

Mendelova univerzita v Brně

Agonomická fakulta

Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin



**Ovlivnění výnosu a olejnatosti semene řepky ozimé použitím
stabilizovaných močovín**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Tomáš Tuček

Brno 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Tomáš Tuček**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Zemědělské inženýrství
Název tématu: **Ovlivnění výnosu a olejnatosti semene řepky ozimé použitím stabilizovaných močovín**
Rozsah práce: cca 50 – 60 stran

Zásady pro vypracování:

1. Téma navazuje na bakalářskou práci "Stabilizované močoviny ve výživě řepky ozimé".
2. Studium literárních pramenů týkajících se řešené problematiky.
3. Zpracování literární rešerše se zaměřením na výživu řepky ozimé dusíkem a na stabilizovaná hnojiva.
4. Založení a vedení maloparcelkového polního pokusu s aplikací močoviny a močovín s inhibitory ureázy a nitrifikace.
5. Posouzení vlivu sledovaných hnojiv na výnos semen a jejich olejnatost.
6. Statistické zhodnocení dosažených 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. *Olejníky*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2010. 206 s. ISBN 978-80-86726-38-0.
3. FECENKO, J. – LOŽEK, O. *Výživa a hnojení polních plodin*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2000. 442 s. ISBN 80-7137-777-5.
4. KNOP, K. *Charakteristika a vlastnosti pomalu působících dusíkatých hnojiv*. Praha: ÚVTI, 1975. 128 s.
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. RYANT, P. a kol. Multimediální učební texty z výživy rostlin. [online]. 2003. URL: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin.
8. Marschner, H.: *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, 1993, 889 s.

Datum zadání diplomové práce: říjen 2014

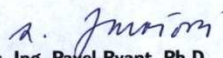
Termín odevzdání diplomové práce: duben 2016


Bc. Tomáš Tuček
Autor práce




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


Ing. Petr Škarpa, Ph.D.
Vedoucí ústavu


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

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „**Ovlivnění výnosu a olejnatosti semene řepky ozimé použitím stabilizovaných močovín**“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu doc. Ing. Pavlu Ryantovi Ph.D. a Ing. Haně Syrové za odborné vedení, konzultace a připomínky při zpracování diplomové práce.

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnocení vlivu aplikace stabilizovaných dusíkatých hnojiv v regeneračním hnojení řepky ozimé na výnos a olejnatost semen a ekonomické zhodnocení v letech 2013 až 2015. Pokus byl založen formou maloparcelkového polního pokusu v Žabčicích u Brna. Do pokusu byly vybrány tyto varianty hnojení: 1. Nehnojeno, 2. Močovina – dělená aplikace, 3. Močovina – jednorázová aplikace, 4. UREA Stabil (močovina + inhibitor ureázy), 5. ALZON 46 (močovina + inhibitor nitrifikace). Na variantě č. 2 byla močovina aplikována na jaře v regeneračním a ve dvou produkčních hnojeních v celkové dávce dusíku $194 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. U ostatních variant byla aplikována hnojiva na jaře v regeneračním hnojení v plné dávce $194 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ dusíku.

Pro lepší vyhodnocení vlivu aplikovaných hnojiv byly odebrány půdní vzorky, u kterých se stanovily obsahy jednotlivých forem minerálního dusíku. Varianty hnojení neměly na výnos semene ve sledovaných letech průkazný vliv. U všech hnojených variant se zvýšil výnos oproti nehnojené kontrole. Nejlepších výsledků bylo dosaženo u dělené aplikace močoviny. Ze stabilizovaných hnojiv dosáhla vyššího výnosu i olejnatosti semen varianta hnojení ALZON 46. Olejnatost semen se v roce 2014 a 2015 u všech hnojených variant velmi vysoce průkazně snižovala oproti nehnojené variantě.

Klíčová slova: dusík, řepka ozimá, močovina, stabilizovaná hnojiva

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effectiveness of stabilized nitrogen fertilizers in the recovery fertilization of winter oilseed rape on the yield and oil content, along with the economic evaluation in 2013-2015. The experiment was established in the year 2013 in the form of small-plot experiment in Žabčice by Brno. The following variants of fertilization were chosen for the experiment: 1. Unfertilized, 2. Split urea, 3. One-phase urea, 4. UREAstabil (urea + urease inhibitor), 5. ALZON 46 (urea + nitrification inhibitor). The variant with Split urea was applied in the spring in the regeneration and in two production fertilization at full dose of 194 kg ha⁻¹ of nitrogen.

We have taken ground samples for a better evaluation of influence of applied fertilizers. These variations of fertilization had no significant effect on seed yield or oiliness. There were increase of yield with fertilized variants in compare with non-fertilized, the best was the split urea fertilization. There was a higher yield and oiliness for ALZON 46 for stabilized fertilizers. However, the oiliness was rapidly going down for all fertilized variants in 2014 and 2015.

Keywords: nitrogen, winter rape, urea, stabilized fertilizers

OBSAH

OBSAH.....	8
1 ÚVOD.....	11
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
2.1 Dusík	12
2.1.1 Organický dusík.....	12
2.1.1.1 Minerální dusík	13
2.1.2 Přeměny dusíku v půdě	14
2.1.2.1 Mineralizace.....	14
2.1.2.2 Ztráty dusíku v půdě	15
2.1.3 Dusík v rostlině.....	16
2.1.3.1 Příjem dusíku	16
2.1.3.2 Deficience dusíku	17
2.2 Minerální dusíkatá hnojiva.....	17
2.2.1 Výroba dusíkatých hnojiv.....	17
2.2.2 Hnojiva s dusíkem nitratovým.....	18
2.2.3 Hnojiva s dusíkem amonným a amoniakálním.....	18
2.2.4 Hnojiva s dusíkem amidovým	18
2.2.5 Hnojiva s dusíkem ve dvou i více formách	19
2.2.6 Hnojiva pomalu působící.....	19

2.2.6.1	Stabilizovaná hnojiva.....	20
2.3	Řepka ozimá.....	21
2.3.1	Ovlivnění výnosu.....	22
2.3.2	Ovlivnění olejnatosti	22
2.4	Hnojení řepky ozimé	22
2.4.1	Organické hnojení.....	22
2.4.2	Hnojení minerálními hnojivy	23
2.4.2.1	Hnojení před setím.....	23
2.4.2.2	Podzimní hnojení	23
2.4.2.3	Jarní hnojení.....	24
2.4.2.4	Produkční hnojení	24
3	CÍL PRÁCE.....	25
4	METODIKA POKUSU.....	26
4.1	Charakteristika polní pokusné stanice Žabčice	26
4.2	Metodika a vedení pokusu	29
4.2.1	Použitá hnojiva	32
4.2.2	Použitá odrůda	32
4.2.3	Použité analytické metody.....	32
4.2.3.1	Analýza půdního vzorku	32
	Stanovení minerálního dusíku v půdě	32
4.2.3.2	Analýza semene řepky	33

4.2.4	Použité statistické metody	33
5	VÝSLEDKY	34
5.1	Obsah minerálního dusíku v půdě	34
5.2	Výnos semene řepky ozimé	34
5.3	Obsah oleje v semenech řepky ozimé	37
5.4	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	40
6	DISKUZE	42
7	ZÁVĚR.....	44
8	POUŽITÁ LITERATURA	45
9	SEZNAM TABULEK	50
10	SEZNAM GRAFŮ	51

1 ÚVOD

Jedním z nejvýznamnějších faktorů vedle dostatku vláhy a vhodných klimatických podmínek je výživa rostliny dusíkem. Současně s výnosem se hnojení dusíkem projeví i na kvalitativních znacích rostliny. Správně zvoleným hnojivem v optimální dávce a v optimální době s ohledem na růst rostliny můžeme značně ovlivnit konečný ekonomický výsledek.

Řepce ozimé se v posledních letech věnuje mnoho pozornosti díky jejímu všestrannému významu a vhodným podmínkám. K dosavadnímu rozšíření pěstitelských ploch přispěly příznivé ceny, příhodné podmínky pro pěstování mnoha odrůd a dobrý předpoklad vysokého výnosu, který je pro mnoho zemědělců velice atraktivní. Dále je zde podpora ze strany Evropské unie, která se snaží prosazovat obnovitelné zdroje energie a snižování emisí CO₂. Také díky novým poznatkům, ze kterých vyplývá příznivý vliv řepkového oleje na lidské zdraví, je tento olej čím dál více vyhledáván pro přípravu jídel. Stejně tak ve výživě zvířat se potenciál řepky, hlavně díky „00“ odrůdám neztratí. Současně s tím ale samozřejmě roste i zastoupení řepky na našich polích, kdy vysoký podíl v osevním postupu zvyšuje nutnost chemických ošetření. Stejně tak je nutností používání minerálních hnojiv k zajištění stabilního výnosu, která s sebou přináší určitá rizika.

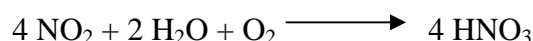
V poslední době jsou právě s touto problematikou často zmiňována stabilizovaná hnojiva. Ta byla použita na pokusech v regeneračním hnojení, kde se ověřují jejich příznivé účinky na porostu řepky ozimé.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

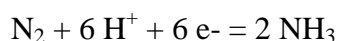
2.1 Dusík

Dusík je jedním ze základních prvků a významně se podílí na stavbě bílkovin, aminokyselin, nukleových kyselin, enzymů, chlorofylu a mnoha dalších sloučenin jak v rostlinné, tak živočišné říši. Stejně tak se podílí na koloběhu živin v neživé přírodě, jako je atmosféra či neživá součást půdy (FECENKO, LOŽEK, 2000).

Atmosféru tvoří převážně plynný dusík, a to ze 78,08 %. Pro zpřístupnění plynného dusíku rostlinám je nutná jeho předchozí ionizace. Běžně se tento jev v přírodě děje za pomoci elektrického výboje při bouřce, kdy se oxidací přemění N_2 až na kyselinu dusičnou, která se spadem dostane do půdy. Takto se každoročně do půdy dostane 10 – 40 kg.ha⁻¹ dusíku (RICHTER, 2007).



Rostliny mohou dále využívat dusík z atmosféry po jeho redukcí. Redukce se uskutečňuje za pomoci symbiotických mikroorganismů a jejich enzymu nitrogenáza. Je to sice energeticky náročné, ale stále přibližně o polovinu úspornější než výroba průmyslových hnojiv (VANĚK ET AL., 1997).



V České republice je rozmezí celkového obsahu dusíku v půdě dosti rozdílné. Většina dusíku se nachází v orniční vrstvě a může kolísat od 0,03 až po 0,5 %, což znamená, že na 1 ha připadá 3000 až 9000 kg N. Ve formách dostupných rostlinám jsou ale jen 1 až 2 % z tohoto množství, a to ve formě NH_4^+ a NO_3^- (ČERNÝ ET AL., 1997).

2.1.1 Organický dusík

Většina, a to 98 až 99 % veškerého dusíku, je v ornici zastoupena v organické formě. Ta je tvořena organickými dusíkatými sloučeninami, jejichž dusík bývá pro rostliny ve většině případů nedostupný. Tyto sloučeniny se označují jako humusové

a jsou nehydrolyzovatelné. Druhou skupinou jsou hydrolyzovatelné sloučeniny, které jsou tvořeny amidy, alfa aminokyselinami, aminocukry, purinovými a pyrimidinovými bázemi, kyselinou hipurovou, kyselinou močovou, močovinou a jinými organickými sloučeninami (FECENKO, LOŽEK, 2000).

ČERNÝ ET AL., (1997) uvádí jako zdroj organického dusíku biomasu mikroobů, metabolity organismů žijících v půdě, rostlinné a živočišné zbytky. Stejně tak uvádí zastoupení jednotlivých hydrolyzovatelných sloučenin v množství 20 – 40 % aminokyselin, 5 – 10 % aminocukrů a 1 – 7 % dusíkatých bází nukleových kyselin.

