



**Podzimní aplikace stabilizovaného dusíkato- sirmého
hnojiva u řepky ozimé**
Bakalářská práce

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

Vypracoval:
Petr Vrtěl

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Petr Vrtěl**
Studijní program: Agrobiologie
Obor: Fytotechnika
Název tématu: **Podzimní aplikace stabilizovaného dusíkato-sírného hnojiva u řepky ozimé**
Rozsah práce: cca 30 – 40 stran

Zásady pro vypracování:

1. Studium literárních pramenů týkajících se řešené problematiky.
2. Zpracování literární rešerše se zaměřením na výživu řepky ozimé.
3. Založení a vedení maloparcelkového polního pokusu s podzimní aplikací dusíku a síry.
4. Posouzení vlivu sledovaných hnojiv na výnosové a kvalitativní parametry sklizeného semene řepky ozimé.
5. 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. 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.
3. RYANT, P. a kol. Multimediální učební texty z výživy rostlin. [online]. 2003. URL: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin.
4. VANĚK, V. a kol. *Výživa polních a zahradních plodin*. Praha: Profi Press, 2007. 176 s. ISBN 978-80-86726-25-0.
5. *Výživa a hnojení polních plodin*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2000. 442 s. ISBN 80-7137-777-5.
6. MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. vyd. London: Academic Press, 2006. 889 s. ISBN 978-0-12-473543-9.

Datum zadání bakalářské práce: březen 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017



Petr Vrtěl
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 práci:

.....
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 a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, 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

Na tomto místě bych rád vyjádřil poděkování svému vedoucímu práce doc. Ing. Pavlu Ryantovi, Ph. D. za vedení a odbornou pomoc při zpracování této bakalářské práce. Také bych rád poděkoval společnosti AGROFERT, a. s., která financovala polní pokus.

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce bylo posouzení efektivity technologie podzimního přihnojení stabilizovaným dusíkato-sirným hnojivem (ENSIN) u řepky ozimé. Problematika byla řešena v hospodářském roce 2014/2015 formou maloparcelkového polního pokusu na pozemcích Školního zemědělského podniku v Žabčicích. V rámci pokusu byl hodnocen byl vliv jednotlivých variant hnojení výnos a olejnatost semene řepky ozimé .

Do pokusu byly zařazeny tyto varianty aplikace hnojiva ENSIN: varianta č. 1 na podzim nehnojena , varianta č. 2 na podzim hnojena, varianta č. 3 hnojena na podzim později a varianta č. 4 hnojena na podzim později a na jaře na počátku dlouhivého růstu .

Rozdíly mezi výnosy jednotlivých variant byly statisticky neprůkazné, avšak nejlépe dopadla varianta č. 4. Olejnatost nebyla statisticky průkazná.

Klíčová slova: podzimní hnojení, řepka ozimá, inhibitor nitrifikace, stabilizovaná hnojiva

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis was to evaluate the efficiency of autumn fertilization technology with stabilized nitrogen-sulfur fertilizer (ENSIN) in oilseed rape. The experiment was established in the economical year 2014/2015 in the form of a small-plot field experiment on the fields of the School farm in Žabčice. Evaluation criterions were seed yield and oil content of oilseed rape.

The following variants of the ENSIN fertilizer application were included in the experiment: variant 1 in the autumn was not fertilized, variant 2 was in the autumn fertilized, variant 3 fertilized in the autumn later and variant 4 fertilized in autumn later and in spring at the beginning of elongation .

The variants of fertilization were statistically inconclusive in seed yield and oil content. Highest yield had variant 4.

Key words: autumn fertilization, oilseed rape, inhibitor of nitrification, stabilized fertilizer

OBSAH

1.	ÚVOD.....	9
2.	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1	Výživa řepky ozimé.....	10
2.2	Hnojení řepky	11
2.2.1	Hnojení řepky dusíkem.....	11
2.2.2	Hnojení řepky sírou	13
2.3	Hnojiva s pozvolným uvolňováním živin.....	14
2.4	Stabilizovaná hnojiva	14
2.4.1	Inhibitory ureázy	14
2.4.2	Inhibitory nitrifikace.....	15
3.	CÍL PRÁCE	17
4.	METODIKA POKUSU	18
4.1	Charakteristika stanoviště.....	18
4.2	Vedení pokusu	20
4.3	Popis použitého materiálu	21
4.3.1	Použité osivo	21
4.3.2	Použitá hnojiva	21
4.4	Použité analytické metody.....	22
4.4.1	Stanovení výměnné půdní reakce.....	22
4.4.2	Stanovení obsahu přístupných živin.....	22
4.4.3	Stanovení vodorozpustné síry.....	22
4.4.4	Stanovení olejnatosti	22
4.5	Použité analytické metody.....	22
5.	VÝSEDKY A DISKUZE	23
5.1	Výnos semen	23
5.2	Olejnatost semen	25
5.3	Ekonomická efektivnost podzimního hnojení hnojivem ENSIN	26
6.	ZÁVĚR	28
7.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	29

8.	SEZNAM TABULEK	31
9.	SEZNAM GRAFŮ	31
10.	SEZNAM ROVNIC	31

1. ÚVOD

Řepka ozimá patří mezi nejpěstovanější plodiny, pěstuje se zhruba na 400 000 ha. Jedná se o nejvýznamnější olejninu pěstovanou v ČR s širokým spektrem využitelnosti - od potravinářského průmyslu až po energetický. Dříve se pěstovala spíše v teplejších oblastech ČR, dnes je však rozšířena na celém území.

