, dochází k opadu květních pupenů i květů a dále k redukci počtu šesulí na větvi (Richter et al., 2005).



Obr. č. 2 Projev nedostatku dusíku na porostu řepky ozimé (Richter et al., 2001)

2.1.3.3 Projevy nadbytku dusíku v rostlinách

Nadbytek dusíku se vyskytuje v zemědělské praxi pouze v omezeném rozsahu a to z důvodu vysoké ceny za kg dusíku. Všeobecně má nadbytek dusíku vliv na bujný růst rostlin. Rostliny přehnojené dusíkem se vyznačují tmavě zelenou barvou, dochází ke zhoršení přezimování, nevyrovnanému kvetení, dozrávání a snižování obsahu oleje v semenech (Richter et al., 2005).

2.2 Síra

Síra se vyskytuje v přírodě v živých organismech a to v mnoha formách sloučenin. Nejznámější sloučeninou jsou aminokyseliny cystein a methionin.

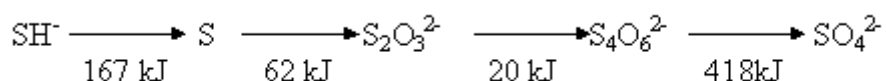
2.2.1 Síra v půdě

Obsah síry v půdě značně kolísá a pohybuje se v rozmezí od 0,01 do 2 % dle půdního typu a druhu. Síra se v půdě vyskytuje jak ve sloučeninách minerálních tak i v organických. Přírodním zdrojem síry jsou pyrit, markazit, chalkopyrit, sádrovec, anhydrit a baryt. Ve zdravých půdách je nejvíce síry obsaženo ve formě sádry, i když je tato forma síry poměrně málo rozpustná ve vodě, dokáže rostlinám zajistit dostatečné množství síry. Půdy, které jsou bohaté na humus, obsahují větší množství celkové, ale i organicky vázané síry oproti půdám minerálního typu (Fecenko et Ložek, 2000).

Významný podíl síry v půdě je vázán ve formě organických sloučenin. Černozemní půdy mohou obsahovat až $\frac{3}{4}$ síry v organické formě a podzolové půdy až $\frac{1}{2}$ síry v organické formě. Přeměny organické síry jsou do určité míry ovlivňovány mineralizací organických látek a tím jejich zpřístupňování pro rostliny. Z důvodu větší mineralizace organických sloučenin a jejich přechodu z anorganických na organické sloučeniny se obsah síry těžko určuje. Organická síra je obsažena v rostlinných a živočišných zbytcích převážně ve formě bílkovin, aminokyselin a polypeptidů (Richter, 2007).

2.2.1.1 Přeměny síry

Síra v půdě podléhá spoustě přeměnám, z nich nejznámější jsou: oxidace, redukce, mineralizace a zabudování síry do organických sloučenin. Významnou roli v procesu přeměny síry hrají sírné bakterie. Proces přeměny redukované síry je označován jako sulfurikace a můžeme ji schematicky znázornit (Richter, 2007).



Opačný proces se nazývá desulfurikace, kde dochází pomocí působení bakterií k redukci SO_4^{2-} na H_2S .

Síra může být v půdě také slabě sorbována pomocí fyzikálně chemické sorpce ve formě SO_4^{2-} nebo výrazněji pomocí chemické sorpce. V půdě dochází k imobilizaci síry také půdními mikroorganismy. K imobilizaci síry může také docházet při tvorbě humusových látek.

2.2.1.2 Ztráty síry

Ztráty síry jsou oproti ztrátám dusíku velmi značné. Vlivem vyplavování může docházet ke ztrátám síranů až $200 - 300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Současně s SO_4^{2-} jsou vyplavovány kationty, na které jsou sírany vázány. Z tohoto hlediska sami můžeme posoudit, že ztráty síry budou do budoucna značně velkým problémem a bude záležet jen na nás, jak k tomuto problému přistoupíme (Fecenko et Ložek, 2000).

2.2.2 Formy síry

Síra se v atmosféře vyskytuje v různých sloučeninách a to buď v podobě plynu, nebo aerosolu. Do půdy se síra dostává ve formě oxidu siřičitého. Spady síry ve formě

srážek dříve dosahovaly 100 i více kg na ha a rok. V 90. letech došlo díky odsiřování komínů k poklesu spadů síry. V současné době se spady síry pohybují okolo 10 kg/ha (Richter, 2007).

2.2.3 Zdroje síry

Síra se nejčastěji v přírodě vyskytuje v oxidované formě, jako je sádrovec nebo v redukované formě pyrit. Síra je v určitých koncentracích obsažena ve všech živých organismech. Nejvíce síry je obsaženo v litosféře a hydrosféře. Obsah síry v půdě je mnohem menší (Tlustoš et al., 2011).

2.2.4 Síra v rostlinách

2.2.4.1 Příjem síry rostlinami

Síra je přijímána hlavně kořeny a převážně ve formě SO_4^{2-} . Množství přijímaných síranů je závislé na jejich koncentraci v půdním prostředí. Předností síranů je jejich dobrá pohyblivost a tak často bývají transportovány do mladých listů, kde jsou redukovány na H_2S a následně zabudovány do organických sloučenin (Vaněk et al., 2007). Sulfát je do buněk přenášen pomocí tzv. aktivního přenašeče. Prvním krokem, který nastává, je redukce sulfátu, buď v chloroplastech listu, nebo už v protoplastech kořenových buněk. Pokud je v rostlině obsažen neredukovaný síran v přebytku, tak dochází k jeho odvádění do vakuol pomocí aniontových kanálků (Šetlík et al., 2004). Nejčastější formou síry, která vstupuje do metabolismu buňky jsou prekurzory bílkovin cystein a methionin.

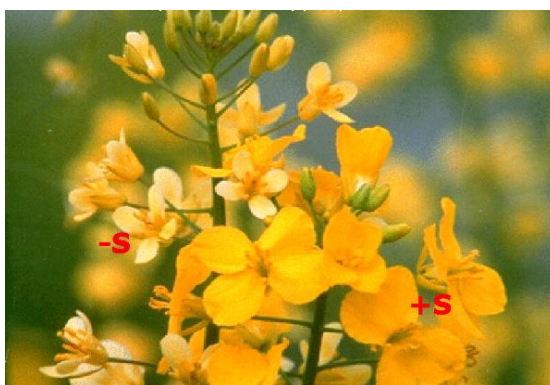
2.2.4.2 Projevy nedostatku síry

Příznaky nedostatku síry se na rostlinách projevují podobně, jako je nedostatek dusíku. Rozdíl oproti dusíku spočívá v tom, že žloutnou nejmladší listy. Chloróza se začíná objevovat na okrajích listů a postupně se šíří k žilnatině.

Při nedostatku síry tvoří rostliny méně sirných aminokyselin, dochází k redukcii počtu a délky větví, mění se barva květu (blednou okvětní plátky) a jejich velikost, délka šesulí a počet semen v nich. Zvyšuje se opad květů, šesule bývají nevyvinuté a obsahují malá semena nebo neobsahují semena vůbec. Obsah oleje je snížen a to zvláště na porostech kde se hnojí vysokými dávkami dusíku (Richter et al., 2005).



Obr. č. 3 Deficience síry na rostlinách řepky ozimé (Richter et al., 2005)



Obr. č. 4 Deficience síry - detail květu

2.2.4.2 *Projevy nadbytku síry*

Poškození rostlin vlivem přebytku SO_4^{2-} nebylo v našich podmínkách doposud pozorováno. Řepka ozimá patří k plodinám spolu s česnekem, cibulí, slunečnicí a kukuřicí k plodinám, které jsou vůči nadbytku síry odolné.

2.3 Minerální dusíkatá hnojiva

Do skupiny dusíkatých hnojiv řadíme všechny dusíkaté sloučeniny v minerální i organické formě. Hnojiva mohou být v tekutém, tuhém i pevném skupenství. Hlavní úlohou těchto hnojiv je poskytovat dusík jako nezbytnou živinu rostlinám

Rozdělení N hnojiv:

- a) s dusíkem nitrátovým (ledkovým, dusičnanovým),
- b) s dusíkem amonným a amoniakálním,
- c) s dusíkem amidovým (organickým),
- d) s dusíkem ve dvou i více formách,
- e) pomalu působící,

Hnojiva s dusíkem nitrátovým (ledkovým, dusičnanovým)

Ledek vápenatý - chemický vzorec tohoto hnojiva je $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Obsahuje 15,5 % N, 20 % Ca. Většinou je vyráběn ve formě šedobílých granulí o velikosti 1- 5 mm. Je silně hyroskopický, což je jeho značná nevýhoda, jelikož na sebe váže vodu. Skladování tohoto hnojiva je proto podmíněno uchováváním v uzavřených obalech nebo v suchých prostorech s malou výměnou vzduchu. Prach z LV může ohrozit zdraví, jelikož jeho prach působí dráždivými účinky na pokožku a sliznici. Při manipulaci s tímto hnojivem je zapotřebí používat pracovních ochranných pomůcek. Vhodnost LV je především v aplikaci na list během vegetace. Hnojivo je fyziologicky zásadité a jeho použití se doporučuje na půdy kyselé, kde snižuje kyselost a je i zdrojem vápníku (Hlušek, 2004; Fecenko et Ložek, 2000).

Hnojiva s dusíkem amonným a amoniakálním

Síran amonný - chemický vzorec $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Obsahuje minimálně 20,3 % N. Zemědělcům je SA dodáván jako krystalický, granulovaný nebo ve formě roztoku. Je částečně hyroskopický, a proto je nutné, aby byl skladován v suchých prostorech. Jedná se o chemicky i fyziologicky kyselé hnojivo, které může negativně ovlivnit při častějším používání pH půdy, proto je doporučeno jeho používání na neutrálních půdách. Je vhodný ke všem plodinám a díky obsahu síry je vhodný především pro hnojení brukvovitých rostlin (řepka, hořčice).

Síran amonný je v půdě velmi rychle rozpustný a snadno přechází do půdního roztoku (Hlušek, 2004).

Amoniak kapalný technický (bezvodý čpavek) - obsahuje 82,2 % N ve formě molekuly čpavku. Jedná se o nejkonzentrovější dusíkaté hnojivo na světě. Vzhledově se jedná o bezbarvou kapalinu. Největší výhodou tohoto hnojiva je nízká cena 1 kg N. Avšak mezi negativní věci tohoto hnojiva patří nutnost skladování ve speciálních nádobách a použití strojů přímo určených k aplikaci tohoto hnojiva, což jeho využívání v praxi velmi snižuje (Hlušek, 2004).

Dusíkatá hnojiva s dusíkem amidovým

Močovina - chemický vzorec $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Obsahuje 46 % N. Obsahem dusíku se řadí k nejkonzentrovějším tuhým hnojivům. Močovina se prodává ve formě bílých lesklých granulek. Používá se při předset'ové přípravě nebo se může použít ve formě 9 - 12 % roztoku k postřiku na list. Výhodou je amidová forma dusíku, kterou rostliny mohou přijímat jak kořeny, tak i listy. Při předset'ové přípravě je nutné, aby byla močovina zapravena do půdy z důvodu jejího t'ekání a ztrátám drahého dusíku volatilizací (Hlušek, 2004).

Dusíkaté vápno - chemický vzorec CaCN_2 . Obsahuje okolo 20 % N a asi 20 % CaO. Dusíkaté vápno se vyskytuje ve formě jemného prášku, který má modrošedé zbarvení. Z důvodu zvýšené prašnosti je před aplikací olejován nebo granulován. Je využitelné na všech půdách s výjimkou půd těžkých. Z důvodu drahého dusíku je zároveň využíváno jako herbicid s výborným účinkem na obtížně regulovatelné plevele jako je například přeslička rolní (Hlušek, 2004).

Dusíkatá hnojiva s dusíkem ve dvou i více formách

Jedná se o univerzálnější hnojiva. Jejich vhodnost je jak k předset'ové přípravě, tak i aplikaci na list během vegetace. Vyznačují se také vyšší účinností oproti ostatním hnojivům a v praxi patří k nejpoužívanějším.

Dusičnan amonný - chemický vzorec NH_4NO_3 . Označován také jako ledek amonný. Obsahuje 34- 35 % N, polovinu nitrátového a polovinu amonného. Je distribuován ve formě krystalické soli, je ve vodě rozpustný, hygroskopický. Pro DA platí přísné bezpečnostní předpisy spojené s transportem a skladováním, kdy při neopatrném skladování, například se zdrojem organické hmoty nebo PHM se může

změnit ve výbušninu. Z důvodu přísné legislativy je jeho používání oproti např. LAV mnohem nižší. Hlavní využití najde v zásobním hnojení nebo ke hnojení během vegetace (Hlušek, 2004).

Ledek amonný s vápencem (LAV) - jedná se o hnojivo s obsahem 27 % N, poměr amonného a nitrátového je 50 : 50. Je vyroben ve formě bělavých až světle hnědých granulí o velikosti 2 - 5 mm. Vstupní surovinou je dusičnan amonný a jemně mletý vápenec. Je hyroskopický, proto je nutné dodržovat zásady správné manipulace a skladování. Hnojivo je především využíváno k hnojení před setím nebo výsadbou nebo i k přihnojování během vegetace, zvláště k regeneračnímu hnojení. LAV patří k jednomu z nejpoužívanějších dusíkatých hnojiv v ČR (Hlušek, 2004).

Ledek amonný s dolomitem (LAD) - obsahuje 27,5 % N a 2,9 % MgO. Poměr amonného a nitrátového je 50:50. Je distribuován v granulích, které mají skořicovou barvu. Využití najde v základním hnojení před setím a výsadbou nebo v přihnojování během vegetace. (Hlušek, 2004).

Ledek amonný se sírou (LAS) - zvláštností tohoto hnojiva je přidavek síranu vápenatého (Hlušek, 2004).

DASA 26 - 13 - základním složkou je ledek amonný se síranem amonným. Obsahuje 26 % N a 13 % S. Jeho hlavní uplatnění najde především v hnojení před setím a výsadbou nebo v průběhu vegetace. Zvýšený obsah síry upřednostňuje toto hnojivo použít u plodin, které jsou náročné na síru, jakož jsou například řepka, slunečnice, hořčice, zelí cibule, česnek (Hlušek, 2004).

DAM 390 - jedná se o vodný roztok dusičnanu amonného a močoviny označovaný jako beztlaké dusíkaté hnojivo s průměrným obsahem 30 hmotnostních % dusíku. Zastoupení jednotlivých forem dusíku je následující: $\frac{1}{4}$ N nitrátového, $\frac{1}{4}$ N amonného a $\frac{1}{2}$ N amidového. DAM 390 je typický také svou větší objemovou hmotností, která činí 1,3 t. m⁻³. 100 l hnojiva tedy obsahuje 39 kg N. Jedná se o čirou kapalinu, která má však silně korozivní účinky, což klade zvýšené nároky na skladování. Ke skladování se používají různé speciální nerezové nebo PVC nádrže. DAM 390 se používá k zásobnímu hnojení, kdy jeho účinnost můžeme zvýšit zapravením do půdy, nebo se používá k hnojení během vegetace na list.