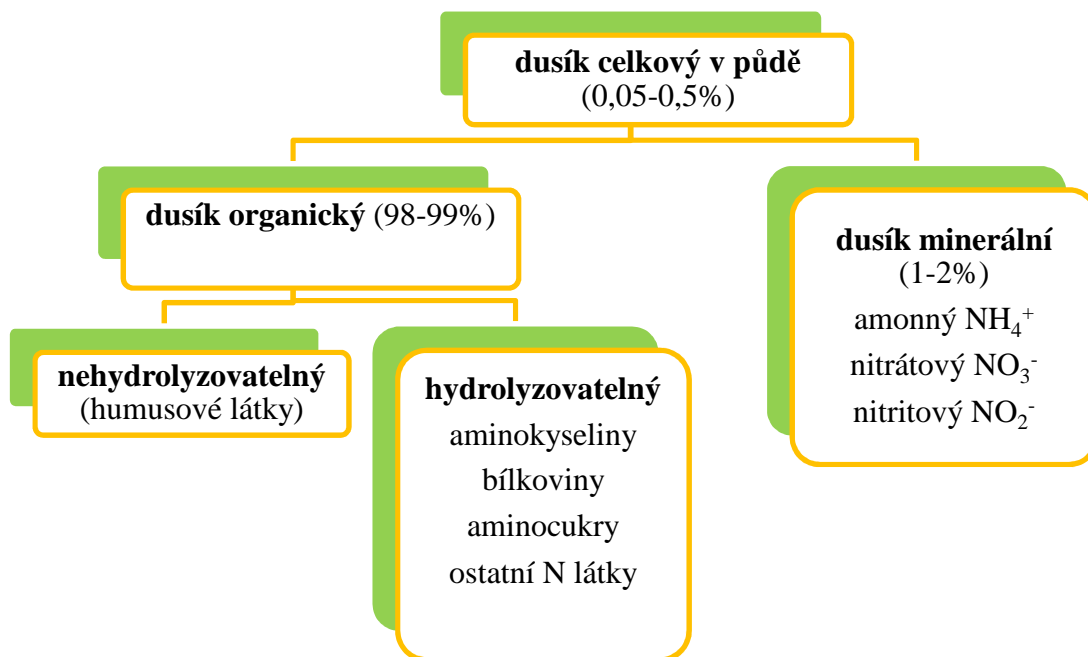
Tyto látky jsou díky enzymům bakterií (*Bacarium vulgare, subtilis, mezentericus*) a plísním (*Penicillium, Aspergillus*) přeměňovány až na amoniak, čímž se zajišťuje koloběh mezi organickými dusíkatými sloučeninami a minerálním dusíkem v půdě (RICHTER, 2007).

Podle ZÁHORY ET AL. (2015) je množství organické hmoty regulováno rhizodepozicemi uvolněnými do rhizosféry rostlinou, čímž se stimuluje odbourávání organické hmoty a mikrobiální biomasy bakteriovorními predátory a tedy zpřístupnění živin.

2.1.1.1 Minerální dusík

Hlavními zástupci minerálního dusíku jsou dusičnanové (NO_3^-), amonné (NH_4^+) a dusitanové (NO_2^-) ionty. Díky mikrobiálnímu procesu můžeme také v půdě nalézt meziprodukty jako je hydroxylamin (NH_2OH) a nitramid ($\text{N}_2\text{H}_2\text{O}_2$). Jsou však nestabilní a podléhají oxidačním a redukčním procesům a v poslední fázi z nich vzniká NO_3^- , respektive NH_4^+ . V půdě se také vyskytují oxidy dusíku (N_2O , NO , NO_2), ale stejně jako meziprodukty jsou jen dočasné (FECENKO, LOŽEK, 2000).

Tabulka č. 1: Formy dusíku v půdě (IVANIČ ET AL., 1984).



2.1.2 Přeměny dusíku v půdě

V půdě podléhá dusík několika přeměnám. U mineralizace dochází k obohacení půdy o NH_3 , který většinou dále oxiduje na NO_3^- . Současně také probíhá imobilizace, což je opačný proces, při němž se minerální formy dusíku stávají součástí organické hmoty. Tyto procesy se především řídí podle obsahu uhlíku a jeho formami v půdě, poměrem C:N, oxidačně redukčními podmínkami, vlhkostními a teplotními poměry a vzájemnou kombinací všech zmíněných vlastností (VANĚK ET AL., 1997).

2.1.2.1 Mineralizace

Mineralizací dusíku se rozumí získávání NH_4^+ z organicky vázaného dusíku. Prvním krokem je vytvoření NH_3 , který následně ve vodném prostředí přijímá proton a vzniká NH_4^+ . Množství minerálního dusíku je hlavně závislé na celkovém obsahu dusíku v půdě, obsahu vody a teplotě půdy. Čím vyšší je teplota, tím rychlejší je mineralizace. Při zvýšení teploty o $10\text{ }^\circ\text{C}$ se rychlost 2 – 3 krát násobí, na rozdíl od poměru C:N a pH, na kterém není tak závislá. U vlivu C:N je důležité rozlišovat snadno rozložitelné organické zbytky jako je sláma a huminové látky (ČERNÝ ET AL., 1997).

Mineralizace organických sloučenin v půdě je v podstatě rozklad pomocí mikroorganismů.

1. Aminace – heterotrofními mikroorganismy a proteolytickými enzymy rozkládají bílkoviny za vzniku energie, která se využívá k dalším metabolickým procesům.
2. Amonizace – vytvořené aminy a aminokyselinami se dále rozkládají pomocí deaminačních enzymů a dalších skupin heterotrofních mikroorganismů na amoniak (minerální dusík) a energii.
3. Nitrifikace – je vznik dusičnanů za pomoci biologické oxidace. V první etapě, nitritaci, vznikají z amoniaku dusitany a potom následně v nitrataci dusičnany. Nitrifikace probíhá za pomoci nitrifikačních bakterií (*Nitrosomonas*, *Nitrosocystis*, *Nitrosospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrosoglea*), které také využívají část dusíku pro svoji stavbu a stejně tak uvolňují a využívají energii (FECENKO, LOŽEK, 2000).

2.1.2.2 Ztráty dusíku v půdě

K těmto ztrátám dochází hlavně přes kapalnou fázi (vyplavování) a plynou fázi (denitrifikace a volatilizace).

1. Vyplavování – se omezuje téměř výhradně na dusičnany, a to až z 97 %. Toto množství především podmiňuje dobrá rozpustnost hnojiv, rychlá přeměna NH_4^+ na dusičnany a velká pohyblivost NO_3^- , která je závislá na proměnlivosti půdní vody. Intenzivní srážky tak posouvají látky ve vodě rozpuštěné až pod kořenový systém a snižují jejich účinek na rostlinu. Stejně tak může vertikálně působit i podzemní voda. Při horizontálním pohybu vody na svažitéch pozemcích hrozí nebezpečí vyplavení dusičnanů do vodních toků. K nejintenzivnějšímu vyplavování dochází na konci zimy a na jaře. Celkově se takto z půdy dostává 5 až 55 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ dusíku za rok, což je závislé na půdním druhu, plodině, hnojení a povětrnostních podmínkách (FECENKO, LOŽEK, 2000).
2. Volatilizace – může být způsobena denitrifikací, při níž je nitrát redukován enzymatickými fakultativně anaerobními mikroorganismy

využívajícími kyslík z nitrátu, až na oxid dusný nebo elementární dusík. Anaerobioza v půdě bývá většinou způsobena větším zastoupením vody v půdě (VANĚK ET AL., 1997). Stejně tak dochází k úniku amoniaku, nejvíce na alkalických půdách při vysokých dávkách dusíku, hlavně v amidové, amoniakální a amonné formě. Ztráty mohou činit 5 až 25 %, a proto je důležité tato hnojiva zapravovat (FECENKO, LOŽEK, 2000).

2.1.3 Dusík v rostlině

Dusík je v sušině rostliny podle ŠETLÍKA ET AL., (2004) v průměru zastoupen 1,5 %. Tento makroprvek se účastní na stavbě nukleových kyselin, bílkovin, ale i lipidů, a je tedy životně důležitým prvkem pro rostlinu.

Podle orgánu a stáří je také rozdílné zastoupení dusíku v rostlinách. Nejvíce dusíku obsahují mladé rostliny, u kterých s nárůstem biomasy množství dusíku klesá. Dusík je také součástí chlorofylu, na němž jsou pak vidět jeho nedostatky (RICHTER, 2004).

2.1.3.1 Příjem dusíku

Většina živin je rostlinou přijímána kořený ve formě iontů. Konkrétně u dusíku je to kationt NH_4^+ a aniont NO_3^- . Příjem těchto iontů začíná samotným přiblížením ke kořenům. Tento proces se děje pomocí půdní vody tzv. hmotovým tokem, postupnou rozpustností sloučenin a následným pohybem iontů na místa nižšího obsahu (difuze) a stejně tak i růstem kořenů (VANĚK ET AL., 2007).

Dále ovlivňuje příjem samotná půdní úrodnost. Při její vysoké úrovni je příznivé zastoupení mikrobiální biomasy přímo na kořeni. Biomasa je při svém životním cyklu konzumována bakteriivorními predátory, čímž se uvolňují živiny přímo do rhizosféry. Celý proces ovlivňuje množství rhizodepozic vylučovaných samotným kořenem pro zintenzivnění celého procesu (ZÁHORA ET AL., 2015).

Následuje průnik živin do volného a vnitřního prostředí buněk. To se děje přes semipermeabilní fosfolipidovou membránu s funkčními bílkovinami, které usnadňují pohyb iontů. Snadněji se přes tuto membránu dostávají kationty NH_4^+ a až potom anionty NO_3^- . To je způsobeno pasivním příjmem živin, kdy je záporně nabitě vnitřní

prostředí buňky vyrovnáváno kationty NH_4^+ za nulové spotřeby energie. Živiny se dále dostávají do xylému, odkud jsou transportovány do celé rostliny nebo jsou ukládány již v kořeni (VANĚK ET AL., 2007).

Na příjem amonného a nitrátového dusíku má vliv řada faktorů. Při kyseljším pH je lepší příjem NO_3^- . Se vzrůstajícím pH se naopak zvyšuje příjem NH_4^+ , který je při hodnotě 6,8 srovnatelný s příjmem NO_3^- . Čím lepší provzdušnění půdy, tím lepší je příjem amonného dusíku, ale na příjem nitrátového iontu nemá provzdušňenost vliv. Nižší teplota také zlepšuje příjem NH_4^+ a snižuje příjem NO_3^- (FECENKO, LOŽEK, 2000).

2.1.3.2 Deficience dusíku

Při nedostatku dusíku v půdě je značně snížena růstová schopnost rostlin. Rostliny jsou malé, slabé a náchylnější. Nedostatek nejlépe poznáme na starších listech, kde probíhá proteolýza a listy tak začínají žloutnout, při silném nedostatku mohou až odumírat a odpadávat. Znovu uvolněný dusík je využíván k tvorbě nových orgánů, které ale nedorůstají optimální velikosti. Celkově dusíkem nedostatečně zásobená rostlina vlivem nízké tvorby cytokininu dříve dozrává a zkracuje se jí tak vegetační období (FECENKO, LOŽEK, 2000).

2.2 Minerální dusíkatá hnojiva

2.2.1 Výroba dusíkatých hnojiv

V současné době se nejčastěji využívá pro výrobu dusíkatých hnojiv Haber-Boshoova syntéza amoniaku. Využívá se v ní vzdušného dusíku a vodíku, který získáváme z fosilních paliv jako je ropa, zemní plyn, uhlí a jiné. Drahá paliva stanovují hnojivům vysokou cenu, jejich spotřeba na 1 kg čistého N hnojiva je cca 1,5 l nafty. Při syntéze vzniká amoniak katalytickou reakcí za vysokého tlaku a teploty. Následně může být vzniklý amoniak použit pro hnojení nebo výrobu dalších hnojiv (HLUŠEK, 2004).

I když je cena těchto hnojiv vysoká, celosvětově se jejich spotřeba zvyšuje. V Evropě se od roku 2010 do roku 2013 zvětšila o cca 1 milion tun v přepočtu na celkový dusík v hnojivu (FAO, 2013).

Dusíkatá minerální hnojiva jsou přímá, ale i s pomocnými látkami, tuhá i kapalná, jednosložková i vícesložková.

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 i více formách - NH_4^+ , NO_3^- , NH_2^- ,
- pomalu působící (HLUŠEK, 2004).

2.2.2 Hnojiva s dusíkem nitrátovým

Ledek vápenatý – jedná se o drobný granulát šedé barvy určený na přípravu živných roztoků obsahujících dusík a vápník. Proto velmi dobře působí na kyselých půdách, kde zmírňuje půdní kyselost. Vzhledem k vysoké pohyblivosti nitrátového dusíku v půdě a nebezpečí vyplavování se nedoporučuje vyšší aplikace tohoto hnojiva na lehkých písčitých půdách, v oblasti s vysokým úhrnem srážek a jednorázových dávek nad 300 kg. Obsahuje 15,5 % celkového dusíku, z toho 14,3 % NO_3^- formě a 1,2 % v NH_4^+ formě. Vápník je zde zastoupen 26,3 % ve formě CaO (ŠKARPA, RYANT, 2015).

2.2.3 Hnojiva s dusíkem amonným a amoniakálním

Síran amonný – obsahuje 21 % dusíku v NH_4^+ formě. Jsou to bílé až šedé krystalky dobře rozpustné ve vodě. Naproti tomu se však NH_4^+ dobře udržuje v sorpčním komplexu a tudíž nehrozí jeho vyplavování ani v humidnějších podmínkách. Má silně okyselující účinek a pro možné ztráty těkáním je vhodné jej zapravit do půdy (VANĚK ET AL., 2007).

2.2.4 Hnojiva s dusíkem amidovým

Močovina – granulované hnojivo s amidickým dusíkem o koncentraci 46 %. Hnojivo je určené pro hnojení před setím a k přihnojení během vegetace. Pro základní hnojení se močovina aplikuje na povrch půdy. V případě, že se do 24 hodin po aplikaci neočekává déšť, je nutné močovinu nejlépe ihned zapravit, aby nedošlo k úniku dusíku ve formě NH_3 (YARA, 2012).

2.2.5 Hnojiva s dusíkem ve dvou i více formách

Dusičnan amonný s dolomitem – sivý granulát dusičnanu amonného s jemně mletým dolomitem, který snižuje přirozenou kyselost hnojiva. Obsahuje 27 % dusíku v poměru 1 : 1 mezi amoniakálním a dusičnanovým dusíkem a 4,1 % MgO z toho 1 % vodorozpustného MgO. Hnojivo se také povrchově upravuje proti spékání (Duslo, 2013).

DASA 26 – 13 – hnojivo obsahující kromě dusíku také síru. Je to směs dusičnanu amonného a síranu amonného. Z celkového množství 26 % dusíku je 8,7 % nitrátového a 17,3 % amonného. Síra je zde zastoupena 13 %, tudíž se hodí pro pěstování řepky, slunečnice nebo i hořčice. Hnojivo je typické nažloutlým zbarvením pro síru (VANĚK ET AL., 2007).

DAM 390 – je čirý nažloutlý roztok dusičnanu amonného a močoviny s obsahem dusíku 30 %. Poměr mezi amonným, dusičnanovým a amidickým dusíkem je 1 : 1 : 2. Je možné ho použít na základní hnojení před setím. Nejlepší je jeho aplikace v době vegetace při hnojení na list, kde se používá zředěný roztok o koncentraci 0,2 – 0,3 %. Může se také použít pro urychlení rozkladu slámy nebo lze jeho aplikaci provádět v kombinaci s přípravky na ochranu rostlin (ŠKARPA, RYANT, 2015).

2.2.6 Hnojiva pomalu působící

Hnojiva obsahující rostlinné živiny ve formě, která po aplikaci zpomaluje přijatelnost živin pro rostliny (AAPFCO, 1997).

Přednosti pomalu působících hnojiv spočívají v možnosti aplikace ve vysokých dávkách bez nebezpečí poškození rostliny, bez ztrát dusíku a poškození životního prostředí. Současně by však mělo být poskytnuto dostatečné množství živin. I přes jejich vyšší cenu je předpoklad, že hlavně pomalu působící dusíkatá hnojiva budou mít dobré uplatnění u plodin s delší vegetační dobou a v oblastech bohatých na vodní zdroje. Pomalé působení je zajištěno sloučeninou živiny ve vodě těžko rozpustnou, nebo běžnými hnojivy obalenými polorozpustnými látkami (HLUŠEK, 2004).

2.2.6.1 Stabilizovaná hnojiva

Jedná se o hnojiva, ke kterým byl přidán stabilizátor dusíku. Rozlišujeme je podle inhibitoru, který ovlivňuje jednotlivé fáze koloběhu dusíku v půdě. Jsou to inhibitory nitrifikace ovlivňující biologickou oxidaci amonného dusíku na nitrátový a inhibitory ureázy inhibující hydrolýzu močoviny enzymem ureáza (AAPFCO, 1997).

Stabilizovaná hnojiva jsou také základním pilířem pro používání nových technologií v hnojení rostlin. Pomocí těchto hnojiv můžeme zvýšit efektivitu hnojení (snížení počtu aplikací, flexibilita termínu dávkování) a také zmírnit kontaminaci podzemních vod a ovzduší (ŠIMKA ET AL., 2010).

2.2.6.1.1 Hnojiva s inhibitory nitrifikace

Cílem použití inhibitoru nitrifikace je kontrola ztrát dusičnanu vyplavováním nebo produkce oxidu dusného (N_2O) denitrifikací. Zachováním dusíku v amonné formě zvyšuje efektivitu použitého dusíku (EDMEADES, 2004). Inhibitory nitrifikace působí na nitrifikační bakterie bakteriostaticky, čímž snižují přeměny amonného dusíku na nitrátový a jeho obsah v půdě tak klesne a ztráty vyplavováním se sníží o 15 – 20 %. Nedojde-li po aplikaci k rychlému zanesení inhibitoru do půdy, jeho efektivnost se může snižovat (TRENKEL, 1997). Oddálením přeměny amoniaku v dusičnany se také zabraňuje nežádoucímu vysokému obsahu dusičnanů v rostlinách (EDMEADES, 2004).

ALZON 46 – je nejvýznamnější hnojivo s inhibitorem nitrifikace (DCD) v Evropě. Špatnou vlastností tohoto inhibitoru je bohužel jeho možný toxický účinek na rostliny (MACADAM ET AL., 2003). Na druhou stranu toto hnojivo s 46 % dusíku váže amonný dusík v ornici a ten je tak stále přístupný rostlinám. Stejně tak mohou postupně využívat i nitrát, který se z této půdní zásoby pomalu tvoří, což vede k lepšímu vyživování rostlin. Prokazatelně také snižuje ztráty dusíku způsobené vyplavováním (AGROFERT, 2010).

2.2.6.1.2 Hnojiva s inhibitorem ureázy

Výroba močoviny s inhibitorem ureázy je podobná moření osiva, a proto je podstatná jeho rovnoměrná aplikace na všechny granule (BEČKA ET AL., 2012).

Výhodou hnojiva je potlačení účinků enzymu ureázy, čímž zabrání přeměně na NH_3 a jeho úniku do ovzduší. Intenzita těchto reakcí se odvíjí od půdního druhu, obsahu a složení organické hmoty, biologické aktivity a průběhu počasí (MRÁZ, 2007). Dále se zlepšují předpoklady pro transport nehydrolyzované močoviny ke kořenům rostlin (RŮŽEK ET AL., 2006).

UREA stabil – hnojivo registrované v roce 2006. Má vysoký obsah dusíku (46 %), výbornou rozpustnost ve vodě a rychlý transport nepolární molekuly močoviny ke kořenům. Současně s tím je ale i cenově podobně dostupné jako ostatní běžná hnojiva. Po rozpuštění tohoto hnojiva nastává transport roztoku půdním profilem, čímž dochází k postupnému ředění a oddělování inhibitoru ureasy od močoviny. Ta je buď bezprostředně přijímána rostlinou, nebo je rozložena a rostlina pak přijímá dusík v amonné formě. V případě vhodných podmínek pro nitrifikaci ve formě nitrátového iontu. Díky inhibitoru NBPT (N-(n-butyl)-thiophosphoric triamid) tak snižujeme ztráty ve formě amoniaku a zlepšuje se transport nehydrolyzovatelné močoviny ke kořenům. Cílem tohoto hnojiva je omezit znečištění a zefektivnit hnojení, čemuž nejspíše v budoucnu napomůže i výroba tohoto hnojiva s konkrétními požadavky spotřebitelů na podmínky stanoviště a použité technologie (RŮŽEK ET AL., 2006). Podle MRÁZE (2007) navíc inhibitor NBPT pouze potlačuje činnost volné ureázy a na mikroorganismy nemá žádný negativní vliv.

2.3 Řepka ozimá

V současné době se v České republice pěstuje řepka přibližně na 370 tisících hektarech (FAOSTAT, 2014). Její rozšíření je zapříčiněno politikou Evropské unie, všestranným využitím, vhodností podmínek pro její pěstování a v neposlední řadě její atraktivní výkupní cenou. Odbyt je zajištěn mnoha průmyslovými odvětvími jako oleochemie, energetika, krmivářství a potravinářství. Každé z těchto odvětví vyžaduje u řepkového oleje specifické vlastnosti a ty můžeme ovlivnit mimo jiné právě hnojením. Důležité je zajištění samotného výnosu semene, ale i její olejnatost a odpovídající složení oleje (BARANYK, FÁBRY, 2007).

2.3.1 Ovlivnění výnosu

Výnos řepky závisí na počtu rostlin na 1 m², počtu šesulí na rostlině, počtu semen v šesuli a hmotností tisíce semen. Tyto výnosotvorné prvky jsou ovlivněny genotypem odrůdy, ročníkem, ekologickými a agrotechnickými podmínkami. U těchto prvků dochází k jejich vzájemnému působení a navíc jsou ještě ovlivněny konkurenčními vztahy a organizací porostu. V určitých podmínkách jsou výnosotvorné prvky ovlivněny světelnými podmínkami, reakcí odrůd na faktory redukující výnos a výživu. Vysokého výnosu je dosaženo vyrovnaným poměrem živin a jejich dostatečným zastoupením (BARANYK , FÁBRY, 2007). Na výnos 3,8 t.ha⁻¹ semene je potřeba podle BALÍKA ET AL. (2007) 224 kg.ha⁻¹ dusíku a z toho 95 kg.ha⁻¹ se vrátí zpět do půdy za předpokladu, že z pole bude odvezeno pouze semeno.

2.3.2 Ovlivnění olejnatosti

Olejnatost je ekonomicky velice významná. Její hodnoty při vlhkosti 8 % kolísají v rozmezí mezi 42,2 – 42,8 %. Nejvýznamnějšími faktory, kterými jí ovlivníme, jsou volba odrůdy, ročník a pěstitelská oblast. Konkrétně lepší olejnatosti prospívají vyšší polohy s lehkými půdami a chladnější, humidnější rok. I přesto ale tyto faktory ovlivní olejnatost maximálně ze 3 %. Dalšími faktory je posklizňové ošetření, usušení a až na posledním místě jsou to agrotechnické vlivy (ZUKALOVÁ, VAŠÁK, 2003).

2.4 Hnojení řepky ozimé

Řepka je na živiny velice náročná. Dobrých výnosů dosahuje jen při řízené výživě a hnojení. O dobrý výživný režim se také stará hluboko sahající kořenový systém, který má v porovnání s obilninami přibližně třikrát vyšší výkonnost na povrchovou jednotku. Vytváří také droptovitou strukturu půdy a společně se slámou po sklizni navrácí do půdy velké množství živin, což odpovídá až 40 – 60 t.ha⁻¹ hnoje (BEČKA ET AL., 2007).