DAM 390 aplikujeme převážně v koncentrované formě, ale musíme být opatrní, abychom nepopálily rostliny, proto je vyloučeno použití tohoto hnojiva k regeneračnímu hnojení na jaře, kdy jsou rostliny poškozeny mrazem. Naředěním hnojiva se riziko popálení nesnížilo (Hlušek, 2004).

2.4 Pomalu působící dusíkatá hnojiva

Výroba těchto hnojiv byla započata z důvodu použití vyšší jednorázové dávky dusíku před vegetací bez nebezpečí poškození rostlin a bez zvýšených ztrát na drahém dusíku. Velmi závažným problémem, který je při používání pomalu působících hnojiv redukován, je vyplavování dusíku do podzemních vod a tím snížení negativního dopadu na životní prostředí. Celková aplikovaná dávka by měla zajistit dostatečnou výživu po celou dobu vegetace dané rostliny. Nevýhodou těchto hnojiv je jejich vysoká cena a malá informovanost zemědělské praxe, což značně znevýhodňuje jejich použití (Hlušek, 2004).

2.4.1 Kondenzáty močoviny

Uvolňování živin z hnojiv je výsledkem hydrolyzy, biologického rozkladu, rozpuštění a iontové výměny. Uvolňování živin je ovlivněno fyzikálně – chemickými vlastnostmi půdy, převážně teplotou, vlhkostí, složením a aktivitou půdní mikroflóry. Mezi hlavní představitele patří kondenzáty močoviny s některými aldehydy. Cílem výzkumů je vyvinout pozvolna rozpustné materiály na bázi lignátů, izoměničů, celulosy, rašeliny (Lošáková, 2008).

Močovinoformaldehydová hnojiva – vznikají kondenzací močoviny s formaldehydem. Mezi nejznámější hnojivo patří Ureaform s obsahem 38 - 42 % N. Využití najde jako zdroj pomalu působícího dusíku při výrobě tvarovaných hnojiv.

Močovinoacetaldehydové hnojivo – bývá označováno také jako Z-močovina. Získává se z močoviny a krotonaldehydu obsahující 30 - 32 % N. Následnou granulací CD močoviny (močovina a krotonaldehyd) se získává Floramid. Floramid je pomalu působící granulované hnojivo, které obsahuje N 32 %.

Močovinoizobutyraldehydové hnojivo - jedná se o kondenzační produkt močoviny a izobutyraldehydu obsahující 32- 33 % N.

Další možné zdroje N - můžeme použít například některých sloučenin s malou rozpustností. Používá se kupříkladu fosforečnan hořečnatoamonný. Pozitivních výsledků bylo také dosaženo při použití diamidu kyseliny šřavelové.

2.4.2 Obalovaná hnojiva

Jedná se o běžně rozpustná hnojiva, která mají navíc oproti ostatním hnojivům na povrchu polorozpustnou blánu, která postupně uvolňuje dusík z hnojiva. Tento obal funguje na principu membrány, do granule hnojiva vstupuje voda, která rozpouští živiny. Živiny jsou následným osmotickým tlakem uvolňovány přes membránu do okolí granule. K obalování se používá různých látek, např. parafín, vosky, pryskyřice, síra aj. (Růžek et Pišánová, 2007).

2.4.3 Stabilizovaná hnojiva

V důsledku regulace mikrobiálních procesů v půdě využíváme inhibitory nitrifikace a inhibitory ureasy. Principem obou zmíněných procesů je snížení aktivity půdních bakterií přeměňující méně dostupné formy dusíku hnojiva (Tlustoš et al., 2007).

Inhibitory nitrifikace

Ztráty dusíku snižují do značné míry efektivitu hnojení a stojí pěstitele velké peníze. Vzniklo mnoho agrotechnických postupů, jak tyto ztráty eliminovat. Jedním z možných způsobů řešení je použití inhibitorů nitrifikace.

Inhibici nitrifikace způsobuje mnoho látek. Například mohou být použity sloučeniny dicyandiamid a 1H- 1,2,3,4- triazol, které se nachází v ALZON 46.

Snahou vědců z celého světa, kteří se zabývají omezením nitrifikace, je zvýšení efektivnosti využití dusíku, který je ve hnojivech dodáván k rostlinám. Hlavní důraz je kladen na to, aby dodaný dusík byl přijímán rostlinou a přebytek byl z co největší části zabudován do organických vazeb v půdě. Pokud omezíme nitrifikaci, docílíme výrazného snížení obsahu nitrátového dusíku a s ním spojené problémy s vyplavováním

a kontaminací vod nitráty. Dále dojde i k omezení procesu denitrifikace, kde opět dochází k značným ztrátám dusíku, který je následně uvolňován do ovzduší. Amonný dusík je vázán do sorpčního komplexu, a proto je riziko vyplavování zdaleka menší než u formy nitrátového dusíku. Cílem inhibitorů je zpomalení průběhu nitrifikace až o několik týdnů, aby se uvolňovaný dusík a přechod na nitrátovou formu přesunul do fáze, kdy se dusík nejvíce využije rostlinami.

V současné době se aktivní látka přidává přímo při granulaci hnojiva, což je z hlediska ekonomického i praktického efektivnější (Růžek et Pišánová, 2007).

Inhibice je biologický proces, který je ovlivňován celou řadou faktorů, ke kterým patří vlhkost a teplota půdy, půdní druh a typ, obsahu organických látek, klimatické podmínky (Bouma, 2007).

Důležitou vlastností inhibitorů je selektivní působnost na bakterie rodu *Nitrosomonas*: „Musí je uspat, nikoliv usmrtit“ zdůraznil M. Fuchs. Zároveň je potřeba aby se inhibitor vhodným způsobem odbourával a nedocházelo k zatěžování životního prostředí.

Nespornou výhodou hnojiv s inhibitorem nitrifikace je umožnění aplikace vyšších dávek a to buď jednorázově, nebo ve sníženém počtu dávek oproti používání klasických konvenčních hnojiv. Nevýhodou těchto hnojiv je opět vysoká cena.

Alzon®46

Charakteristika produktu:

Jedná se o hnojivo na bázi močoviny obsahující 46 % N. Obsahuje inhibitor nitrifikace (dicyandiamid a 1H-1,2,4 triazol) a biuret. Alzon 46 se vyrábí ve formě granulí namodralé barvy.

Cíl použití a způsob účinku:

Inhibitor nitrifikace zpomaluje přeměnu amonného dusíku na nitrátový dusík, a tím zlepšuje využití dodaných živin. Stabilních výnosů je dosaženo i při snížení celkové dávky dusíku o 20 % (Agrofert Holding, a.s., 2013)

Inhibitory ureasy

Ureasa je enzym, který rozkládá močovinu. Inhibitory ureasy zpomalují přeměnu močoviny na NH_4^+ , což ponechává více času povrchově aplikované močoviny proniknout do větších hloubek v půdě a koncentrace NH_4^+ na povrchu půdy nedosahuje tak vysokých hodnot. Zároveň dochází k potlačení negativního efektu hydrolyzy močoviny, kterým je akumulace NO_2^- , což nepříznivě ovlivňuje fázi klíčení semen. V průběhu transportu dochází k oddělení inhibitoru ureasy od močoviny, která se pak může hydrolyzovat, čím dojde ke snížení rizika vyplavení močoviny mimo dosah kořenů a zneprístupnění dusíku pro dané pěstované plodiny.

Nevýhodou používaných inhibitorů je krátká doba působení (2 týdny). Močovina s inhibitorem ureasy najde uplatnění především v oblastech s pozdějšími jarními přísušky a v systémech půdoochranných technologií (Růžek et Pišánová, 2007).

Nejpoužívanějším inhibitorem ureasy je N-(n-butyl)-thiophosporictriamid (NBPT). V ČR je používán přípravek Stabiluren, který se používá k úpravě močoviny (Urea stabil) nebo kapalného hnojiva DAM 390 (Růžek et Pišánová, 2007).

UREA^{stabil}

Charakteristika produktu:

Jedná se o močovinu s obsahem inhibitoru ureázy NBPT. Obsahuje 46 % N. Granule hnojiva jsou při výrobě velikostně tříděna, což značně usnadňuje vyrovnanou aplikaci na pozemku. Inhibitor ureázy je obalen na povrchu granule. Obalením se oddaluje přeměna $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ na NH_4^+ . Dále dochází ke zvýšení účinnosti aplikovaného dusíku a jsou eliminovány ztráty amoniaku do ovzduší.

Cíl použití a způsob účinku:

Používá se při povrchové aplikaci v případech, kdy potřebujeme zajistit rychlejší průnik dusíku do kořenové soustavy. Použitím UREA^{stabil} je eliminován tzv. „pomalý“ účinek močoviny a jsou po určitou dobu dodrženy její vlastnosti. Nespornou výhodou je omezení ztrát dusíku do ovzduší, což oceníme, pokud hnojivo nemůžeme bezprostředně

po aplikaci zapravit do půdy. UREA^{stabil} je hnojivo vhodné pro regenerační hnojení řepky ozimé.

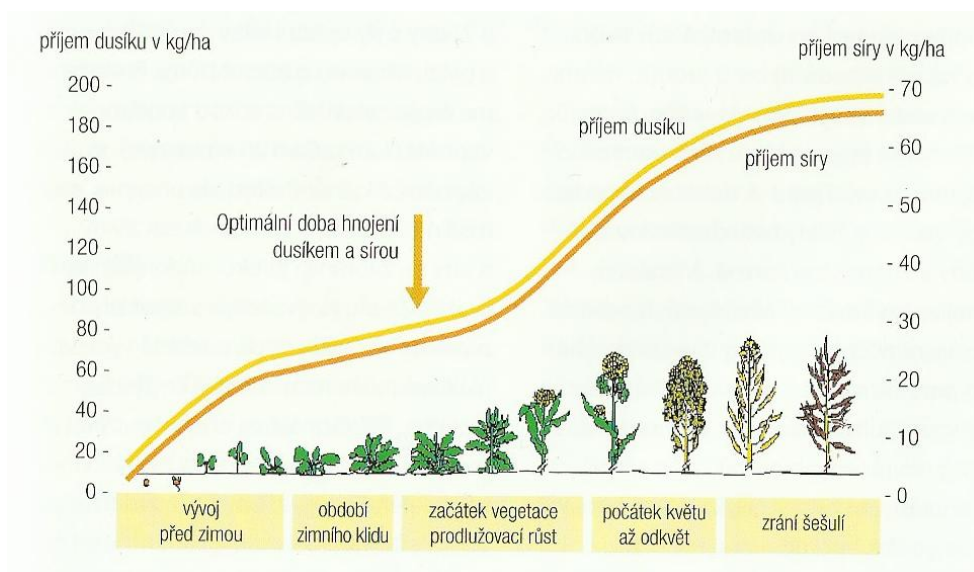
2.4 Hnojení řepky ozimé

Řepka ozimá má vysoké nároky na živiny. Na 1 tunu produkce spotřebuje 44 kg N, 24 kg P₂O₅, 50 kg K₂O, 10 kg MgO, 15 kg S a 55 kg CaO. Hodnoty jsou pouze orientační, je potřeba zohlednit předpokládanou úrodnost půdy a zásobu živin v ní obsažené. Nápadné je množství K a Ca, které řepka při svém růstu spotřebuje, ale pouze 20 % z tohoto množství se odveze z pole při sklizni. Řepka zanechává na poli velké množství posklizňových zbytků v podobě listů, které opadaly během růstu, a také slámu. V opadaných listech a slámě je velké množství K, který mohou využít následné plodiny (Alpmann et al., 2009).

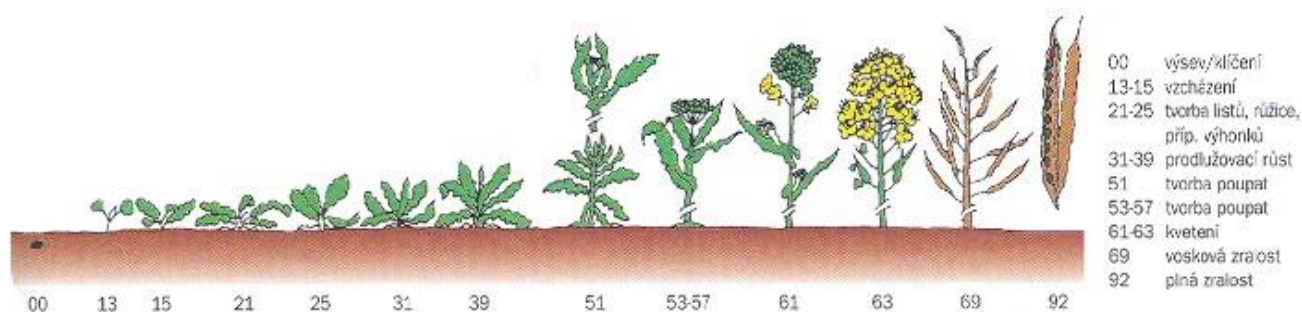
2.4.1 Hnojení řepky ozimé dusíkem

Hnojení dusíkem by se mělo kromě množství dusíku, který se odebere z půdy při sklizni, orientovat i podle toho, jaká je možnost odběru dusíku z půdy. Hnojení řepky dusíkem by se mělo řídit podle růstu a vývoje a zásobením stanoviště, kde je řepka pěstována (Alpmann et al., 2009).

Graf č. 1 Příjem dusíku a síry v průběhu vegetačního období (Alpmann et al., 2009)



Z grafu je patrné, že největší příjem dusíku a síry je v období začátku vegetace po zimě, proto je toto období nejvhodnější pro hnojení dusíkem a sírou. V průběhu vegetace kopíruje křivka příjmu síry křivku příjmu dusíku.



Obr. č. 5 Růstové fáze řepky ozimé

2.4.1.1 Základní hnojení

Rozhodujícím faktorem, který ovlivňuje, zda se bude či nebude hnojit dusíkem je N_{\min} v půdě v období před založením porostu. Pokud obsah v půdě činí do 15 mg/kg, je hnojení doporučováno. Jako nejvhodnější hnojiva se v praxi používají Síran amonný, NPK, Amofos (Černý et al., 2013).

2.4.1.2 Hnojení v průběhu vegetace

Podzimní hnojení dusíkem - Porosty, které jsou na podzim slabé, je doporučeno v období od konce září do začátku října přihnojit dávkou 20-30 kg/ha N. Při této dávce je vhodné použití LAV, LV, DA, DAM-390, DASA, SAM. V průběhu aplikace hnojiv se nemusíme obávat vyplavování N, jelikož řepka v sobě dokáže akumulovat 40-70 kg/ha N. Pozdější aplikace N není doporučována z důvodu narušení přirozeného rytmu růstu a vývoje porostu (Baranyk et Fábry, 2007).