2.4.1 Organické hnojení

U řepky upřednostňujeme organické hnojení ve druhé trati z důvodu pracovní vytiženosti. V případě hnojení hnojem před setím je důležité dodržet 3 – 4 týdenní lhůtu

mezi operacemi a použít vyzrálý hnůj v dávce 20 – 30 t.ha⁻¹. Při použití kejdy aplikujeme na strniště nebo na drcenou slámu předplodiny a co nejdříve zapravíme do půdy. U kejdy skotu by měla být dávka přibližně 35 t.ha⁻¹, u kejdy prasat 30 t.ha⁻¹ a u kejdy drůbeže 15 t.ha⁻¹. Kejdu také můžeme aplikovat za vegetace ve fázi 4 – 6 pravých listů, kdy použijeme 8 – 10 t.ha⁻¹ kejdy. Až 20 t.ha⁻¹ můžeme aplikovat k jarnímu hnojení (BARANYK ET AL., 2010).

2.4.2 Hnojení minerálními hnojivy

2.4.2.1 Hnojení před setím

Toto hnojení provádíme pouze v určitých případech a dávkou maximálně od 20 do 30 kg.ha⁻¹. Hnojíme v případě, že nehnojíme organické hnojení přímo k řepce, pokud jsme v bramborářské výrobní oblasti a výše. Aplikujeme hnojiva také v případě, že byly předplodiny dvě obilniny nebo jedna špatně hnojená.

Doporučována jsou kombinovaná hnojiva a jejich dávka stanovená pomocí minerálního dusíku v půdě. Když je tato hodnota vyšší než 40 kg.ha⁻¹ N, aplikace hnojiva není nutná (BARANYK, FÁBRY, 2007).

Podle ČERNÉHO ET AL. (2015) je ale důležité zohlednit půdní podmínky (například pH, teplotu, vlhkost), posklizňové zbytky, předseťové zpracování půdy a výsev, které ovlivňují přeměny živin a jejich využitelnost rostlinami. Na tyto faktory je také důležité hledět v případě přizpůsobení našeho hnojení určitým variantám, protože se výsledky za různých podmínek mnohdy liší.

2.4.2.2 Podzimní hnojení

Účelem podzimního hnojení, stejně jako hnojení před setím, je zabezpečení dobrého vývinu rostlin a jejich přezimování. Takto aplikovaný dusík podporuje růst nadzemní hmoty na úkor kořene, což vede k horšímu přezimování. Tato dávka je ale prospěšná v případě, že podzimní vegetační období je dostatečně dlouhé a dusík se tak kladně projeví i na růstu kořenů (BEČKA ET AL., 2007).

RYANT (2012) doporučuje podzimní hnojení dělat na slabých nebo pozdě založených porostech vysévaných do mulče nebo při bezorebných technologiích.

Doporučuje se aplikace hnojiv s amonnou nebo amidickou formou dusíku a hnojiva s inhibitory v dávce dusíku 20 - 30 kg.ha⁻¹.

2.4.2.3 Jarní hnojení

Z důvodu různých klimatických a půdních podmínek a rozdílného stavu porostu po zimě není obecně dáno, jak hnojit dusíkem (BARANYK, FÁBRY, 2007).

Pro výnos řepky je zásadní jarní hnojení dusíkem. Přistupujeme k němu v prvním možném případě, kdy můžeme vjet na pole. Podle ročníku nastává toto období přibližně začátkem března a počítá se přibližně s dávkou dusíku 60 – 100 kg.ha⁻¹. Tuto dávku nejlépe upřesňujeme až po rozboru odebraných rostlin ve fázi 4 – 6 listů, popřípadě podle obsahu N_{min} v půdě. Najednou se ale při tomto hnojení aplikuje maximálně 60 kg.ha⁻¹ (VARGA ET AL., 2013). Platí také, že efektivní využití hnojiva zajistí minimálně 20 – 40 silných rostlin na 1 m² a v případě vyššího počtu silných rostlin nezvyšujeme dávku hnojiva (BEČKA ET AL., 2007). MACH (2012) doporučuje v tomto období aplikaci kapalných močovín na list ve formě 10 % roztoku. Obzvláště dobrá je tato aplikace v případě sucha, kdy jiná hnojiva nemají takovou účinnost.

Na lehkých půdách s nižší sorpční kapacitou volíme spíše nižší dávku dusíku nebo upřednostníme hnojiva s postupným uvolňováním dusíku (VARGA ET AL., 2013).

2.4.2.4 Produkční hnojení

Toto hnojení se realizuje asi 3 – 4 týdny po regeneračním hnojení. Dávka je určena jako zbytek z původně vypočítané potřeby živin ze začátku regeneračního hnojení, což je 40 – 60 kg.ha⁻¹ N. Vhodná jsou kombinovaná hnojiva. V praxi se osvědčila i kapalná dusíkatá hnojiva s mikroprvky a humátovými preparáty. Stejně tak můžeme toto kapalné hnojivo použít v případě slabších porostů v kombinaci s ochranou porostů ve fázi butonizace, kdy aplikujeme dávku maximálně v 30 kg.ha⁻¹ N (VARGA ET AL., 2013).

3 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení vlivu aplikace stabilizovaných dusíkatých hnojiv v regeneračním hnojení řepky ozimé na výnos a olejnatost semen a ekonomické zhodnocení v letech 2013 až 2015.

Předpokladem je minimalizace ztrát dusíku po aplikaci hnojiv u varianty UREA Stabil. U varianty ALZON 46 se očekává pomalý přechod amonného dusíku na nitrátový, čímž by se zabránilo úniku dusíku dostupného pro řepku. Mělo by se tak zajistit dostatečné vyživování rostlin a lepší výnos oproti kontrolním variantám. V ekonomickém zhodnocení by se u variant UREA Stabil a ALZON 46 také projevilo na lepších výsledcích i snížení nákladů na množství provedených aplikací. V konečném vyhodnocení by tak díky efektivnější výživě a nižším nárokům na aplikaci měla lépe vyjít varianta se stabilizovaným hnojivem.

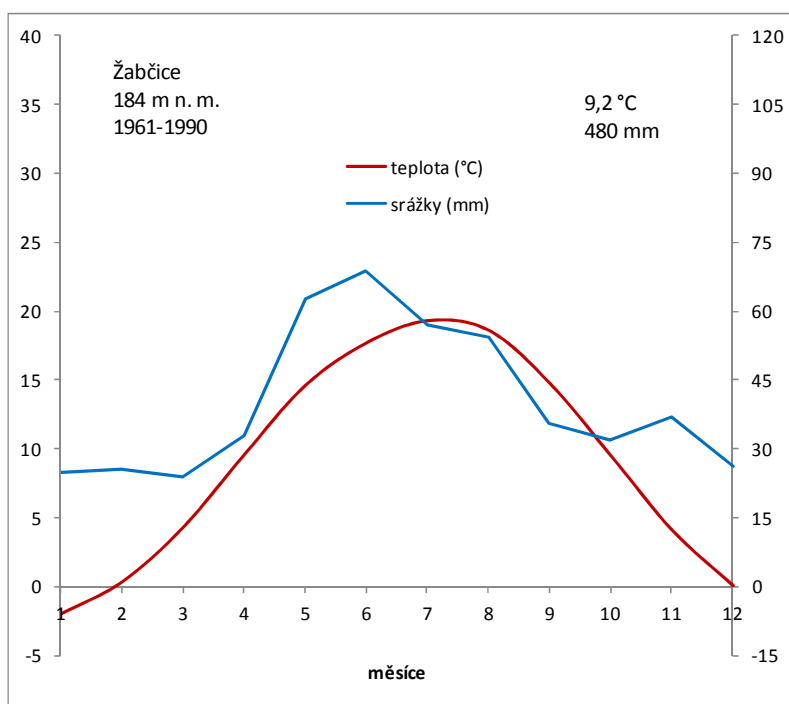
4 METODIKA POKUSU

4.1 Charakteristika polní pokusné stanice Žabčice

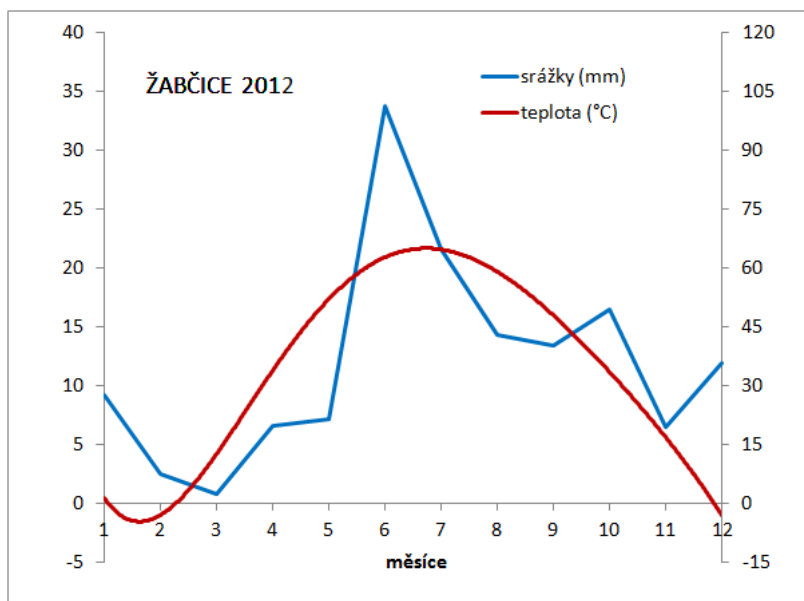
Stanice spadá pod Školní zemědělský podnik a nachází se necelých 30 km od Brna v Dyjsko-svrateckém úvalu. Zdejší rovinaté oblasti s nadmořskou výškou okolo 184 m n. m. spadají do kukuřičné výrobní oblasti. Ornice zde má hloubku 30 a více centimetrů s obsahem humusu kolem 2,5 %. Je zde půdní typ glejová fluvizem s velkým vlivem podzemní vody. Nejvíce jsou zde zastoupeny jílovitohlinité až jílovité půdy s neutrální výměnnou půdní reakcí.

Z dlouhodobého sledování povětrnostních podmínek v Žabčicích vyplývá průměrná teplota 9,2 °C a celkový úhrn srážek 480 mm. Na srážky je v průměru nejvíce bohaté období na přelomu května a června a následuje období nejvyšších průměrných teplot od června do srpna.

Graf č. 1: Dlouhodobý normál teplot a srážek za období 1961 - 1990

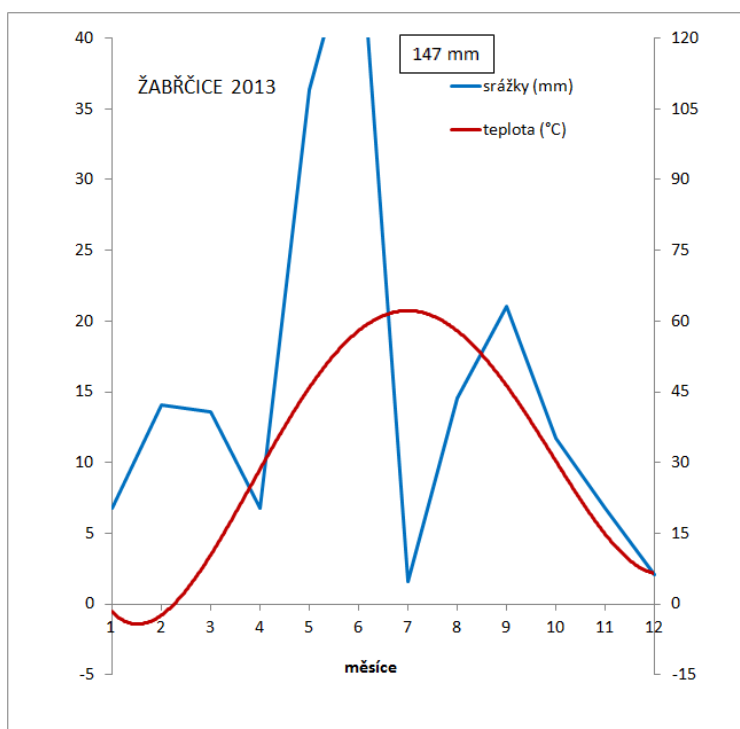


Graf č. 2: Průběh teplot a srážek v roce 2012



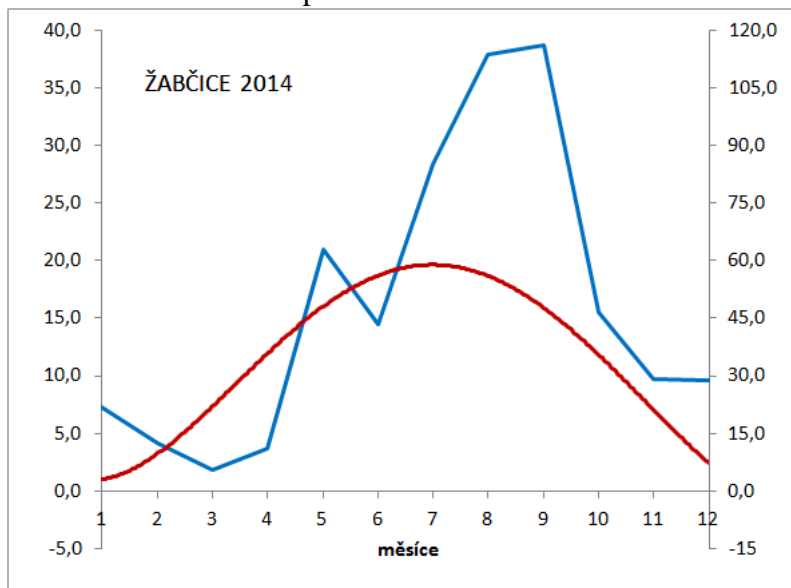
V grafu č. 2 můžeme vidět průběh teplot a srážek. Průměrná teplota v tomto roce byla 10,5 °C a průměrný úhrn srážek 431,7 mm. Od dlouhodobého normálu se liší zvýšením průměrné teploty o 1,3 °C a snížením úhrnu srážek o 49,3 mm, za což hlavně může sucho začínající v březnu a končící s nástupem května.

Graf č. 3: Průběh teplot a srážek v roce 2013



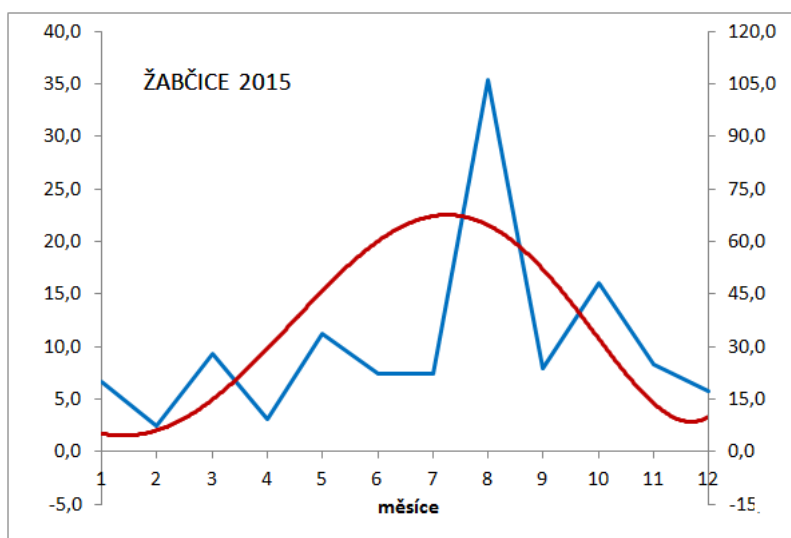
V roce 2013 byla průměrná denní teplota o něco blíže dlouhodobému normálu než předchozí rok. Byla o 0,7 °C vyšší. Úhrn srážek byl pro tento rok nadstandardní a činil 599 mm, kdy v měsíci červnu byla téměř překonána hranice 150 mm.

Graf č. 4: Průběh teplot a srážek v roce 2014



Na klimadiagramu z roku 2014 je vidět nejvyšší průměrná teplota 21,5 °C a to v červenci. Stejně tak vzrůstalo i množství srážek, jejichž maximum bylo v září. Průměrná teplota za rok 2014 byla 11,2 °C, což je o 2 °C nad normálem teploty. Zároveň se také zvýšilo množství srážek za celý rok a to na hodnotu 576 mm.

Graf č. 5: Průběh teplot a srážek v roce 2015



V roce 2015 byla průměrná teplota stejná jako v roce 2014, ale úhrn srážek klesl až pod dlouhodobý normál, a to na 466 mm. Na suchu se nejvíce podepsalo kolísání srážek v zimních a jarních měsících z kraje roku 2015, kdy se množství srážek pohybovalo i pod 15 mm za měsíc.

4.2 Metodika a vedení pokusu

Pokus byl realizován formou maloparcelkového polního pokusu o rozměru jedné parcelky 15 m². Všechny varianty byly založeny ve čtyřech opakováních. Před plodinou byla pšenice ozimá. Setí proběhlo 23. 8. 2012 spolu s uválením pozemku. Setí předcházelo zpodmítání a nakypření. V následujících letech se setí provádělo 30. 8. 2014 a 25. 8. 2015. Předcházela jim stejná předset'ová příprava a v den setí uválení.

Tabulka č. 2: Agrochemické vlastnosti půdy před založením pokusu

	pH/CaCl ₂	mg.kg ⁻¹							
		P	K	Ca	Mg	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N _{min}	Svodoroz.
2012 - 2013	6,3	161,0	354,0	2603,0	212,0	2,0	2,3	4,3	5,9
2013 - 2014	6,3	168,0	323,0	2615,0	220,0	18,0	4,9	22,9	8,9
2014 - 2015	6,3	246,0	494,0	3040,0	192,0	4,9	24,0	28,9	9,2

Podle vyhlášky MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ 275/1998 (1998) Sb. je výměnná půdní reakce na pokusné stanici slabě kyselá. Obsah přístupného fosforu a draslíku je vysoký, obsah vápníku velmi vysoký a obsah hořčíku vyhovující.

Podle KOVÁČIKA (2008) je limitující obsah vodorozpustné síry v půdě indikující potřeby přihnojení sírou pro těžké půdy 13 mg.kg⁻¹. Z odběrů půdy tedy vyplývá nedostatek vodorozpustné síry a nutnost přihnojení.

Porost řepky byl během pokusných let ošetřen následovně.

Tabulka č. 3: Ošetřování porostu během vegetace – Žabčice 2012 – 2013

Datum	Operace	Přípravek	Dávka (l/ha)
23.8.2012	aplikace herbicidu	Brasan	1,50 l
		Teridox	0,50 l
10.10.2012	růstu s fungicidním účinkem	Toprex	0,30 l
	aplikace listového hnojiva	Borosan	1,0 l
22.4.2013	aplikace insekticidu	Biscaya	0,15 l
28.5.2013	aplikace insekticidu	Decis mega	0,15 l
	aplikace fungicidu	Ornament 250 EW	1,00 l
13.7.2013	desikace	Reglone	3,00 l

Tabulka č. 4: Ošetřování porostu během vegetace – Žabčice 2013 – 2014

Datum	Operace	Přípravek	Dávka (l/ha)
30.8.2013	aplikace herbicidu	Brasan	1,50 l
		Teridox	0,50 l
27.9.2013	aplikace herbicidu	Fusilade	0,50 l
1.4.2014	herbicid	Husar active	1,00 l
27.4.2014	aplikace insekticidu	Proteus	0,50 l
	aplikace fungicidu	Prosaro	0,75 l
29.4.2014	aplikace fungicidu	Delaro	1,00 l

Tabulka č. 5: Ošetřování porostu během vegetace – Žabčice 2014 – 2015

Datum	Operace	Přípravek	Dávka (l/ha)
29.8.2014	aplikace herbicidu	Brasan	2,00 l
6.10.2014	aplikace herbicidu	Galera	0,30 l
	aplikace insekticidu	Decis Mega	0,15 l
23.4.2015	aplikace insekticidu	Biscaya 240 od	0,30 l
20.5.2015	aplikace insekticidu	Proteus	0,75 l
	aplikace fungicidu	Prosaro	0,75 l
1.7.2015	desikace		

Tabulka č. 6: Varianty hnojení

Varianta	Jaro						Dávka dusíku celkem (kg/ha)
	Regenerační hnojení		Produkční hnojení I.		Produkční hnojení II.		
	N (kg/ha)	hnojivo	N (kg/ha)	hnojivo	N (kg/ha)	hnojivo	
nehnojeno	0		x		x		0
močovina (děl.)	78	močovina	58	močovina	58	DAM 390	194
močovina (jed.)	194	močovina	x		x		194
UREA stabil	194	UREA stabil	x		x		194
ALZON 46	194	ALZON 46	x		x		194

Hnojiva byla navážena a později ručně aplikována na konkrétní parcelky v termínech uvedených v tabulce č. 7.

Tabulka č. 7: Termíny hnojení ve sledovaném období

Hnojení	2013	2014	2015
regenerační	6. 3.	11. 3.	20. 3.
produkční I.	18. 4.	4. 4.	14. 4.
produkční II.	24. 4.	6. 5.	24. 4.

Obr. č. 1: Regenerační hnojení v roce 2014



4.2.1 Použitá hnojiva

Na pokusných parcelkách u jednotlivých variant byla aplikována tato hnojiva: močovina, DAM 390, UREA Stabil a ALZON 46. Jejich podrobnější popis je uveden výše v kapitole 2.2.

4.2.2 Použitá odrůda

Použit byl středně pozdní hybrid DK Exquisite vyznačující se stabilním výnosem 4-5 t.ha⁻¹ i za nepříznivých podmínek a holomrazů. Je to jedna z nejpěstovanějších odrůd v České republice a vyniká vysokým obsahem oleje (MONSANTO, 2014).

Obr. č. 2: Porost řepky olejné před kvetením v roce 2014



4.2.3 Použité analytické metody

4.2.3.1 Analýza půdního vzorku

Stanovení minerálního dusíku v půdě

Minerální dusík je stanoven sečtením amonného a nitrátového dusíku. Pro stanovení amonného i nitrátového dusíku se využívá iontově selektivní metoda (ŠKARPA, 2010).

Stanovení příslušných živin v půdě dle Mehlich III

Obsah přístupného P, K, Ca a Mg je stanoven ve výluhu Mehlich III. Stanovení draslíku se provádí přímo z výluhu zeminy pomocí 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 vodorozpustné síry

Obsah vodorozpustné síry je stanoven ve vodném výluhu v poměru 1:5. Metoda měření se nazývá ICP-OES a je prováděna spektrometrickou analýzou (ZBÍRAL, 2002).

4.2.3.2 Analýza semene řepky

Olejnatost

Celkové množství oleje v semenech bylo stanoveno pomocí gravimetrie po trojnásobné extrakci n-hexanem (NOVOTNÝ, 2006).

4.2.4 Použité statistické metody

Data výnosu a olejnatosti za všechna vegetační období byla vyhodnocena vícefaktorovou analýzou variace ANOVA v softwaru STATISTICA CZ 12.

5 VÝSLEDKY

5.1 Obsah minerálního dusíku v půdě

Tabulka č. 8: Obsah minerálního dusíku v půdě

Datum	Varianta	Obsah N min (mg/kg)		
		N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N _{min}
18.4.2013	nehnojeno	3,00	1,61	4,61
	močovina (děl.)	12,34	3,38	15,72
	močovina (jed.)	47,21	4,81	52,02
	UREAstabil	44,13	7,11	51,24
	ALZON 46	29,19	3,27	32,47
4.4.2014	nehnojeno	2,32	1,50	3,8
	močovina (děl.)	28,50	2,35	30,9
	močovina (jed.)	10,20	1,93	12,1
	UREAstabil	21,80	1,58	23,4
	ALZON 46	6,39	2,03	8,4
14.4.2015	nehnojeno	81,4	40,3	122
	močovina (děl.)	48,1	16,2	64,3
	močovina (jed.)	35,0	10,8	45,8
	UREAstabil	43,3	9,42	52,7
	ALZON 46	7,56	7,51	15,1

V tabulce č. 8 jsou znázorněné hodnoty N_{min} v půdě při odběrech provedených po regeneračním hnojení.

5.2 Výnos semene řepky ozimé

Na výnos semene řepky ozimé nemělo použití regeneračního hnojení prokazatelný vliv v žádném ze sledovaných roků.

Z tabulky č. 9 vyplývá, že výnos semene řepky byl ovlivněn ročníkem velmi vysoce průkazně. Varianty hnojení a rok v interakci s variantami vychází neprůkazně.