První jarní dávka dusíku – Pokud rostlina řepky normálně překoná zimu, činí první dávka hnojiva 80-100 kg/ha. Velikost dávky v tomto případě neovlivňuje to, či se jedná o půdu lehkou nebo těžkou. Dávka slouží k regeneraci kořenového systému a listové růžice. V zemědělské praxi a při používání konvenčních hnojiv je vhodné dávku rozdělit na dvě: 1) 30-40 kg/ha tuhých hnojivech jako je LAV, DASA...

2) 30-60 kg/ha v tuhých i kapalných hnojivech jako DAM-390, SAM 240...

Druhá dávka dusíku - Jakmile začnou vyrůstat větve, podporuje N nasazení šesulí. Druhá dávka N se aplikuje krátce před nebo přímo v tomto okamžiku. Toto období se zpravidla nachází 3 až 4 týdny po prvním hnojení. Celkovou dávku N volíme tak, aby celková úroveň N byla doplněna na 150 kg/ha. Aplikaci je vhodné spojit s ošetřením insekticidy a mikroelementy B a Zn (Alpmann et al., 2009).

Třetí dávka dusíku - Hlavním úkolem třetí dávky dusíku je podpora funkčnosti a trvanlivosti listového aparátu a také má vliv na nasazení a počet šesulí. Jestliže je porost v dobrém zdravotním stavu, tato dávka prodlouží vegetaci. Rozmezí dávky činí 30-50 kg/ha dusíku. Příliš vysoká dávka dusíku v tomto období mlže negativně ovlivnit průběh dozrávání a zvýšit podíl zelených semen. Doporučuje se aplikovat stejná hnojiva jako v druhé dávce (Richter, 2007).

2.4.2 Hnojení řepky ozimé sírou

Emise síry v současné době nedosahují takových hodnot jako v dřívějších dobách. Množství spadů síry se pohybuje průměrně 7 kg/ha/rok.

2.4.2.1 Základní hnojení

Přijatelná síra v půdě je značně mobilní a hnojení sírou se doporučuje uskutečňovat v průběhu celého roku. Pro stanovení dávky je důležité určit množství vodorozpustné síry. Dávka by neměla přesáhnout 20 kg/ha síry v podobě hnojiva jako je Síran amonný, DASA (Černý et al., 2013).

2.4.2.2 Hnojení v průběhu vegetace

Podzimní hnojení – Dávku je doporučeno aplikovat koncem září až začátkem října. Význam má pouze u porostů s viditelným nedostatkem síry. Používají se hnojiva Kieserit, Hořká sůl.

Jarní aplikace – Pro určení dávky se používají údaje o obsahu minerální síry v ornici. Jarní dávku síry je možno aplikovat společně s dusíkatým hnojením např. DASA, Kieserit, SAM. Dávka by měla činit 20-40 kg/ha síry. Hnojení se doporučuje v časném jarním období, nejčastěji v měsíci březnu (Baranyk et Fábry, 2007).

3 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo posoudit účinnost stabilizovaných močovín se sírou a močovín bez inhibitorů na porostu řepky ozimé na dvou lokalitách a to Žabčice a Vatín. V pokusu se stanovoval obsah minerálního dusíku, vodorozpustné síry a byl proveden anorganický rozbor rostlin v závislosti na jednotlivých variantách. Do pokusu byla použita hnojiva ALZON 46 + SA (1:1) 100 %, ALZON 46 + SA (1:1) 80 %, ALZON 25-6S 100 %, ALZON 25-6S 80 %, močovina + SA. Hodnotil se vliv daných hnojiv na výnos a olejnatost semen řepky ozimé. Do pokusu byla vybrána odrůda řepky ozimé DK Esquisite. Diplomová práce také hodnotila ekonomickou efektivnost jednotlivých variant.

V diplomové práci byly stanoveny tyto hypotézy:

- Po aplikaci stabilizovaných močovín se sírou by převážná část minerálního dusíku v půdě měla zůstat v amonné formě.
- Dále byl pozorován výnos po aplikaci stabilizovaných močovín se sírou (ALZON 46 + SA, ALZON 25-6S) ve 100 % a 80 % dávce. Následně byl výnos těchto hnojiv porovnán s variantou klasické močoviny + SA. Podle výsledků pokusu lze porovnat, zda snížená dávka stabilizovaných močovín se sírou je schopna dosáhnout stejného výnosu jako 100 % dávka, a nebo je levnější aplikovat klasickou močovinu bez inhibitoru a řepka dosáhne stejného výnosu jako řepka hnojená stabilizovanými močovínami.

4 METODIKA ŘEŠENÍ PRÁCE

4.1 Charakteristika pokusných lokalit

4.1.1 Charakteristika polní pokusné stanice Žabčice

Pokus byl řešen na pozemcích školní pokusné stanice v Žabčicích. Pokusná stanice se nachází v kukuřičné výrobní oblasti v blízkosti řeky Svratky. Okolní krajina je rovinatého rázu a náleží do Dyjsko-svrateckého úvalu. Nadmořská výška pozemků činí 184 metrů nad mořem.

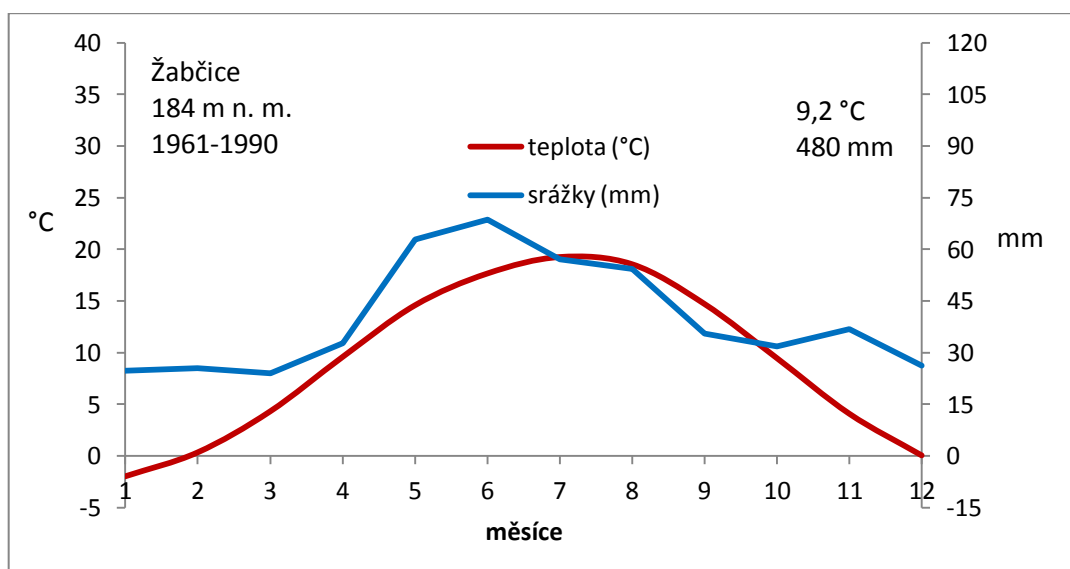
4.1.1.1 Půdní podmínky

Půdy pokusné stanice jsou převážně středně těžké až těžké. Půdním druhem je zde půda jílovitohlinitá až jílovitá a půdním typem je fluvizem, subtyp glejová. Mocnost ornice je přibližně 35 cm. Obsah humusu v ornici činí 2,44 %. Všechny pozemky pokusné stanice jsou ovlivňovány hloubkou podzemní vody, která může značně kolísat v závislosti na počasí v daném roce. Nejčastěji je hladina podzemní vody ve hloubce 180 cm (Neudert, osobní sdělení 2013).

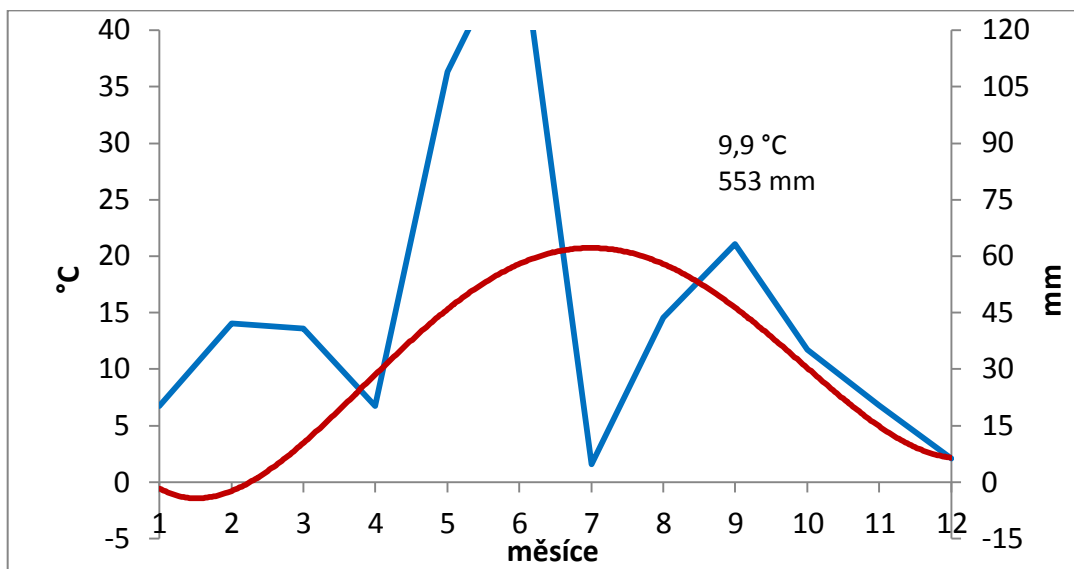
4.1.1.2 Klimatické podmínky

Z uvedeného klimadiagramu normálu vyplývá, že průměrná denní teplota byla 9,2 °C. Průměrný úhrn srážek činil 480,3 mm.

Graf č. 2 Klimadiagram normálu 1961 - 1990 Žabčice

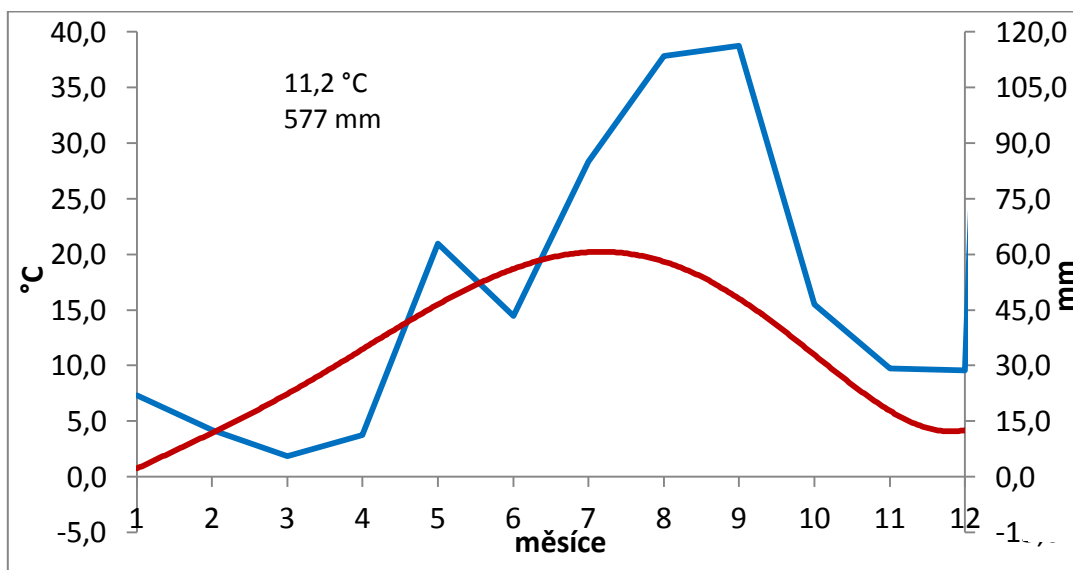


Graf č. 3 Klimadiagram 2013 Žabčice



Z uvedeného klimadiagramu vyplývá, že průměrná teplota ve sledovaném období činila 9,9 °C. Úhrn srážek činil 553 mm. Při porovnání s normálem za období 1961-1990 můžeme konstatovat zvýšení průměrné teploty o 0,7 °C. Srážkové úhrny byly oproti normálu větší o 73 mm. Nejteplejším měsícem byl červenec, kdy průměrná teplota dosahovala 21,9 °C. Nejvíce srážek spadlo v červnu a to 147 mm.

Graf č. 4 Klimadiagram 2014 Žabčice



Z uvedeného klimadiagramu vyplývá, že průměrná teplota ve sledovaném období činila 11,2 °C. Úhrn srážek činil 577 mm. Při porovnání s normálem za období 1961-1990 můžeme konstatovat zvýšení průměrné teploty o 2 °C. Srážkové úhrny byly oproti normálu větší o 97 mm. Nejteplejším měsícem byl červenec, kdy průměrná teplota dosahovala 21,5 °C. Nejvíce srážek spadlo v září a to 116 mm.

4.2.1 Charakteristika polní pokusné stanice Vatín

Výzkumná stanice ve Vatíně se nachází na Českomoravské vrchovině. Nadmořská výška zde činí 560 m. Roční průměrné srážky dosahují 617 mm a průměrná roční teplota je 6,9 °C.

4.2.1.1 Půdní podmínky

Půdním typem je kambizem typická, písčitohlinitá.



Ap 0- Hnědý, středně vyvinutá drobtová struktura, 6 – 8 % skeletu, vlhák, drobivý, střední oživení

Bv- Šedohnědý, bez zřetelné struktury, hlinitopísčité, výjimečně oblé valouny 7 cm, vlhák slabě zhutnělá, výjimečně chodby žížal

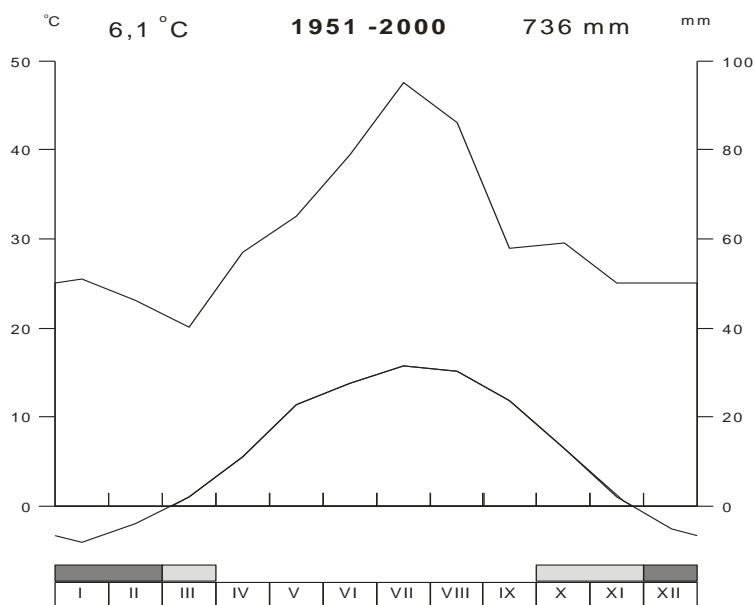
BC- rezavohnědý, jemnozerní hlinitopísčité, s hloubkou roste obsah skeletu.

Cn- zvětralá biotická ortorhiza

Obr. č. 6 Půdní profil ve Vatíně

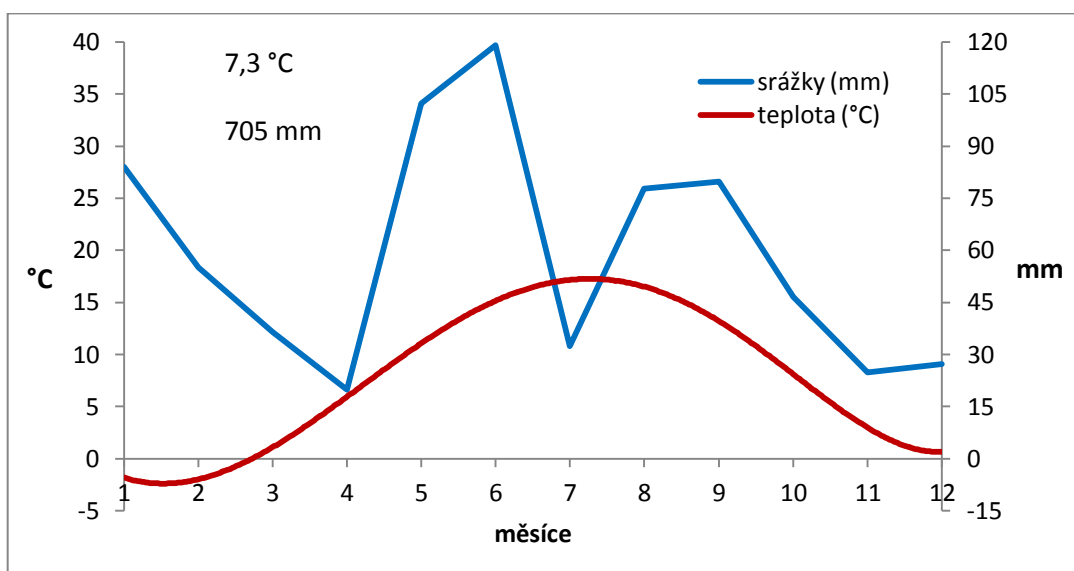
4.2.1.2 Klimatické podmínky

Graf č. 5 Klimadiagram normálu za období 1951 - 2000 Vatín



Z uvedeného grafu normálu za období 1951 – 2000 vyplývá, že průměrná denní teplota činila 6,1 °C a úhrn srážek 736 mm.

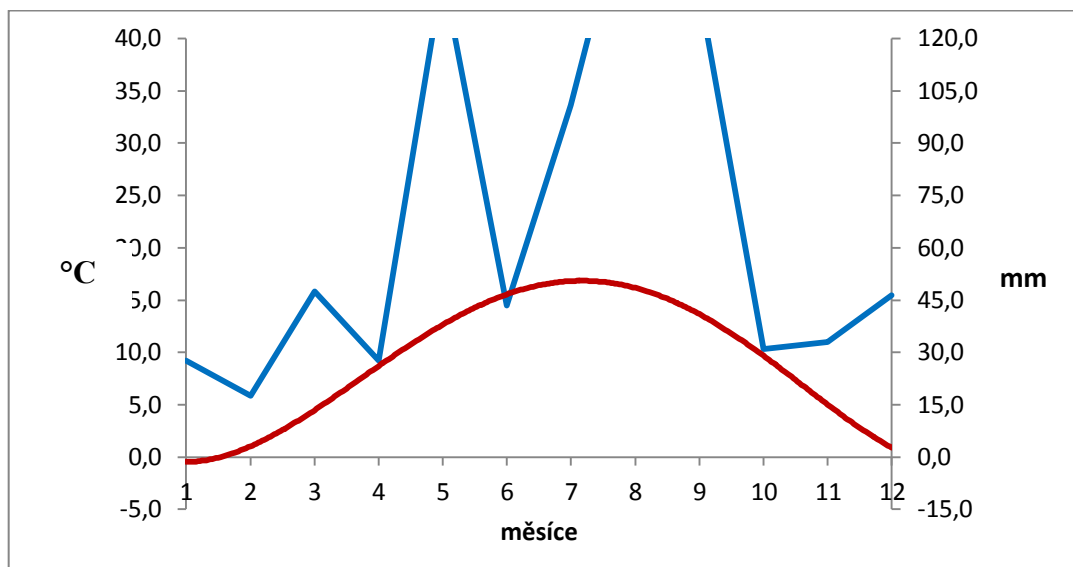
Graf č. 6 Klimadiagram 2013 Vatín



Z uvedeného klimadiagramu vyplývá, že průměrná teplota ve sledovaném období činila 7,3 °C. Úhrn srážek činil 705 mm. Při porovnání s normálem za období 1951-2000 můžeme konstatovat zvýšení průměrné teploty o 1,2 °C. Srážkové úhrny byly

oproti normálu nižší o 31 mm. Nejteplejším měsícem byl červenec, kdy průměrná teplota dosahovala 18,1. Nejvíce srážek spadlo v červnu a to 119 mm.

Graf č. 7 Klimadiagram 2014 Vatín



Z uvedeného klimadiagramu vyplývá, že průměrná teplota ve sledovaném období činila 8,7 °C. Úhrn srážek činil 819 mm. Při porovnání s normálem za období 1951-2000 můžeme konstatovat zvýšení průměrné teploty o 2,6 °C. Srážkové úhrny byly oproti normálu vyšší o 83 mm. Nejteplejším měsícem byl červenec, kdy průměrná teplota dosahovala 18,7 °C. Nejvíce srážek spadlo v srpnu a to 173 mm.

4.2 Metodika založení a vedení pokusu

4.2.1 Odběry a rozborů půd na stanovení obsahu živin

Před založením porostu byl proveden rozbor půdy na zjištění obsahu živin na obou lokalitách.

Tab. č. 1 Agrochemické vlastnosti půdy před založením pokusu

Lokalita	pH/CaCl ₂	mg/kg							
		P	K	Ca	Mg	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N _{min}	S _{vodorzp.}
Žabčice	6,3	161	354	2603	212	18	4,85	22,85	8,9
Vatín	5,26	61	278	981	158	5,34	4,76	10,1	14,6

Z uvedené tabulky vyplývá, že obsah fosforu na lokalitě Žabčice je dle vyhlášky 275/1998 Sb. vysoký. Obsah draslíku je také vysoký a obsah hořčíku je dobrý. Výměnná půdní reakce je slabě kyselá.

Výměnná půdní reakce ve Vatíně je kyselá. Obsah fosforu je vyhovující a obsah draslíku je dobrý. Obsah hořčíku je vyhovující.

4.2.2 Založení porostu, vedení a ochrana pšenice v průběhu vegetace

Porost řepky ozimé byl v Žabčicích založen 30. 8. 2013 a ve Vatíně byl porost založen 22. 8. 2013 pomocí maloparcelkového secího stroje. Příprava půdy byla klasická (podmítka, orba, předseťová příprava, zásobní hnojení P a K). Porost řepky ozimé byl založen v Žabčicích po předplodině ječmen jarní a ve Vatíně po pšenici ozimé. Regenerační hnojení proběhlo 11. 3. 2014 v Žabčicích a dne 20. 3. 2014 ve Vatíně.



Obr. č. 7 Regenerační hnojení na lokalitě Žabčice



Obr. č. 8 Regenerační hnojení Žabčice



Obr. č. 9 Regenerační hnojení na lokalitě Vatín



Obr. č. 10 Regenerační hnojení na lokalitě Vatín

Tab. č. 2 Ošetření porostů v průběhu vegetace lokalita Žabčice

datum	operace	materiál	dávka
30.8.2013	aplikace herbicidu	BRASAN	1,5 l/ha
30.8.2013	aplikace herbicidu	TERIDOX	0,5 l/ha
27.9.2013	aplikace herbicidu	FUSILADE	0,5 l/ha

Tab. č. 3 Ošetření v průběhu vegetace lokalita Vatín

datum	operace	materiál	dávka
2.10.2013	aplikace herbicidu	Galera podzim	0,3 l/ha
9.10.2013	Výdrol + regulace	Garland Forte + Lynx	1,5 l/ha + 1,5 l/ha
12.11.2013	Rodenticid	Stutox	Do děr
11.12.2013	Rodenticid	Stutox	Do děr
8.4.2014	Insekticid	Vaztak	0,1 l/ha
6.5.2014	Insekticid	Nurelle D	0,6 l/ha
14.7.2014	Lepení šeš.	Agrovital	0,7 l/ha
23.7.2014	Desikace	Roundup	4 l/ha

Sklizeň v Žabčicích byla provedena 4. 7. 2014 sklízecí mlátičkou Sampo a ve Vatíně dne 8. 8. 2014 též sklízecí mlátičkou Sampo. Výnos a olejnatost semen řepky ozimé byly zpracovány s využitím softwaru STATISTICA 10.



Obr. č. 11 Porost řepky ozimé v období dokvétání na lokalitě Žabčice



Obr. č. 12 Porost řepky ozimé po odkvětu na lokalitě Vatín

4.2.3 Zvolené varianty hnojení řepky ozimé

Do pokusu byla vybrána hnojiva ALZON 46 + SA (1:1) 100 %, ALZON 46 + SA (1:1) 80 %, ALZON 25-6S 100 %, ALZON 25-6S 80 %, močovina + SA. Hodnotil se výnos a olejnatost semen. Hnojivo ALZON 46 + SA (1:1) a ALZON 25-6S bylo aplikováno ve dvou dávkách a to v dávkách 100 % a 80 %. K tomuto rozhodnutí bylo přistoupeno proto, že výrobci uvádějí, že i při použití snížené dávky o 20 % ve formě stabilizovaných hnojiv nedojde k zásadní změně ve výnosu a olejnatosti semen oproti použití klasických konvenčních hnojiv bez inhibitoru.

Tab. č. 4 Varianty, použitá hnojiva a jednotlivé dávky dusíku.

Pokus	Varianta	Jaro		
		Regenerační hnojení	Produkční hnojení I	Produkční hnojení II
1	Alzon 46 + SA gr. (1:1) 100 %	ALZON+SA (194 kg N/ha)		
2	Alzon 46 + SA gr. (1:1) 80 %	ALZON+SA (155 kg N/ha)		
3	Alzon 25-6S 100 %	Alzon 25-6S (194 kg N/ha)		
4	Alzon 25-6S 80 %	Alzon 25-6S (155 kg N/ha)		
5	Močovina + SA	MO+SA (78 kg N/ha)	MO+SA (58 kg N/ha)	DAM 390 (150 l/ha = 58,5 kg N/ha)

4.2.4 Odrůda použitá v pokusu

DK EXQUISITE- Jedná se o polopozdní hybridní odrůdu. Odrůda je charakteristická velkou výškou rostlin, které jsou odolné proti poléhání. HTS je středně vysoká a obsah oleje v semenech je středně vysoký až vysoký.

4.2.5 Hnojiva použitá v pokusu

ALZON 46- je močovina s inhibitorem nitrifikace. ALZON 46 působí díky inhibitoru nitrifikace déle a efektivněji. Inhibitor nitrifikace zpomaluje přeměnu amonného dusíku na dusík nitrátový, který je v půdě velmi pohyblivý. ALZON 46 udržuje amonný dusík déle v ornici. Rostliny mohou využívat amonný dusík z ornice po delší časové období. Inhibitor snižuje riziko kontaminace podzemních vod nebezpečnými nitráty.

Hnojivo je vhodné zejména pro řepku, ozimé obilniny, okopaniny, kukuřice.

ALZON 25-6S - je kapalné dusíkaté hnojivo obsahující inhibitor nitrifikace a síru. Roztok obsahuje 25 % dusíku a 6 % ve vodě rozpustné síry. Hnojivo má zelenou barvu. Aplikace je vhodná v naředěném stavu a to 1:3-4 (1 díl ALZON 25-6S a 3-4 díly vody).

Síran amonný - jedná se hnojivo s obsahem 20,3 % N. SA je fyziologicky i chemicky kyselý. Je vhodný ke všem plodinám, zejména na neutrálních půdách. Nejčastěji se používá k základnímu hnojení, přihnojení nebo díky jeho nízké ceně se aplikuje na slámu z důvodu snížení poměru C: N (Hlušek, 2004).

Hnojivo se používá většinou k plodinám, které snášejí kyselou půdní reakci (brambory, žito). Jelikož hnojivo obsahuje síru, je vhodné i k plodinám jako je řepka, hořčice, cibule, česnek (Hlušek, 2004).

DAM 390 - je vodný roztok dusičnanu amonného a močoviny. Objemová hmotnost je $1,3 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$. To znamená, že ve 100 l hnojiva je obsaženo 39 kg dusíku.

DAM 390 se vyznačuje silně korozivními účinky na měď, beton, uhlíkatá ocel. Proto je vhodné dam skladovat v PVC nádobách nebo sklolaminátu.

Je to čirá kapalina, která netěká a nevyžaduje tlakové nádoby. Využití najde v základním hnojení nebo ve hnojení v průběhu vegetace, k oblíbenosti tohoto hnojiva přispívá možnost kombinace s postřiky formou tank-mixů. Používá se ke hnojení obilnin, kukuřice, brambor a řepky (Hlušek, 2004).

Močovina - chemický vzorec $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Obsahuje 46 % N. Obsahem dusíku se močovina řadí k nejkoncentrovanějším tuhým hnojivům. Vyrábí ve formě bílých lesklých granulek. Používá se při předset'ové přípravě nebo se může použít ve formě 9- 12 % roztoku k postřiku na list v průběhu vegetace. Při předset'ové přípravě je nutné močovinu zapravit do půdy z důvodu jejího těkání a omezení ztrát na drahém dusíku (Hlušek, 2004).

4.3 Analytické metody

4.3.1 Analýza řepky ozimé

Stanovení celkového obsahu tuku v semenech řepky ozimé

Celkový obsah tuku v semenech byl zjišťován pomocí gravimetrie po trojnásobné extrakci n-hexanem (Novotný, 2006).

4.3.2 Analýza půdních vzorků

Stanovení celkového dusíku v půdě

Celkový dusík se stanovuje metodou podle Dumase. Vzorek zeminy se spálí v proudu kyslíku. Při spalování vznikají oxidy dusíku, které se redukují elementární měďí na plynný dusík, který se následně stanoví tepelně vodivostním detektorem (Zbiral et al., 2004).

Stanovení půdní reakce

Hodnota pH půdy se stanovuje potenciometrickým měřením aktivity vodíkových iontů. Stanovení se provádí ve výluhu zeminy v 0,01 mol/l CaCl₂ na pH metru (Zbiral, 2002).

Stanovení vodorozpustné síry v půdě

Stanovení vodorozpustné síry se provádí ve filtrátu vodného výluhu zeminy. Při stanovení je nutné dodržovat předepsaný poměr (zemina : voda 1 : 5). Metoda měření se nazývá ICP-OES a je prováděna na spektrometru (Zbiral, 2002).