Tabulka č. 9: Analýza variance hodnot výnosu semene řepky ozimé

	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměr čtverců	F	p
Rok	2	39,7255	19,8627	43,220	VVP
Varianta hnojení	4	1,4335	0,3584	0,780	NP
Rok*Varianta hnojení	8	0,8884	0,1111	0,242	NP
Chyba	45	20,6809	0,4596		
Celkem	59	62,7284			

Pozn.: NP – neprůkazný vliv, VVP - velmi vysoce významný

V tabulce č. 10 je patrný nejlepší výsledek ve výnosu varianty s dělenými dávkami močoviny. Tato varianta dosáhla nejlepšího výnosu v každém roce sledovaného období. V průměru byl výnos u varianty s dělenou aplikací močoviny 3,32 t.ha⁻¹. Z variant, kde nebyla dávka hnojení aplikována děleně, byl nejlepší výsledek dosažen u varianty ALZON 46. Výnos u varianty ALZON 46 byl 3,12 t.ha⁻¹ tedy o 0,2 t.ha⁻¹ menší než u močoviny s dělenou aplikací. Nejmenšího výnosu dosáhla varianta s jednorázovou aplikací močoviny a to 2,92 t.ha⁻¹.

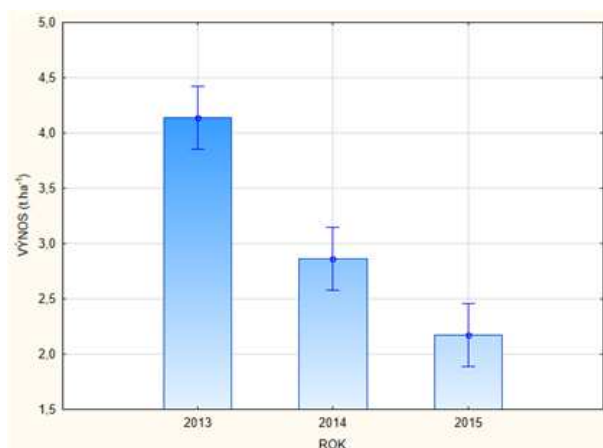
Tabulka č. 10: Průměrné výnosy semene řepky olejné a průkaznost jejich rozdílů podle Tukey.

Faktor	Úroveň faktoru	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost t	Procentický rozdíl
Rok	2013	20	4,14 ± 0,57	a	100
	2014	20	2,86 ± 0,80	b	69
	2015	20	2,17 ± 0,50	c	52
Variety hnojení	nehnojeno	12	2,89 ± 1,22	a	100
	močovina - děleně	12	3,32 ± 0,87	a	115
	močovina - jednorázově	12	2,92 ± 0,96	a	101
	UREA Stabil	12	3,04 ± 1,18	a	105
	ALZON 46	12	3,12 ± 1,00	a	108

Pozn.: N - počet pozorování; pokud jsou u rozdílů průměrů uvedena shodná písmena, rozdíly nejsou významné

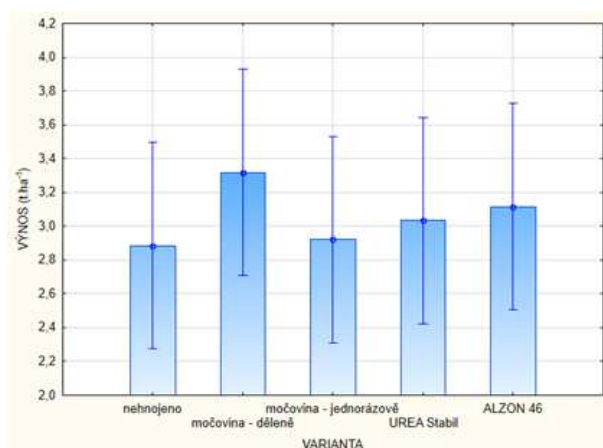
Z grafu č. 6 lze vyčíst rozdíl průměrných výnosů semene řepky ozimé v jednotlivých letech. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo v roce 2013, kdy se sklídilo průměrně $4,14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ semene. Naopak nejnižšího výnosu se dosáhlo v roce 2015, kdy se v průměru sklídilo pouhých $2,17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ semene. Tento výnos byl dramaticky ovlivněn napadením krytonoscem řepkovým.

Graf č. 6: Srovnání výnosu semene řepky olejné jednotlivých roků od 2013 do 2015



V grafu č. 7 je vidět srovnání výnosu u jednotlivých variant. Všechny hnojené varianty dosahují průměrně vyššího výnosu než kontrolní nehnojená varianta.

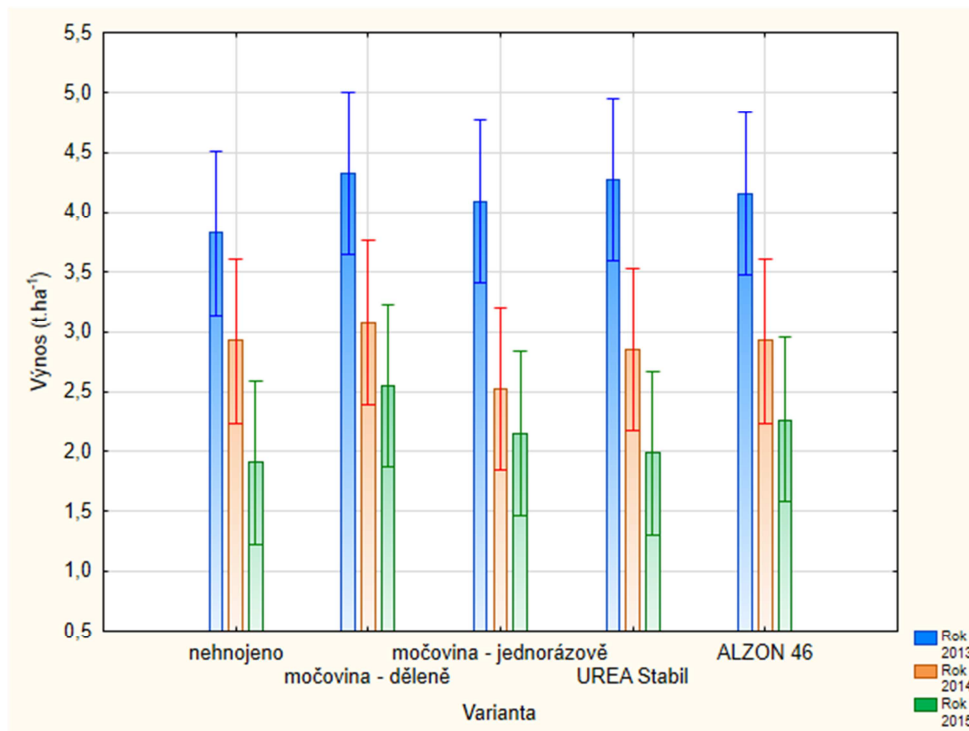
Graf č. 7: Srovnání výnosu semene řepky ozimé jednotlivých variant od 2013 do 2015



V grafu č. 8 je srovnání výnosu u jednotlivých variant v interakci s rokem 2013 až 2015. Ve všech třech letech byl nejvyšší výnos dosahován u varianty s dělenou

dávku močoviny. Naopak nejnižší byl u nehnojené varianty s výjimkou roku 2014, kdy bylo nejmenšího výnosu dosaženo u varianty s jednorázovou aplikací močoviny.

Graf č. 8: Srovnání výnosu semene řepky ozimé jednotlivých variant v roce 2013 až 2015



5.3 Obsah oleje v semenech řepky ozimé

Obsah v semenech řepky ozimé byl velmi vysoce průkazně ovlivněn podmínkami ročníku, variantami hnojení i interakcí těchto faktorů.

Tabulka č. 11: Analýza variance olejnatosti semen řepky olejné.

	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměr čtverců	F	p
Rok	2	8,3	4,2	14,0	VVP
Varianta hnojení	4	23,8	5,9	20,0	VVP
Rok*Varianta hnojení	8	8,6	1,1	3,6	VVP
Chyba	45	13,4	0,3		
Celkem	59	54,1			

Pozn.: VVP – velmi vysoce průkazný

Z tabulky č. 12 je patrná průkazně se snižující olejnatost u hnojených variant, nejvíce u varianty s dělenou močovinou. Olejnatost u varianty s dělenou dávkou močoviny dosáhla 41 %. U hnojiv aplikovaných v jednorázové dávce byla nejvyšší olejnatost u varianty ALZON 46 a tedy 41,72 %. Vůbec nejvyšší olejnatosti bylo dosaženo u nehnojené varianty. Ta byla o 3 % vyšší než u druhé nejlepší olejnatosti ALZONU 46. Olejnatost u varianty UREA Stabil a močovina s jednorázovou aplikací byla přitom téměř totožná jako u varianty ALZON 46.

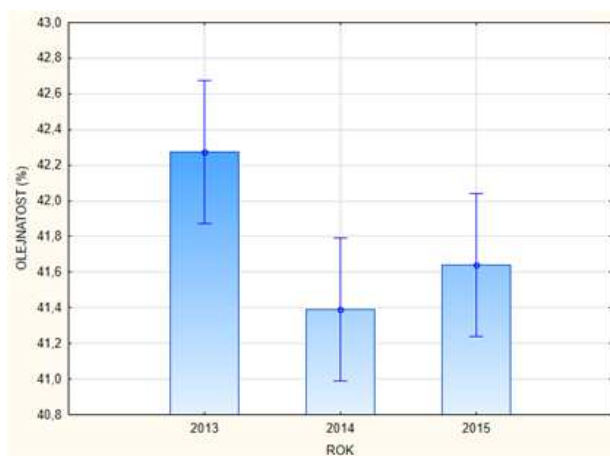
Tabulka č. 12: Průměrná olejnatost semene a průkaznost jejich rozdílu podle Tukey.

Faktor	Úroveň faktoru	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Rok	2013	20	42,28 ± 0,52	a	100
	2014	20	41,39 ± 1,19	ab	98
	2015	20	41,64 ± 0,85	b	98
Variety hnojení	nehnojeno	12	42,92 ± 0,62	a	100
	močovina - děleně	12	41 ± 0,77	b	96
	močovina - jednorázově	12	41,67 ± 0,74	b	97
	UREA Stabil	12	41,55 ± 0,89	b	97
	ALZON 46	12	41,72 ± 0,65	b	97

Pozn.: N - počet pozorování; pokud jsou u rozdílů průměrů uvedena shodná písmena, rozdíly nejsou významné.

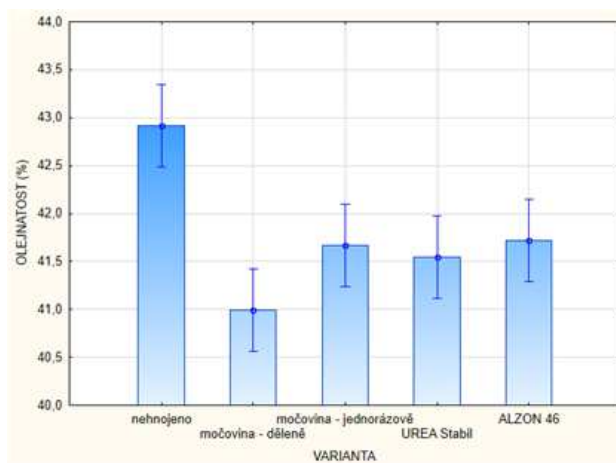
V grafu č. 9 vidíme olejnatost semene řepky ozimé od roku 2013 do roku 2015. Nejvyšší olejnatost byla zaznamenána v roce 2013 a to 42,28 %. Druhá nejvyšší olejnatost byla 41,64 % v roce 2015. S rozdílem téměř 0,9 % oproti roku 2013 byla menší olejnatost v roce 2014 a tedy 41,39 %.

Graf č. 9: Srovnání olejnatosti semene řepky ozimé jednotlivých roků od 2013 do 2015



V grafu č. 10 je vidět srovnání olejnatosti semene řepky ozimé u jednotlivých variant hnojení. Všechny varianty hnojené jednorázovou dávkou byly na podobné úrovni okolo od 41,55 % až do 41,72 %. O poznání méně měla varianta s dělenou aplikací močoviny a to 41%. Naopak nehnojená varianta měla téměř 43%.