Stanovení přístupných živin v půdě dle Mehlicha III.

Vzorek odebrané zeminy je smíchán s extrakčním činidlem které je označováno Mehlich III. Následně je vzorek zfiltrován a jsou prováděna jednotlivá stanovení pro živiny K, Ca, Mg a P. Stanovení draslíku se provádí přímo z výluhu zeminy za pomoci plamenné fotometrie. Obsah vápníku a hořčíku se stanovuje pomocí atomové adsorpční spektrofotometrie. Fosfor se stanovuje pomocí spektrofotometru při vlnové délce 690 nm (Škarpa, 2010).

Stanovení minerálního dusíku v půdě

Minerální dusík v půdě se stanovuje jako součet dusíku amonného a nitrátového. Amonný dusík se stanovuje kolorimetricky za použití Nesslerova činidla. Nitrátový dusík se stanovuje iontově selektivní elektrodou (Škarpa, 2010).

4.4 Použité statistické metody

Olejnatost a výnos byly hodnoceny jednofaktorovou analýzou rozptylu pomocí softwaru STATISTICA 10. Následné testování bylo provedeno podle Tukeye.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

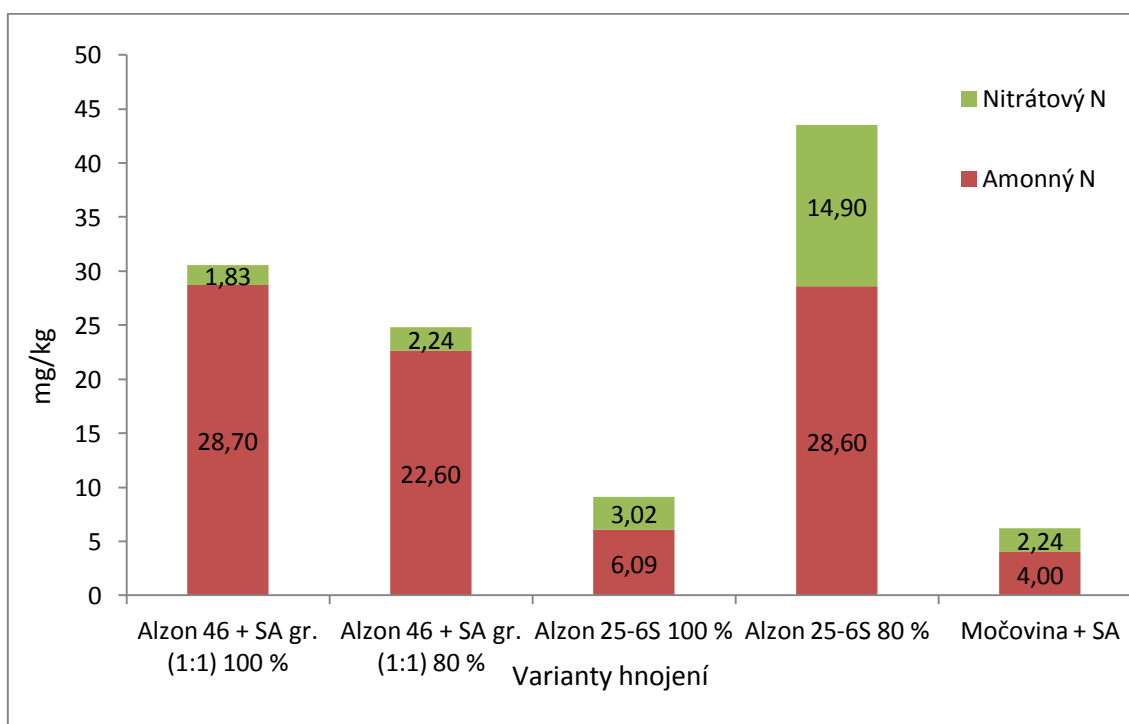
5.1 Lokalita Žabčice

5.1.1 Obsah minerálního dusíku v půdě

Graf č. 8 popisuje obsah minerálního dusíku, který se skládá z obou forem dusíku (amonného + nitrátového). Největší obsah pozvolna působícího amonného dusíku byl zjištěn na parcelách hnojených ALZON 46 + SA gr. (1:1) 100 % a ALZON 25-6S 80%.

Podle grafu č. 8 je zřejmé, že dobře zapůsobil inhibitor nitrifikace, protože převážná část dusíku u jednotlivých variant stabilizovaných močovín se nachází v půdě v amonné formě.

Graf č. 8 Obsah minerálního dusíku 4. 4. 2014 Žabčice

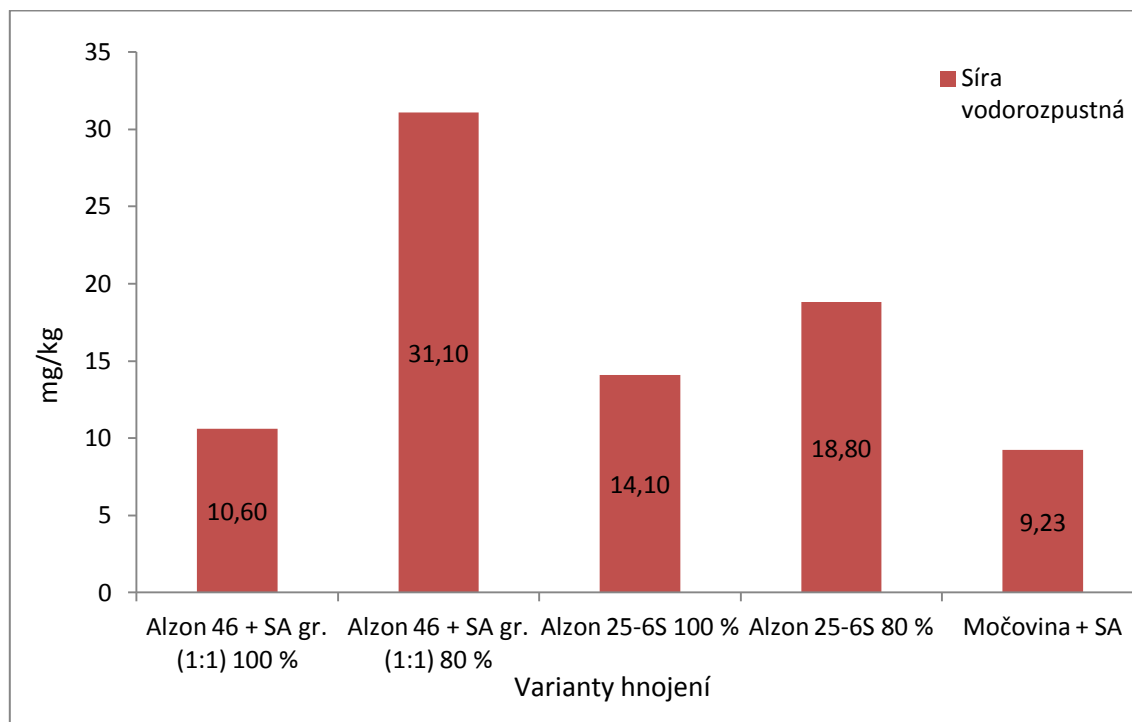


5.1.2 Obsah vodorozpustné síry

Graf č. 9 popisuje obsah vodorozpustné síry v půdě 4. 4. 2014. Dle kritérií je obsah vodorozpustné síry nízký do 20 mg/kg. Nízký obsah vodorozpustné síry mají varianty ALZON 46 + SA gr. (1:1) 100 %, ALZON 25-6S 100 % a 80 % a močovina + SA. Vyhovující obsah vodorozpustné síry je v rozmezí 21 – 30 mg/kg a vysoký obsah

vodorozpustné síry je nad 40 mg/kg. Vyhovujícího obsahu vodorozpustné síry dosáhla varianta ALZON 46 + SA gr. (1:1) 80 % (Richter et Hřivna, 2001).

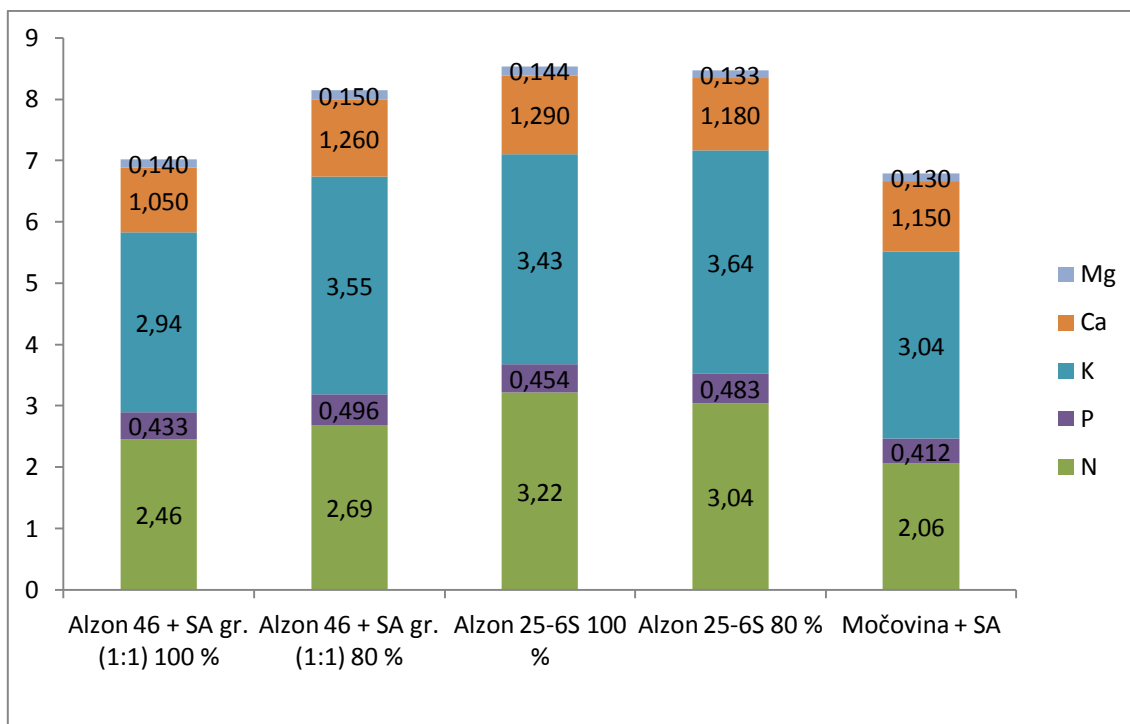
Graf č. 9 Obsah vodorozpustné síry v půdě 4. 4. 2014 Žabčice



5.1.3 Anorganické rozbory rostlin

Z grafu č. 10 vyplývá, že největšího zastoupení jednotlivých makroprvků dosáhla varianta hnojená ALZON 25-6S 100 %, jako druhá nejlepší varianta byla ALZON 25-6S 80 %.

Graf č. 10 Anorganické rozbory rostlin 4. 4. 2014 Žabčice



Tab. č. 5 popisuje optimální koncentraci živin v dané vegetační fázi. Jak je z grafu č. 10 patrné, nižších hodnot ve srovnání s optimálním zastoupením jednotlivých živin bylo dosaženo u N, Ca a Mg.

Tab. č. 5 optimální koncentrace živin

Období fáze růstu	Koncentrace živin v mg na 1 kg				
	N	P	K	Ca	Mg
Regenerace rostlin	4,8	0,48	2,9	1,6	0,18



Obr. č. 13 Odběr rostlin pro anorganické rozборы Žabčice

5.1.4 Výnos řepky ozimé

Na hodnoty výnosu řepky ozimé neměla aplikace jednotlivých hnojiv statisticky průkazný vliv, jak ukazuje tabulka č. 6.

Tab. č. 6 Analýza variance hodnot výnosu semen řepky ozimé

	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Variety hnojení	2,0020	4	0,5005	0,8332	NS
chyba	9,0100	15	0,6007		

Pozn.: s.v. - SČ- součet čtverců, stupně volnosti,, PČ - průměrný čtverec, testové kritérium F, Vliv faktoru p: NS – neprůkazný vliv

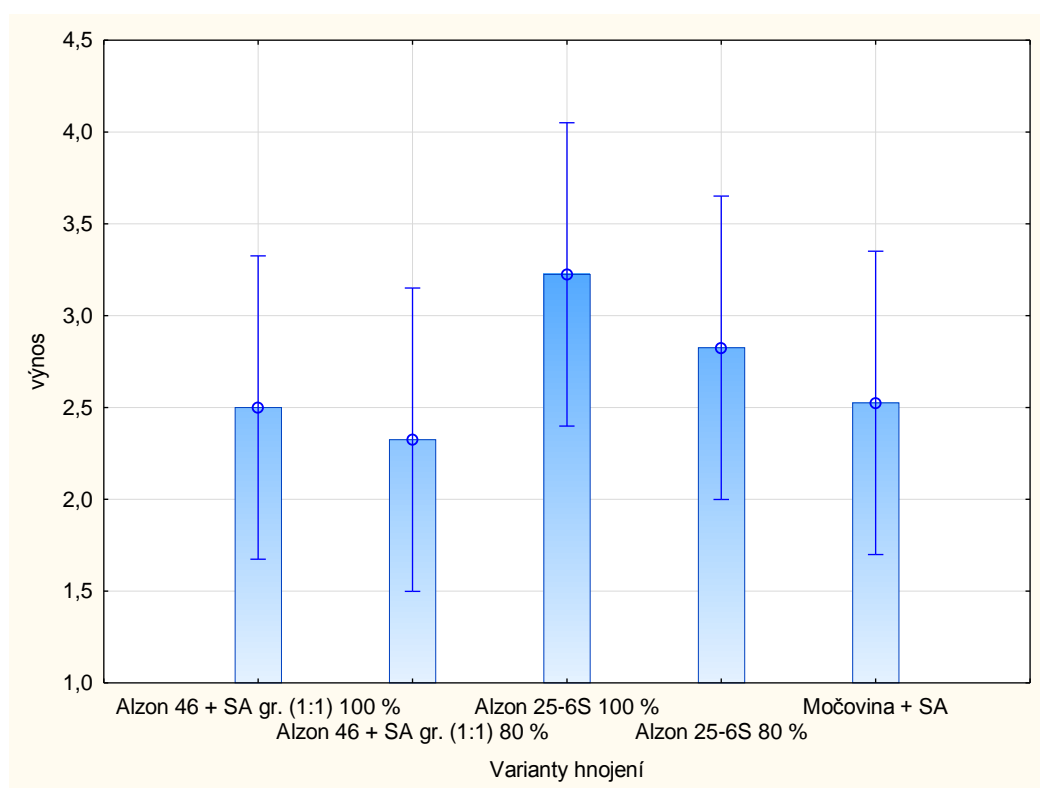
Tab. č. 7 Průměrné hodnoty výnosu semen řepky a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye

Variety hnojení	n	Průměr ± sm. odch.	Stat. Průkaznost	Vyjádření v rel. %
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 100 %	4	2,50 ± 0,64	a	98,81
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 80 %	4	2,33 ± 0,53	a	92,10
Alzon 25-6S 100 %	4	3,23 ± 1,09	a	127,67
Alzon 25-6S 80 %	4	2,83 ± 0,92	a	111,86
Močovina + SA	4	2,53 ± 0,54	a	100,00

Pozn.: n – počet pozorování; směrodatná odchylka; Průměry jednotlivých variant se ($P > 0,95$) neliší, pokud je u nich uvedeno shodné písmenko.

Hodnoty výnosu řepky ozimé se pohybovaly v rozmezí od 1,9 t/ha do 4,8 t/ha. Mezi jednotlivými variantami hnojení nebyl žádný statisticky významný rozdíl. Celorepublikový průměrný výnos řepky olejné ve sklizni v roce 2014 byl 3,95 t/ha (ČSU, 2015). Z tabulky č. 7 je patrné, že průměrného republikového výnosu nedosáhla ani jedna varianta hnojení. Graf č. 11 ukazuje neprůkazné rozdíly mezi variantami hnojení. Statisticky neprůkazně se liší varianta ALZON 25-6S od varianty močovina + SA o 27,67 %.

Graf č. 11 Výnos semen řepky ozimé včetně 95 % intervalů spolehlivosti



5.1.5 Olejnatost řepky ozimé

Variety hnojení nemají statisticky významný vliv na olejnatost řepky ozimé.

Tab. č. 8 Analýza variance hodnot olejnatosti semen řepky ozimé

	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Variety hnojení	2,12	4	0,53	1,35	NS
chyba	5,88	15	0,39		

Pozn.: s.v. - SČ- součet čtverců, stupně volnosti,, PČ - průměrný čtverec, testové kritérium F, Vliv faktoru p: NS – neprůkazný vliv

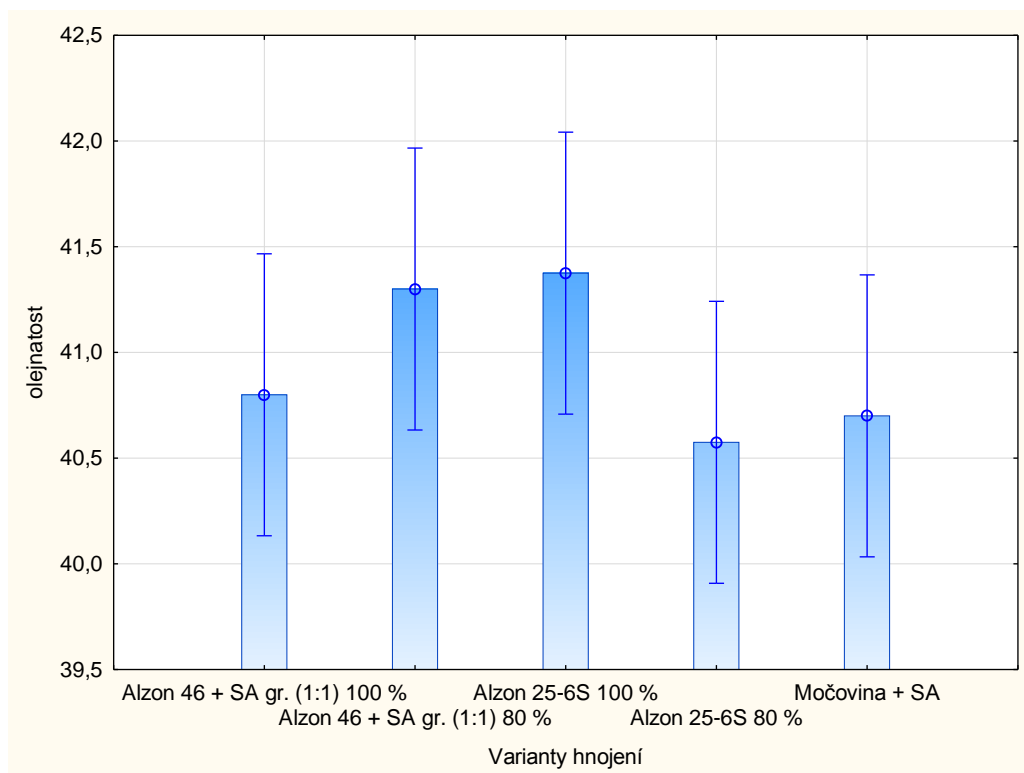
Tab. č. 9 Průměrné hodnoty olejnatosti semen řepky a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye

Varianty hnojení	n	Průměr ± sm. odch.	Stat. Průkaznost	Vyjádření v rel. %
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 100 %	4	40,80 ± 0,29	a	100,25
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 80 %	4	41,30 ± 0,85	a	101,47
Alzon 25-6S 100 %	4	41,38 ± 0,66	a	101,67
Alzon 25-6S 80 %	4	40,58 ± 0,68	a	99,71
Močovina + SA	4	40,70 ± 0,50	a	100,00

Pozn.: n – počet pozorování; směrodatná odchylka; Průměry jednotlivých variant se ($P > 0,95$) neliší, pokud je u nich uvedeno shodné písmenko.

Olejnatost řepky ozimé se pohybovala od 39,8 % do 42,3 %. Při výkupu řepky ozimé jsou přísně sledovány kvalitativní parametry řídicí se normou ČSN 462300-2. Podle této normy musí mít semeno řepky minimálně 42 % olejnatou, vlhkost maximálně 8 %, obsah kyseliny erukové 2 %. Požadované olejnatosti nedosáhla ani jedna z variant hnojení. Statisticky neprůkazné rozdíly znázorňuje graf č. 12.

Graf č. 12 Olejnatost semen řepky ozimé včetně 95 % intervalů spolehlivosti



5.1.6 Ekonomická efektivnost použitých hnojiv

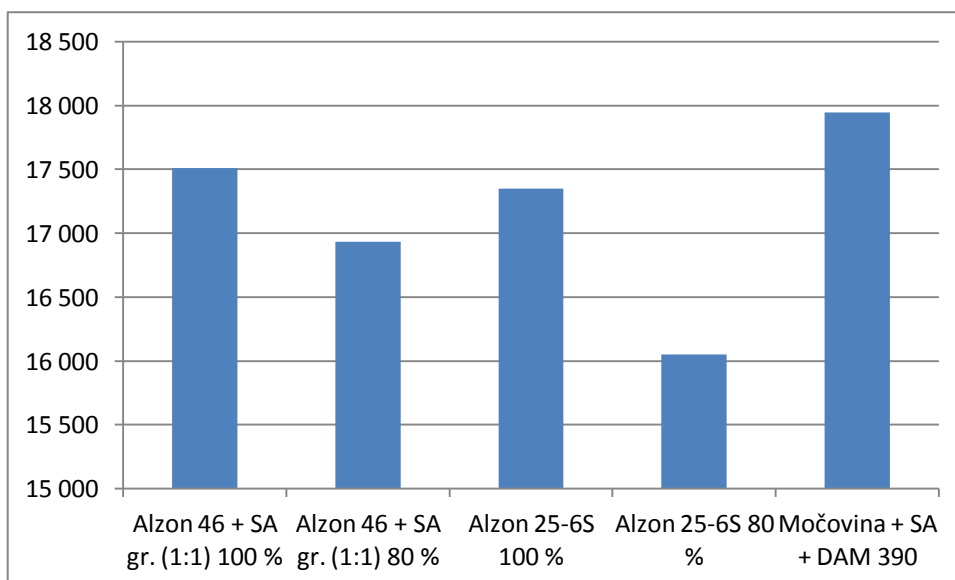
Koeficient ekonomické efektivnosti popisuje, kolik Kč zisku z hnojení přinesou jednotlivé varianty. Zisk z 1 ha znázorňuje tab. č. 10.

Tab. č. 10 Ekonomická efektivnost použitých hnojiv

Varianty hnojení	Cena hnojiva	Cena aplikace	Celkem	Průměrný výnos	Tržby z 1 ha při ceně 9000 Kč/t	Zisk z 1 ha z hnojení
	Kč/ha	Kč/ha	Kč/ha	t/ha	Kč/t	
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 100 %	4 770	220	4 990	2,50	22 500	17 510
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 80 %	3 816	220	4 036	2,33	20 970	16 934
Alzon 25-6S 100 %	11 500	220	11 720	3,23	29 070	17 350
Alzon 25-6S 80 %	9 200	220	9 420	2,83	25 470	16 050
Močovina + SA + (DAM 390)	4 163	660	4 823	2,53	22 770	17 947

Podle výsledků z grafu č. 13 můžeme usoudit, že nejvyššího zisku bylo dosaženo u varianty močovina + SA a to 17 947 Kč. Nejnižšího zisku dosáhla varianta ALZON 25-6S 80 % z důvodu vysoké ceny za hnojivo.

Graf č. 13 Zisk z 1 ha hnojení

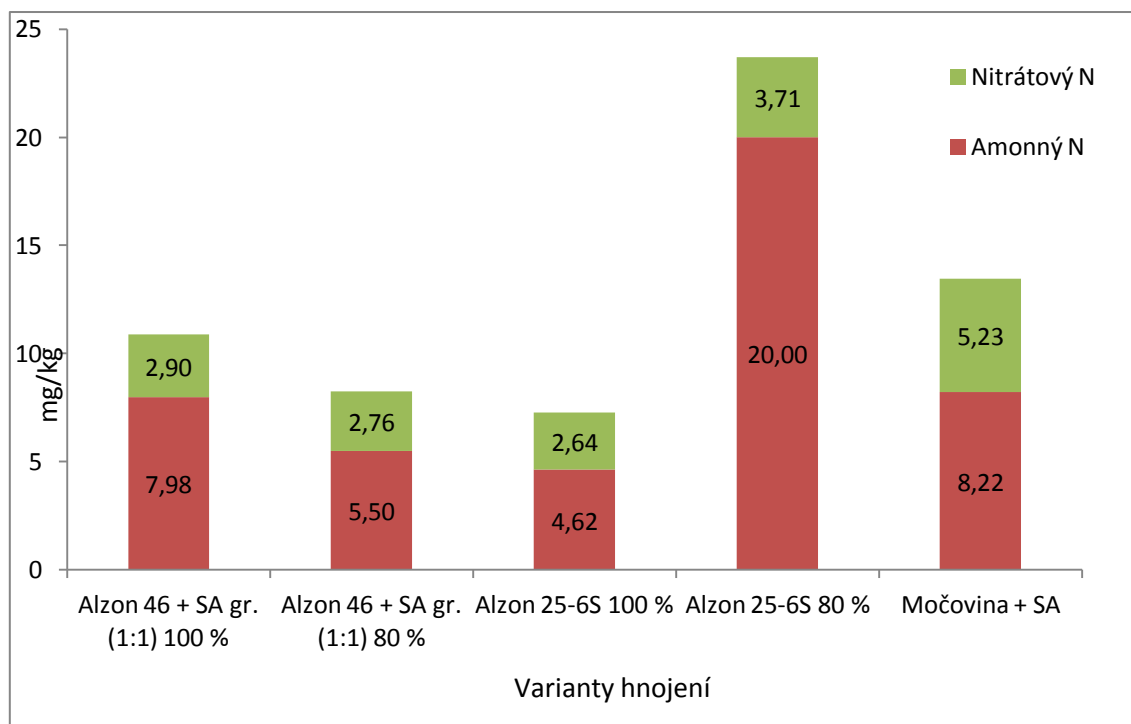


5.2 Lokalita Vatín

5.2.1 Obsah minerálního dusíku v půdě

Graf č. 14 popisuje obsah minerálního dusíku v půdě na lokalitě Vatín. Z grafu je patrné, že největší obsah pozvolna působícího amonného dusíku měla parcela hnojená ALZON 25-6S 80 %.

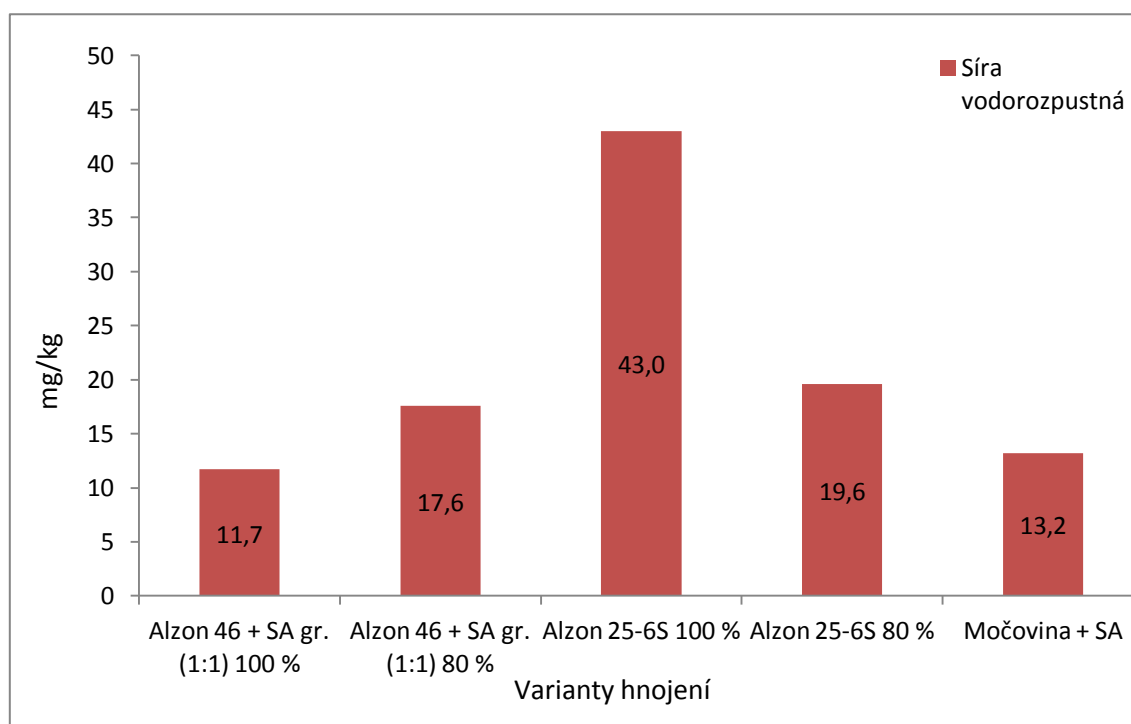
Graf č. 14 Obsah minerálního dusíku 28. 5. 2014 Vatín



5.2.2 Obsah vodorozpustné síry

Graf č. 15 popisuje obsah vodorozpustné síry v půdě 18. 5. 2014. Dle kritérií je obsah vodorozpustné síry nízký do 20 mg/kg. Nízký obsah vodorozpustné síry mají varianty ALZON 46 + SA gr. (1:1) 100 % a 80 %, ALZON 25-6S 80 % a močovina + SA. Vyhovující obsah vodorozpustné síry je v rozmezí 21 – 30 mg/kg a vysoký obsah vodorozpustné síry je nad 40 mg/kg. Vysokého obsahu vodorozpustné síry dosáhla varianta ALZON 25-6S 100 % (Richter et Hřivna, 2001).