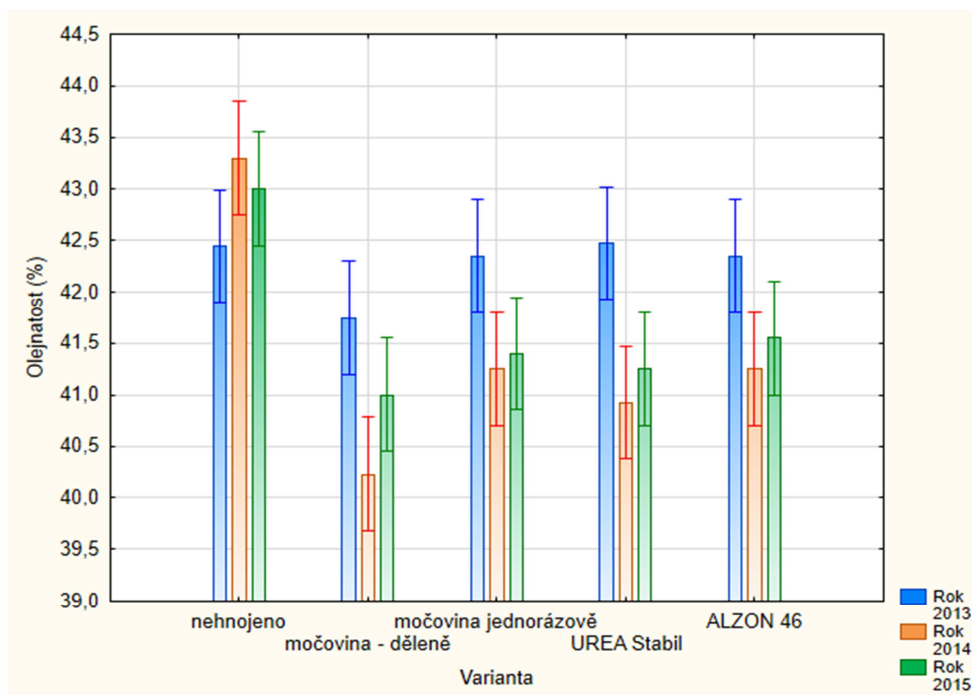
Graf č. 10: Srovnání olejnatosti semene řepky olejné jednotlivých variant od 2013 do 2015



V grafu č. 11 je srovnání olejnatosti u jednotlivých variant v interakci s rokem 2013 až 2015. Nejvyšší olejnatosti za všechny tři roky bylo dosaženo v roce 2014 u nehnojené varianty. Stejně tak tomu bylo v roce 2015. Pouze v roce 2013 byla nejvyšší olejnatost u varianty UREA Stabil a to téměř 42,5%. V ostatních letech byla ale tato

varianta nejhorší ze všech variant hnojených jednorázovou aplikací. Nejnižší olejnatosti bylo vždy dosaženo u varianty s dělenou dávkou močoviny. V roce 2014 bylo u této varianty dosaženo nejhoršího výsledku necelých 40,5%.

Graf č. 11: Porovnání olejnatosti semen řepky olejné u jednotlivých variant v roce 2013



5.4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Do hodnocení ekonomických aspektů regeneračního hnojení byly započítány náklady za cenu hnojiva a přibližná tržba získaná z eventuálního prodeje, kdy za 1 tunu semene bylo počítáno s 11 000 korunami v roce 2013 a v roce 2014 až 2015 s cenou nižší a to 9800 korun. Pro náklady na aplikaci bylo počítáno s 200 korunami na hektar. Ceny jednotlivých položek byly zjišťovány pro každý rok pokusu zvlášť.

Tabulka č. 21: Porovnání variant hnojení vzhledem k výsledným ziskům.

ROK	Varianta	Výnos [t.ha ⁻¹]	Tržba [Kč.ha ⁻¹]	Množství použitého dusíku [kg.ha ⁻¹]	Náklady na aplikaci [Kč.ha ⁻¹]	Náklady na hnojení [Kč.ha ⁻¹]	Výsledný zisk oproti nehnojeno [Kč.ha ⁻¹]	Koeficient ekonomické efektiv.
2013	nehnojeno	3,83	42130	0	0	0	0	0
	močovina (děl.) - (DAM 390)	4,33	47630	194	600	4492	1007	0,22
	močovina (jed.)	4,1	45100	194	200	4417	-1447	-0,33
	UREA Stabil	4,27	46970	194	200	4842	-420	-0,09
	ALZON 46	4,16	45760	194	200	5260	-1251	-0,24
2014	nehnojeno	2,93	28665	0	0	0	0	0
	močovina (děl.) - (DAM 390)	3,08	30135	194	600	4588	-3118	-0,68
	močovina (jed.)	2,53	24745	194	200	4124	-8044	-1,95
	UREA Stabil	2,85	27930	194	200	4842	-5577	-1,15
	ALZON 46	2,93	28665	194	200	4631	-4631	-1,00
2015	nehnojeno	1,91	18669	0	0	0	0	0
	močovina (děl.) - (DAM 390)	2,55	24990	194	600	4735	1586	0,33
	močovina (jed.)	2,15	21070	194	200	4335	-1934	-0,45
	UREA Stabil	1,98	19429	194	200	4842	-4083	-0,84
	ALZON 46	2,27	22222	194	200	4631	-1079	-0,23

Pozn.: ceny hnojiv v jednotlivých letech: močovina 10 000 Kč.t⁻¹ v roce 2013, 9300 Kč.t⁻¹ v roce 2014 a v roce 2015 9800 Kč.t⁻¹, UREA Stabil 11 100 Kč.t⁻¹ v roce 2013 – 2015, ALZON 46 cena 12 000 Kč.t⁻¹ v roce 2013 a později 10500 Kč.t⁻¹ v roce 2014 i 2015. DAM 390 stál 6 300 Kč.t⁻¹ a v roce 2014 a 2015 6400 Kč.t⁻¹.

Z koeficientu ekonomické efektivity lze vyčíst, jaký byl přírůstek výnosu na jednu korunu vynaloženou k hnojení. Nejvyšší přírůstek výnosu byl zaznamenán u varianty s dělenou aplikací močoviny a nejnižší u varianty s jednorázovou aplikací močoviny. Takto se tyto hodnoty opakovaly v každém roce kromě roku 2015, kdy na tom byla nejhůře varianta UREA Stabil.

6 DISKUZE

Varianta s hnojivem UREA Stabil prokázala své přednosti hlavně v jarních měsících ve všech sledovaných letech, kdy nebylo velké množství srážek nebo byl jejich úhrn značně nepravidelný. Účinek tohoto hnojiva při nízkém úhrnu srážek potvrzují také RUŽEK ET AL., (2006). Uvádí ve své práci potřebu alespoň 5 mm srážek pro jeho úplné rozpuštění a transport molekul močoviny do půdy. V tabulce č. 8 je tak patrný u hnojiva UREA Stabil vyšší obsah amonného dusíku v půdě. V následujících měsících se ale úhrn srážek výrazně zvýšil, čímž byly nitráty, tedy výsledek nitrifikace amoniaku, vyplavovány. V důsledku toho nedosahovala tato varianta takových výnosů.

Varianta ALZON 46 v jarních měsících přicházela vlivem sucha o dusík. V tabulce č. 8 jsou tak patrné nízké hodnoty amonného dusíku po regeneračním hnojení. Řepka tak neměla v jarních měsících takové množství dusíku jako u ostatních variant. To potvrzuje i MRÁZ (2012), který uvádí pomalou účinnost hnojiva ALZON 46 oproti jiným močovinám. V dalších měsících, kdy úhrn srážek dosahoval vysokých hodnot, se díky inhibitoru nitrifikace omezilo vyplavování nitrátů. ALZON 46 tak poskytl v pozdějších fázích vývoje dostatek dusíku a kompenzoval tak ztráty z jarního období. Takovéto tvrzení potvrzuje ve své práci i EDMEADES (2004) a PIŠANOVÁ, RŮŽEK (2006).

Močovina aplikovaná jednorázově dosáhla vždy ze všech hnojených variant nejhorších výnosů. V jarních měsících ztrácela tato varianta dusík po aplikaci vlivem sucha. I přesto se díky své dobré rozpustnosti u této varianty v půdě nacházelo větší množství amonného dusíku než u varianty ALZON 46 viz tabulka č. 8. V pozdějších měsících ztrácela tato varianta dusík vlivem přeměny amonného dusíku na nitrátový a jeho vyplavováním.

Nejlepších výnosů ve všech třech letech dosahovala varianta s močovinou aplikovanou děleně ve třech hnojeních. Došlo tak k menšímu negativnímu ovlivnění dávek dusíku vlivem povětrnostních podmínek. Porosty řepky tak měly optimálnější množství dusíku po celé vegetační období.

Rozdíly v olejnatosti semene řepky ozimé byly vyhodnoceny jako statisticky velmi vysoce průkazné. Nehnojená varianta měla olejnatost v průměru 42,92 %, což je

o 3 % vyšší olejnatost oproti ostatním variantám. U hnojených variant byla nejvyšší olejnatost u ALZONU 46, což ve své práci potvrzují také BEČKA ET AL. (2012) i ŠIMKA ET AL. (2010). Podle autorů ZUKOVÁ, VAŠÁK (2003) se průměrná olejnatost pohybuje v rozmezí od 42,2 do 42,8 %. Také uvádějí nejčastější důvody snížení olejnatosti jako je např. sušší ročník a agrotechnické vlivy. Na pokusech v Žabčicích se tak mohlo projevit na snížené olejnatosti nerovnoměrné rozložení srážek a nízké zastoupení vodorozpustné síry viz tabulka č. 2. Nízké množství vodorozpustné síry v půdě potvrzuje i KOVÁČIK (2008), který uvádí limitující množství pro potřebné doplnění 13 mg.kg^{-1} .

Z hlediska ekonomické efektivity vycházela nejlépe každý rok varianta s dělenou aplikací močoviny. U variant s jednorázovou dávkou hnojiva nepomohlo ani snížení nákladů za menší počet přejezdů. V praxi se dá však předpokládat pozitivní snížení nároků na organizaci práce hlavně při velkém pracovním vytížení, což by mnohdy mohlo hlavně u variant se stabilizovanými hnojivy vylepšit ekonomickou efektivnost v rámci celého podniku.

7 ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo pomocí maloparcelkových pokusů zhodnotit účinek stabilizovaných močovín na výnos a olejnatost semene řepky. Na základě výsledků tříletého pokusu tak lze vyvodit následující závěry:

Vliv stabilizovaných močovín na výnos nebyl ve srovnání s ostatními variantami statisticky prokázán. U všech hnojených variant bylo dosahováno vyšších výnosů ve srovnání s nehnojenou variantou. Nepotvrdil se ale předpokládaný vyšší výnos u variant se stabilizovanými močovínami oproti variantě s dělenou aplikací močoviny. Obsahem minerálního dusíku v půdě se však potvrdila efektivnost hnojiv UREA Stabil a ALZON 46 minimalizovat ztráty dusíku.

Proto lze doporučit s ohledem na povětrnostní podmínky aplikaci tohoto hnojiva spíše ve více než v jedné dávce (v našem případě $194 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$). Tedy polovinu dávky aplikovat jako regenerační hnojení a druhou dávku aplikovat jako produkční za použití hnojiva ALZON 46.

Olejnatost nehnojené varianty vyšla statisticky velmi vysoce průkazně oproti ostatním hnojeným variantám. Měla o 3 % vyšší olejnatost. Všechny varianty byly však negativně ovlivněny povětrnostními podmínkami a nedostatečným zásobením půdy a dosáhly tedy nižších než průměrných hodnot olejnatosti v České Republice.

Z finančního hlediska byla jako nejlepší ze všech hnojených variant v každém roce varianta s dělenou aplikací močoviny a nejhorší varianta s jednorázovou aplikací močoviny. Je zde ale potřeba zohlednit budoucí ekonomické vyhlídky, kde nemůžeme opomenout mimo výše zmíněných výhod i celkové zlepšení půdních vlastností, které už dnes nejsou nejlepší, dokonce mnohdy i katastrofální. Sníženým množstvím přejezdů, optimalizací dávkování hnojiv s inhibitory a možností kombinace i s moderními technologiemi nám dává možnost zlepšit zdraví našich půd a vyhnout se tak v budoucnu velkým ekonomickým vstupům na její obnovu.