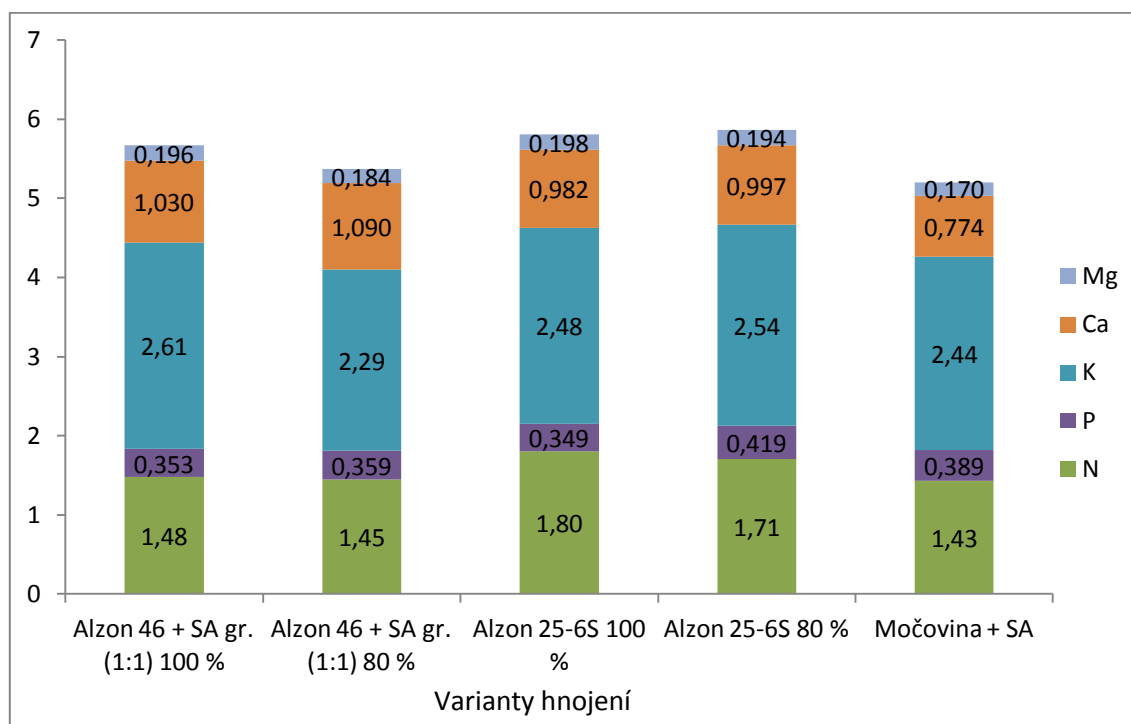
Graf č. 15 Obsah vodorozpustné síry v půdě 18. 5. 2014 Vatín



5.2.3 Anorganické rozbory rostlin

Z grafu č. 16 vyplývá, že největšího zastoupení jednotlivých makroprvků dosáhla varianta hnojená ALZON 25-6S 100 %, jako druhá nejlepší varianta byla ALZON 25-6S 80 %.

Graf č. 16 Anorganické rozborby rostlin 28. 4. 2014 Vatín



Tab. č. 11 popisuje optimální koncentraci živin v dané vegetační fázi. Jak je z grafu č. 16 patrné, nižších hodnot ve srovnání s optimálním zastoupením jednotlivých živin bylo dosaženo u N, P, K, Ca. Pouze Mg byl u všech variant ve vyšším zastoupení.

Tab. č. 11 Optimální koncentrace živin

Období fáze růstu	Koncentrace živin v mg na 1 kg				
	N	P	K	Ca	Mg
Kvetení	4,2	0,46	3	1,6	0,15

5.2.4 Výnos řepky ozimé

Na hodnoty výnosu řepky ozimé neměla aplikace jednotlivých variant statisticky průkazný vliv, jak ukazuje tabulka č. 12.

Tab. č. 12 Analýza variance hodnot výnosu semen řepky ozimé

	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Varianty hnojení	2,1070	4	0,5268	1,2837	NS
chyba	6,1550	15	0,4103		

Pozn.: s.v. - SČ- součet čtverců, stupně volnosti, PČ - průměrný čtverec, testové kritérium F, Vliv faktoru p: NS – neprůkazný vliv

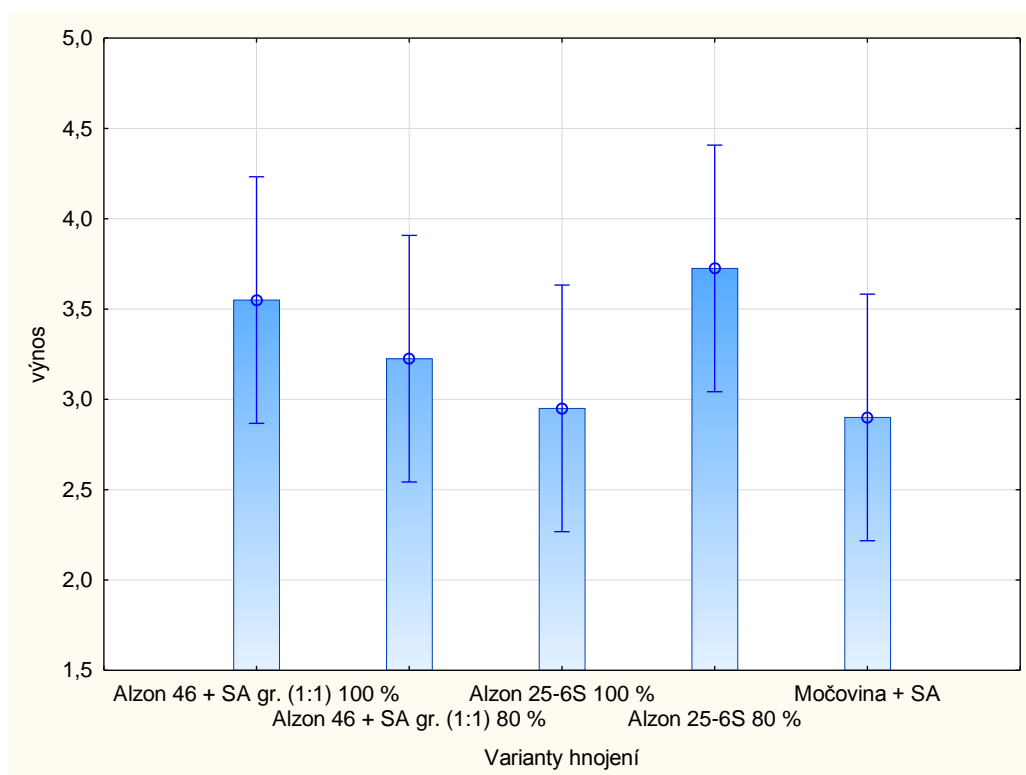
Tab. č. 13 Průměrné hodnoty výnosu semen řepky a průkaznost jejich rozdílu podle Tukeye

Varianty hnojení	n	Průměr ± sm. odch.	Stat. Průkaznost	Vyjádření v rel. %
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 100 %	4	3,55 ± 0,34	a	122,41
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 80 %	4	3,23 ± 0,38	a	111,78
Alzon 25-6S 100 %	4	2,95 ± 0,99	a	101,72
Alzon 25-6S 80 %	4	3,73 ± 0,79	a	128,62
Močovina + SA	4	2,90 ± 0,42	a	100,00

Pozn.: n – počet pozorování; směrodatná odchylka; Průměry jednotlivých variant se ($P > 0,95$) neliší, pokud je u nich uvedeno shodné písmenko.

Hodnoty výnosu řepky ozimé se pohybovaly v rozmezí od 1,9 t/ha do 4,4 t/ha. Mezi jednotlivými variantami hnojení nebyl žádný statisticky významný rozdíl. Celorepublikový průměrný výnos řepky olejné ve sklizni v roce 2014 byl 3,95 t/ha (CSU, 2015). Z tabulky č. 13 je patrné, že průměrného republikového výnosu nedosáhla ani jedna varianta hnojení. Graf č. 17 ukazuje neprůkazné rozdíly mezi variantami hnojení. Statisticky neprůkazně se liší varianta ALZON 46 + SA gr. (1:1) od varianty močovina + SA o 22,41 %.

Graf č. 17 Výnos semen řepky ozimé včetně 95 % intervalů spolehlivosti



5.2.5 Olejnatost řepky ozimé

Varianta hnojení nemá statisticky významný vliv na olejnatost řepky ozimé.

Tab. č. 14 Analýza variance hodnot olejnatosti semen řepky ozimé

	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Varianta hnojení	4,22	4	1,06	0,53	NS
chyba	30,03	15	2,00		

Pozn.: s.v. - SČ- součet čtverců, stupně volnosti, PČ - průměrný čtverec, testové kritérium F, Vliv faktoru p: NS – neprůkazný vliv

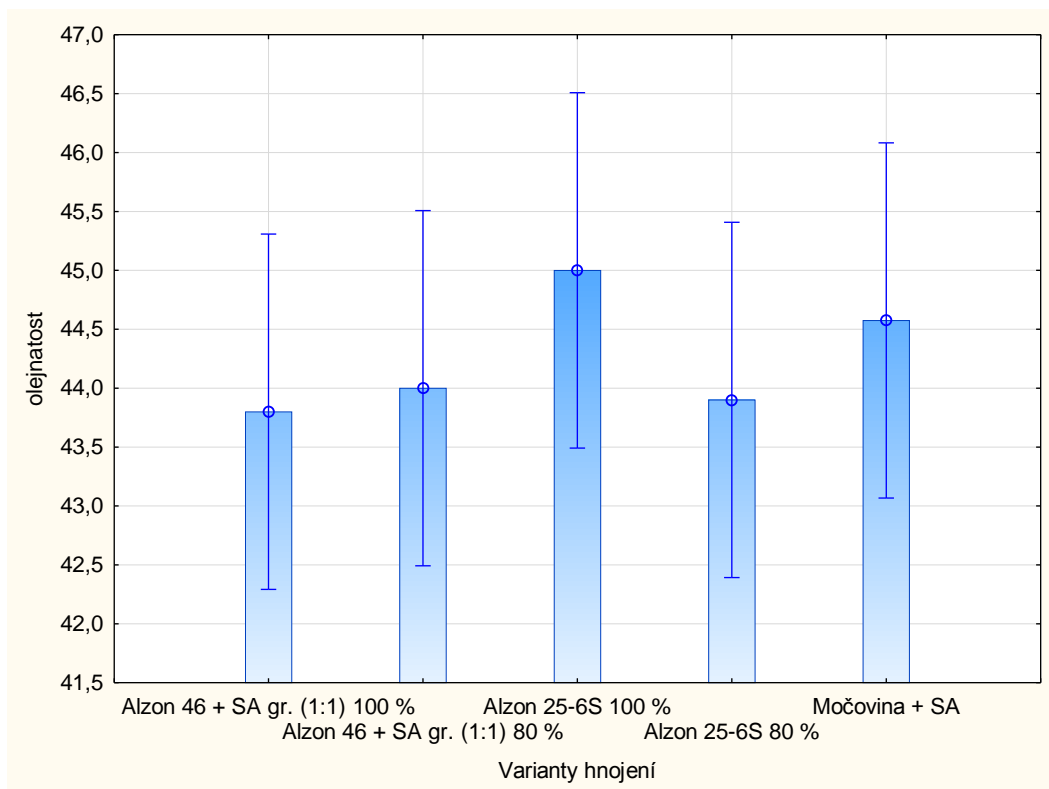
Tab. č. 15 Průměrné hodnoty olejnatosti semen řepky a průkaznost jejich rozdílu podle Tukeye

Varianty hnojení	n	Průměr ± sm. odch.	Stat. Průkaznost	Vyjádření v rel. %
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 100 %	4	43,80 ± 0,89	a	98,25
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 80 %	4	44,00 ± 1,45	a	98,70
Alzon 25-6S 100 %	4	45,00 ± 1,55	a	100,94
Alzon 25-6S 80 %	4	43,90 ± 1,81	a	98,48
Močovina + SA	4	44,58 ± 1,19	a	100,00

Pozn.: n – počet pozorování; směrodatná odchylka; Průměry jednotlivých variant se ($P > 0,95$) neliší, pokud je u nich uvedeno shodné písmenko.

Olejnatost řepky ozimé se pohybovala od 42,1 % do 46,9 %. Při výkupu řepky ozimé jsou přísně sledovány kvalitativní parametry řídicí se normou ČSN 462300-2. Podle této normy musí mít semeno řepky minimálně 42 % olejnatou, vlhkost maximálně 8 %, obsah kyseliny erukové 2 %. Požadované olejnatosti dosáhly všechny varianty hnojení. Statisticky neprůkazné rozdíly znázorňuje graf č. 18.

Graf č. 18 Olejnatost semen řepky ozimé včetně 95 % intervalů spolehlivosti



5.2.6 Ekonomická efektivnost použitých hnojiv

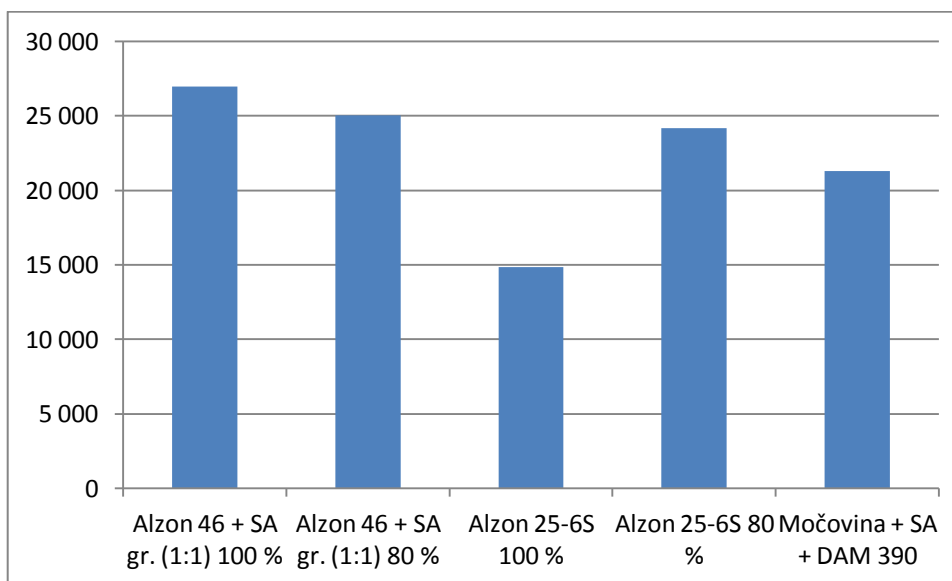
Koeficient ekonomické efektivnosti popisuje kolik Kč zisku z hnojení přinesou jednotlivé varianty. Zisk z 1 ha znázorňuje tab. č. 16.