8 POUŽITÁ LITERATURA

ASSOCIATION OF AMERICAN PLANT FOOD CONTROL OFFICIALS (AAPFCO), (1997): *Official Publication No. 57.*, Association of American Plant Food Control Officials, Inc., West Lafayette, Indiana, USA

AGROFERT, 2010: *Alzon 46 - stabilizovaná dusíkatá hnojiva snižují pracnost, zvyšují výnosy a jsou šetrná k životnímu prostředí*, Informativní leták k hnojivu.

BALÍK J., 2007 In: BARANYK P., FÁBRY A., 2007: *Řepka – pěstování – využití – ekonomika*. Profi Press, Praha, 14, 121, 126 – 130 s.

BARANYK P., FÁBRY A., 2007: *Řepka – pěstování – využití – ekonomika*. Profi Press, Praha

BARANYK P., BALÍK J., HÁJKOVÁ M., HAVEL J., KAZDA J., LOŠÁK T., MÁLEK., MARKYTÁN P., PLACHKÁ E., RICHTER R., SOUKUP J., STRAŠIL Z., ŠAROUN J., ŠKEŘÍK J., ŠMIROUS P., ŠTRANC P., VOLF M., VRBOVSKÝ V., ZEHNÁLEK P., ZELENÝ V., 2010: *Olejniny*, Profi Press s. r. o., Praha

BEČKA D., VAŠÁK J., ZUKALOVÁ H., MIKŠÍK V., 2007: *Řepka ozimá – pěstitelský rádce*. Kurent s. r. o., České Budějovice

BEČKA D., ŠIMKA J., CIHLÁŘ P., VAŠÁK J., 2012: *Využití močoviny s inhibitory pro výživu ozimé řepky na jaře*. ŘEPKA- odborná příloha časopisu Úroda, 60 (4): 12-14 s.

ČERNÝ J., BALÍK J., TLUSTOŠ P., NĚMEČEK R., 1997: *Minerální a organický dusík v půdě Agris* Databáze online [cit. 15. 12. 2015]. Dostupné na: <http://www.agris.cz/clanek/118821/mineralni-a-organicky-dusik-v-pude>

ČERNÝ J., KOVAŘÍK J., KULHÁNEK M., BALÍK J., 2015: *Hnojení řepky na podzim*, Databáze online, [poslední aktualizace 28. 7. 2015], [cit. 9. 3. 2016]. Dostupné z: <http://agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-repky-na-podzim>

DUSLO A. S., 2013: *Hnojiva*. Databáze online [cit. 22. 2. 2016]. Dostupné na: <http://www.duslo.sk/sk/produkty/hnojiva/dusikate-hnojiva>

EDMEADES D. C. (2004): Nitrification and Urease Inhibitors. Enviroment Waikato Technical Report (22), 32 s.

FAOSTAT, 2013: *Food and agriculture organization of the united nations statistics division – input, fertilizers*, Databáze online, [cit. 20. 2. 2016]. Dostupné na: <http://faostat3.fao.org/download/R/RF/E>

FECENKO J., LOŽEK O. 2000: *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra, 25, 61, 169 s.

HLUŠEK J., 2004: *Minerální hnojiva dusíkatá, Multimediální učební texty z výživy rostlin*, Databáze online, [poslední aktualizace 23. 1. 2004], [cit. 20. 2. 2016]. Dostupné z:
http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/a_index_hnojiva.htm

IVANIČ J., KNOP K., HAVELKA B. 1984: *Výživa a hnojení rostlin*, 2. Přpracované a doplněné vydání, Příroda, Bratislava, 482 s.

KOVÁČIK P., 2008: *Kritériá výživného stavu rastlín makroelementmi a systémy hnojenia hlavných poľných plodín*, KAVR SPU, Nitra, 50 s.

LOVOCHEMIE LOVOSICE A. S., 2014: *Dusíkatá hnojiva*. Databáze online, [cit. 22. 2. 2016]. Dostupné na: <http://www.lovochemie.cz/cs/produkty/detail-produktu/lovofert-cn-15-5-3>

MACH J., 2012: *Základní hnojení řepky ozimé*. Agromanuál, 7 (4): 90.

MACADAM B., X.M.B., PRADO DEL A., MERINO P., ESTAVILLO J.M., PINTO M., GONZALEZ – MURUA C., 2003: *Dicyandiamide and 3,4 - dimethyl pyrazole phosphate decrease N₂O emissions fro grassland but dicyandiamide produces deleterious effects in clover*. JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY, 160, 1517 - 1523

MINISTERSTVO ZEMĚDLSTVÍ, 1998: Kritéria pro hodnocení výsledků chemických rozborů zemědělských půd, Databáze online [cit. 29. 3. 2016]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100050334.html>

MONSANTO ČR, S. R. O., 2014: *Osiva DEKALB – Řepka* [cit. 07. 04. 2014]. Dostupné na: <https://www.dekalb.cz/repka/katalog-produktu/dkexquisite>

MRÁZ J., 2007: *UREA stabil - efektivní zdroj dusíku pro polní plodiny*, Sborník referátů, Prosperující olejnin, ČZU, Praha

MRÁZ J., 2012: *Podzimní výživa řepky ozime*, Agromanuál, 7 (8): 66 – 67.

MRÁZ, J., 2013: *Močovina a vliv inhibitorů na její uplatnění* [online]. [cit. 02. 04. 2014]. Dostupné z: <http://www.agra.cz/aktualni-informace/mocovina-a-vliv-inhibitoru-na-jeji-uplatneni.html>

NOVOTNÝ F., 2006: *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd II.: jednotné pracovní postupy*. ÚKZÚZ, Brno, 206 s.

PIŠÁNOVÁ J., RŮŽEK P., 2006: *Uplatnění inhibitoru ureasy a nitrifikace při používání dusíkatých hnojiv*, Sborník vědeckých a odborných prací z konference: Nové trendy v používání dusíkatých hnojiv, AGRA GROUP a.s., Brno, Praha

RICHTER R., 2004: *Biogenní prvky - dusík*, *Multimediální učební texty z výživy rostlin* [online], [poslední aktualizace 27. 1. 2004], [cit. 3. 2. 2016]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm

RICHTER R., 2007: *Živinný režim půd - dusík v půdě*, *Multimediální učební texty z výživy rostlin* [online], [poslední aktualizace 16. 1. 2007], [cit. 07. 12. 2015]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/puda_n.htm

RŮŽEK P., PÍŠANOVÁ J., KUSÁ H., 2006: *Nové dusíkaté hnojivo UREA^{stabil} a jeho uplatnění ve výživě rostlin*, Sborník vědeckých a odborných prací z konference: Nové trendy v používání dusíkatých hnojiv, AGRA GROUP a.s., Brno, Praha

RYANT P., 2012: *Základní hnojení řepky ozimé*. Agromanuál, 7 (8): 64 – 65.

ŠETLÍK I., SEIDLOVÁ F., ŠANTRŮČEK J., 2004: *Fyziologie rostlin – Minerální a organická výživa rostlin* [online], [poslední aktualizace 5. 3. 2004], [cit. 3. 2. 2016]. Dostupné z: <http://web.natur.cuni.cz/biochem/kucera/rostliny/is/kap10.pdf>

ŠIMKA J., BEČKA D., VAŠÁK J., CIHLÁŘ P., VLAŽNÝ P., 2010: *Využití stabilizovaných močovín ve výživě řepky ozimé*, Sborník z konference - Prosperující olejniny, ČZU, Praha

ŠKARPA P., 2010: *Multimediální učební texty Laboratorní výuka z výživy rostlin - Stanovení amonného dusíku Nesslerovým činidlem* [online], [poslední aktualizace 21. 1. 2010], [cit. 29. 3. 2016]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/index.php?N=1&I=3&J=11&K=3

ŠKARPA P., 2010: *Stanovení nitrátonéjodusíku Nesslerovým činidlem, Multimediální učební texty Laboratorní výuka z výživy rostlin* [online], [poslední aktualizace 21. 1. 2010], [citováno dne 25. 3. 2013]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/index.php?N=1&I=3&J=11&K=4

ŠKARPA P., RYANT P., 2015: *The atlas of mineral fertilizers: Atlas minerálních hnojiv*, 1st edition, Mendel university, Brno

TRENKEL, M. E., 1997: *Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture (Improving Fertilizer Use Efficiency)*, International Fertilizer Industry Association, Paris

VANĚK V., BALÍK J., PAVLÍKOVÁ D., TLUSTOŠ P., 2007: *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*, Profi Press, s. r. o., Praha

VANĚK V., PAVLÍKOVÁ D., BALÍK J., TLUSTOŠ P., 1997: *Dusík v půdě a jeho přeměny*, Agris [online] Databáze online [cit. 14. 12. 2015]. Dostupné na: <http://www.agris.cz/clanek/118806/dusik-v-pude-a-jeho-premeny>

VARGA L., DUCSAY L., FIALOVÁ A., 2013: *Výživa a hnojení repky ozimnej*, Úroda, 61 (6): 66 - 70 s

YARA International ASA, 2012: *Dusíkatá hnojiva*. Databáze online, [cit. 23. 3. 2016]. Dostupné na: http://www.yaraagri.cz/fertilizer/products/main_field_fertilizer/nitrogen/urea_granulate_d.aspx

ZÁHORA J., RYANT P., ŠKARPA P., 2015: *Půdní úrodnost a biologická aktivita půdy*, Sborník z konference: Racionální používání hnojiv, ČZU Praha, 26 s.

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

ZUKALOVÁ H., VAŠÁK J., 2003: *Možnosti ovlivnění tržní kvality řepky, maku a hořčice*, Sborník: Řepka, Mák, Hořčice, ČZU, Praha, 8 – 16 s.

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Formy dusíku v půdě (IVANIČ ET AL, 1984).	14
Tabulka č. 2: Agrochemické vlastnosti půdy před založením pokusu	29
Tabulka č. 3: Ošetřování porostu během vegetace – Žabčice 2012 – 2013	30
Tabulka č. 5: Ošetřování porostu během vegetace – Žabčice 2014 – 2015	30
Tabulka č. 6: Varianty hnojení	31
Tabulka č. 7: Termíny hnojení ve sledovaném období	31
Tabulka č. 8: Obsah minerálního dusíku v půdě	34
Tabulka č. 9: Analýza variance hodnot výnosu semene řepky ozimé	35
Tabulka č. 10: Průměrné výnosy semene řepky olejné a průkaznost jejich rozdílů podle Tukey.	35
Tabulka č. 11: Analýza variance olejnatosti semen řepky olejné.	37
Tabulka č. 12: Průměrná olejnatost semene a průkaznost jejich rozdílů podle Tukey.	38
Tabulka č. 21: Porovnání variant hnojení vzhledem k výsledným ziskům	41

10 SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Dlouhodobý normál teplot a srážek za období 1961 - 1990.....	26
Graf č. 2: Průběh teplot a srážek v roce 2012.....	27
Graf č. 3: Průběh teplot a srážek v roce 2013	27
Graf č. 4: Průběh teplot a srážek v roce 2014.....	28
Graf č. 5: Průběh teplot a srážek v roce 2015.....	28
Graf č. 6: Srovnání výnosu semene řepky olejné jednotlivých roků od 2013 do 2015.	36
Graf č. 7: Srovnání výnosu semene řepky ozimé jednotlivých variant od 2013 do 2015	36
Graf č. 8: Srovnání výnosu semene řepky ozimé jednotlivých variant v roce 2013 až 2015	37
Graf č. 9: Srovnání olejnatosti semene řepky ozimé jednotlivých roků od 2013 do 2015	39
Graf č. 10: Srovnání olejnatosti semene řepky olejné jednotlivých variant od 2013 do 2015	39
Graf č. 11: Porovnání olejnatosti semen řepky olejné u jednotlivých variant v roce 2013	40