Tab. č. 16 Ekonomická efektivnost použitých hnojiv

Varianty hnojení	Cena hnojiva	Cena aplikace	Celkem	Průměrný výnos	Tržby z 1 ha	Zisk z 1 ha z hnojení
	Kč/ha	Kč/ha	Kč/ha	t/ha	při ceně 9000 Kč/t	
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 100 %	4 770	220	4 990	3,55	31 950	26 960
Alzon 46 + SA gr. (1:1) 80 %	3 816	220	4 036	3,23	29 070	25 034
Alzon 25-6S 100 %	11 500	220	11 720	2,95	26 550	14 830
Alzon 25-6S 80 %	9 200	220	9 420	3,73	33 570	24 150
Močovina + SA + DAM 390	4 163	660	4 823	2,90	26 100	21 277

Podle výsledků z grafu č. 19 můžeme usoudit, že nejvyššího zisku bylo dosaženo u varianty ALZON 46 + SA gr. (1:1) 100 % a to 26 960 Kč. Nejnižšího zisku dosáhla varianta ALZON 25-6S 100 % z důvodu vysoké ceny hnojiva. Varianta ALZON 25-6S v 80 % dávce dosáhla vyššího výnosu i zisku než varianta ve 100 % dávce.

Graf č. 19 Zisk z 1 ha hnojení



6 ZÁVĚR

Na základě výsledků na lokalitě Žabčice a Vatín je možné vyvodit následující závěry:

Lokalita Žabčice

- Na lokalitě Žabčice byl obsah N_{\min} (4. 4. 2014) nejvyšší na variantě hnojené ALZON 46 + SA (1:1) 100 %. Po aplikaci tohoto hnojiva zůstalo v půdě nejvíce povolna působícího amonného dusíku. Lze tedy konstatovat, že inhibitor zabránil přeměně amonného dusíku na nitrátový dusík.
- Nejvyšší obsah S_{vod} v půdě (4.4.2014) byl na variantě hnojené ALZON 46 + SA (1:1) 80 %.
- Největšího zastoupení jednotlivých makroprvků dle anorganického rozboru rostlin dosáhla varianta hnojená ALZON 25-6S 100 % a 80 %.
- Na výnos a olejnatost semen neměly jednotlivé varianty hnojení statisticky průkazný vliv. Nejlepší olejnatosti a výnosu dosáhla varianta ALZON 25-6S 100 %.
- Při zhodnocení jednotlivých variant hnojení pomocí koeficientu ekonomické efektivity byla zjištěna největší ekonomická efektivnost u varianty močovina + SA. Tato varianta vytvoří na 1 ha hnojení zisk 17 947 Kč.

Lokalita Vatín

- Na lokalitě Vatín byl obsah N_{\min} (28. 5. 2014) nejvyšší na variantě hnojené ALZON 25-6S 80 %. Po aplikaci tohoto hnojiva zůstalo v půdě nejvíce povolna působícího amonného dusíku. Lze tedy konstatovat, že inhibitor zabránil přeměně amonného dusíku na nitrátový dusík.
- Nejvyšší obsah S_{vod} v půdě (18.5.2014) byl na variantě hnojené ALZON 25-6S 100 %.
- Největšího zastoupení jednotlivých makroprvků dle anorganického rozboru rostlin dosáhla varianta hnojená ALZON 25-6S 100 % a 80 %.
- Na výnos a olejnatost semen neměly jednotlivé varianty hnojení statisticky průkazný vliv. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta ALZON 25-6S 80 % a nejvyšší olejnatosti dosáhla varianta ALZON 25-6S 100 %.

- Při zhodnocení jednotlivých variant hnojení pomocí koeficientu ekonomické efektivity byla zjištěna největší ekonomická efektivity u varianty ALZON 46 + SA gr. (1:1) 100 %. Tato varianta vytvoří na 1 ha hnojení zisk 26 960 Kč
- K závěru chci jen dodat to, že zemědělská veřejnost není seznámena s výhodami a možnostmi využití stabilizovaných hnojiv a to jak z důvodu nízké propagace stabilizovaných hnojiv, tak i z důvodu vyšších cen za tato hnojiva. S použitím stabilizovaných hnojiv bychom si ušetřili náklady spojené s přejezdy po pozemcích, zjednodušili organizaci práce a snížili rizika kontaminaci vod nitráty.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

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

ALPMANN, L. et al., 2009: *Řepka – plodina s budoucností*. BASF, Praha, 180 s.

Baranyk, P. et Fábry, A. 2007: *Řepka: pěstování, využití, ekonomika*. 1. vyd. Praha. Profi Press, 208 s.

Binder, M. 2014 – osobní sdělení

Bouma, D. 2007: *Úroda – Jak uplatnit inhibitory nitrifikace* [online], [citováno dne 15. 2. 2015]. Dostupné z: http://www.uroda.cz/@AGRO/informacni-servis/Jak-uplatnit-inhibitory-nitrifikace__s457x27260.html

Černý, J., Peklová, L., Shejbalová, Š., Peklová, Z., 2013: *Základní hnojení ozimé řepky*. Květy olejnin, Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha, 8, 3-4 s.

Český statistický úřad: *Zemědělství* [online], [citováno dne 6. 3. 2015]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20543415/2701431403.pdf/ffd5e8c9-54cd-492f-b084-55962a7f1668?version=1.0>

Český statistický úřad: *Zemědělství* [online], , [citováno dne 6. 3. 2015]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/documents/10180/20543367/2701411523.pdf/f41a0ccd-4d99-4c92-b0a3-](https://www.czso.cz/documents/10180/20543367/2701411523.pdf/f41a0ccd-4d99-4c92-b0a3-343e4a87d267?redirect=https%3A%2F%2Fwww.czso.cz%2Fcsu%2Fczo%2Fsoupis-ploch-osevu-2014-aktclm38mi%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3Dv%25C3%25BDnos%2B%25C5%2599epky%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_redirect%3D%252Fweb%252Fczso%252Fkatalog-produktu-vydavame%253Fp_p_id%253D3%2526p_p_lifecycle%253D0%2526p_p_state%253Dmaximized%2526p_p_mode%253Dview%2526_3_struts_action%253D%25252Fsearch%25252Fsearch%2526_3_redirect%253D%25252Fportal%25252Flayout%25253Fp_1_id%25253D20137706%252526p_v_1_s_g_id%25253D0%2526_3_keyword%253Dv%2525C3%2525BDnosy%252Bplodin%2526_3_groupId%253D0%2526x%253D0%2526y%253D0%26_3_y%3D0%26_3_x%3D0)

343e4a87d267?redirect=https%3A%2F%2Fwww.czso.cz%2Fcsu%2Fczo%2Fsoupis-ploch-osevu-2014-aktclm38mi%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3Dv%25C3%25BDnos%2B%25C5%2599epky%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_redirect%3D%252Fweb%252Fczso%252Fkatalog-produktu-vydavame%253Fp_p_id%253D3%2526p_p_lifecycle%253D0%2526p_p_state%253Dmaximized%2526p_p_mode%253Dview%2526_3_struts_action%253D%25252Fsearch%25252Fsearch%2526_3_redirect%253D%25252Fportal%25252Flayout%25253Fp_1_id%25253D20137706%252526p_v_1_s_g_id%25253D0%2526_3_keyword%253Dv%2525C3%2525BDnosy%252Bplodin%2526_3_groupId%253D0%2526x%253D0%2526y%253D0%26_3_y%3D0%26_3_x%3D0

- Fecenko, J. et Ložek, O. 2000: *Výživa a hnojení poľných plodín*. SPU, Nitra, 452 s.
- Hlušek, J. 2004: *Minerální hnojiva, Multimediální učební texty z výživy a hnojení poľných plodín* [online], , [citováno dne 16. 2. 2015]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/a_index_hnojiva.htm
- Hlušek, J. 2004: *Minerální hnojiva, Multimediální učební texty z výživy a hnojení poľných plodín* [online], [citováno dne 16. 2. 2015]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/olejniny/a_index_olejnin y.htm
- Lošáková, J., 2008: *Možnosti používání (dusíkatých) minerálních hnojiv v koncepci udržitelného rozvoje*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Odbor hnojiv a půdy, Brno, 45 s.
- Neudert, L. 2013 – osobní sdělení
- Novotný, F. 2006: *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd II. (Jednoleté pracovní postupy)*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, 206 s.
- Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J., 1998: *Fyziologie rostlin*. Academia, Praha, 484 s.
- Richter, R. et Hřivna, L. 2001: *Výživa a hnojení řepky ozimé*. MZLU v Brně, Brno, 41 s
- Richter, R. 2005: *Symptomy nedostatku a nadbytku síry, Multimediální učební texty z výživy a hnojení poľných plodín* [online], [citováno dne 21. 2. 2015]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/olejniny/a_index_olejnin y.htm
- Richter, R., 2007a: *Živný režim půdy*. In: Ryant, P. et al., Multimediální texty výživy rostlin, [on-line], [citováno dne 21. 3. 2014]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/a_index_agrochem.htm
- Richter, R. 2007: *Agrochemické vlastnosti půdy, Multimediální učební texty z výživy a hnojení poľných plodín* [online], [citováno dne 16. 2. 2015]. Dostupné z:

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

Richter, R., Hřivna, L., Cerkal, R., 2005: *Symptomy nedostatku a nadbytku dusíku, Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin* [online], [citováno dne 20. 2. 2015]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/olejniny/a_index_olejniny.htm

Růžek, P. et Pišánová, J. 2007: Možnosti usměrnění přeměn dusíku v půdě s využitím inhibitorů ureázy a nitrifikace, Sborník z konference: Racionální používání hnojiv, ČZU Praha, 56 s.

Šetlík, I. et al., 2004: *Fyziologie rostlin*. [on-line], [citováno dne 15. 2. 2015]. Dostupné z: <http://web.natur.cuni.cz/biochem/kucera/rostliny/is/fyzros.html>

Škarpa, P. 2010: *Stanovení amonného dusíku Nesslerovým činidlem, Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin* [online], [citováno dne 2. 3. 2015]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/index.php?N=1&I=3&J=11&K=3

Škarpa, P. 2010: *Stanovení přístupných živin v půdě, Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin* [online], [citováno dne 5. 3. 2015]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/index.php?N=1&I=3&J=9&K=0

Tlustoš, P. et al., 2007: *Vývoj nových dusíkatých hnojiv a jejich uplatnění*. Sborník z konference: Racionální používání hnojiv, ČZU Praha, 15-20 s.

Vaněk, V. et al., 2002: *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. Profi press, Praha. 132 s.

Vaněk, V. et al., 2007: *Výživa polních a zahradních plodin*. Profi Press, Praha, 176 s.

Zbíral, J. et al., 2004: *Analýza půd III – Jednotné pracovní postupy*. ÚKZÚZ Brno, 199 s.

Zbíral, J., 2002: *Analýza půd I – Jednotné pracovní postupy*. ÚKZÚZ Brno, 197 s.

8 SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 Agrochemické vlastnosti půdy před založením pokusu.....	34
Tab. č. 2 Ošetření porostů v průběhu vegetace lokalita Žabčice	37
Tab. č. 3 Ošetření v průběhu vegetace lokalita Vatín	37
Tab. č. 4 Varianty, použitá hnojiva a jednotlivé dávky dusíku.....	39
Tab. č. 5 optimální koncentrace živin	45
Tab. č. 6 Analýza variance hodnot výnosu semen řepky ozimé	46
Tab. č. 7 Průměrné hodnoty výnosu semen řepky a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye	46
Tab. č. 8 Analýza variance hodnot olejnatosti semen řepky ozimé	47
Tab. č. 9 Průměrné hodnoty olejnatosti semen řepky a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye	48
Tab. č. 10 Ekonomická efektivnost použitých hnojiv	49
Tab. č. 11 Optimální koncentrace živin.....	52
Tab. č. 12 Analýza variance hodnot výnosu semen řepky ozimé	53
Tab. č. 13 Průměrné hodnoty výnosu semen řepky a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye	53
Tab. č. 14 Analýza variance hodnot olejnatosti semen řepky ozimé	54
Tab. č. 15 Průměrné hodnoty olejnatosti semen řepky a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye	55
Tab. č. 16 Ekonomická efektivnost použitých hnojiv	56

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1	Formy dusíku v půdě	11
Obr. č. 2	Projev nedostatku dusíku na porostu řepky ozimé (Richter et al., 2001)	13
Obr. č. 3	Deficience síry na rostlinách řepky ozimé (Richter et al., 2005)	16
Obr. č. 4	Deficience síry - detail květu.....	16
Obr. č. 5	Růstové fáze řepky ozimé	25
Obr. č. 6	Půdní profil ve Vatíně	31
Obr. č. 7	Regenerační hnojení na lokalitě Žabčice	35
Obr. č. 8	Regenerační hnojení Žabčice	35
Obr. č. 9	Regenerační hnojení na lokalitě Vatín	36
Obr. č. 10	Regenerační hnojení na lokalitě Vatín	36
Obr. č. 11	Porost řepky ozimé v období dokvétání na lokalitě Žabčice.....	38
Obr. č. 12	Porost řepky ozimé po odkvětu na lokalitě Vatín.....	38
Obr. č. 13	Odběr rostlin pro anorganické rozborů Žabčice	46

10 SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 Příjem dusíku a síry v průběhu vegetačního období (Alpmann et al., 2009)...	24
Graf č. 2 Klimadiagram normálu 1961 - 1990 Žabčice.....	29
Graf č. 3 Klimadiagram 2013 Žabčice	30
Graf č. 4 Klimadiagram 2014 Žabčice	30
Graf č. 5 Klimadiagram normálu za období 1951 - 2000 Vatín.....	32
Graf č. 6 Klimadiagram 2013 Vatín.....	32
Graf č. 7 Klimadiagram 2014 Vatín.....	33
Graf č. 8 Obsah minerálního dusíku 4. 4. 2014 Žabčice	43
Graf č. 9 Obsah vodorozpustné síry v půdě 4. 4. 2014 Žabčice	44
Graf č. 10 Anorganické rozborů rostlin 4. 4. 2014 Žabčice	45
Graf č. 11 Výnos semen řepky ozimé včetně 95 % intervalů spolehlivosti	47
Graf č. 12 Olejnatost semen řepky ozimé včetně 95 % intervalů spolehlivosti	48
Graf č. 13 Zisk z 1 ha hnojení.....	49
Graf č. 14 Obsah minerálního dusíku 28. 5. 2014 Vatín.....	50
Graf č. 15 Obsah vodorozpustné síry v půdě 18. 5. 2014 Vatín.....	51
Graf č. 16 Anorganické rozborů rostlin 28. 4. 2014 Vatín.....	52
Graf č. 17 Výnos semen řepky ozimé včetně 95 % intervalů spolehlivosti	54
Graf č. 18 Olejnatost semen řepky ozimé včetně 95 % intervalů spolehlivosti	55
Graf č. 19 Zisk z 1 ha hnojení.....	56