Tato práce je zaměřena na výživu řepky ozimé, což je jeden z klíčových faktorů v pěstitelském procesu. V zemědělství je důležité neustálé zvyšování efektivity, a tak se v této práci bude zjišťovat možný pozitivní vliv podzimního přihnojení. Smyslem podzimní výživy by mělo být zajištění tvorby rozsáhlého kořenového systému, ze kterého by rostlinky řepky mohly efektivněji regenerovat v jarním období a zajistit tak vyšší výnos semen z hektaru, a tím pomoci pěstitelům k vyšším ziskům z pěstování této plodiny.

Nejdůležitějším prvkem ve výživě rostlin je dusík. Výživa rostlin dusíkem se zajišťuje aplikací hnojiv. Jedním z druhů hnojiv jsou stabilizovaná hnojiva. Tato hnojiva obsahují inhibitory nitrifikace, případně ureázy. Smyslem užití hnojiv s inhibitory nitrifikace je zpomalení přeměny amoniakálního dusíku na nitrátový, čímž se sníží riziko vyplavení nitrátů do spodních vod či uvolnění dusíku do atmosféry. Díky tomuto efektu lze aplikovat vyšší dávku dusíku a snížit tak počet přejezdů po pozemku a s tím spojeného poškození rostlin.

S klesajícím množstvím chovaného dobytka klesají oseté plochy rostlinami z čeledi bobovitých, které mají pozitivní vliv co by předplodina. Stoupá tak význam předplodinové hodnoty řepky ozimé, co by přerušovače obilných sledů, a tím i význam jejího podzimního hnojení (Ryant, 2017).

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Výživa řepky ozimé

Termínem výživa je míněn proces postupu živin z vnějšího prostředí do vnitřního prostředí rostliny. Je to proces, jehož výsledkem je produkce nové hmoty. Všechny živiny přijímají rostliny vodou a kořeny (Richter, 2003).

Většina živin je přijímaná z půdního roztoku. Příjem živin probíhá ve dvou fázích. V první fázi jsou živiny nasorbovány na povrch kořenů. Po nastolení rovnováhy mezi půdním roztokem a volným prostorem kořenů, následuje druhá fáze, ve které živiny přecházejí skrze polopropustnou membránu do nitra kořenů. Příjem živin probíhá proti koncentračnímu spádu a je pro něj typická selektivita. Selektivitou se rozumí, že rostlina si vybírá, které živiny přijme, a vůbec jí nezáleží na jejich koncentraci v půdním roztoku. Selektivitu příjmu živin do nitra buněk vysvětluje tzv. "teorie přenašečů", která říká, že to jsou složité organické látky lipoidního charakteru, které mají specifickou afinitu k vazbě s různými ionty. Přenašeče vytvoří s ionty komplex, kterému je umožněno projít skrze membránu buňky. Takto je iont přenesen, následně uvolněn. K aktivaci přenašeče je zapotřebí dodávka energie (Vaněk, 2002).

Další možností příjmu živin kořeny je výměnná absorpce adsorbovaných živinných iontů, kdy kořen uvolňuje H^+ a HCO_3^- jako produkty vydýchaného CO_2 a tím podporuje výměnu iontů na povrchu jílových a humusových částic (Richter, 2003).

Třetí možnost příjmu živin kořeny je zpřístupnění živin vázaných v půdní zásobě pomocí vylučování H^+ a organických kyselin. Tím dochází k zpřístupňování živin z chemických sloučenin a tvoří se chelátové komplexy (Richter, 2003).

Průchod iontů uvnitř rostliny je ovlivněn elektrochemickým potenciálem, díky rozdílům mezi vnitřním a vnějším prostředím buňky. Vnitřní prostor buňky vlivem enzymatické činnosti vykazuje záporný náboj, dochází tak k pasivnímu transportu na základě vyrovnávání elektrochemických potenciálů. Z toho ale nutně vyplývá, že se takto přenáší pouze kationty, zejména pak K^+ a Na^+ (Vaněk, 2002).

Ionty, které pronikly dovnitř buněk, jsou dále transportovány do místa potřeby. Některé jako K^+ a Na^+ postupují volně ve vodě, některé jsou však vázány na organické sloučeniny. Z toho vyplývá, že různé živiny se pohybují v rostlině různou rychlostí.

Na samotný proces příjmu živin má vliv spousta faktorů, které je možno rozdělit na vnitřní a vnější. Vnitřní faktory souvisejí s genetickou predispozicí, hloubkou zakořenění a celkovým vývinem kořenového systému (Vaněk, 2002).

2.2 Hnojení řepky

Řepka je na živiny náročnější než obilniny. Díky hlubokému kořenovému systému má vysoký příjem živin i ze spodnějších půdních horizontů. Její schopnost příjmu živin je až 3x větší než pšenice. Některé prvky si ovšem řepka osvojuje hůře a proto je třeba na jejich příjem dbát i za pomoci listové výživy, což je hlavně případ bóru.

Tabulka 1: Potřeba živin pro výnos 4 t/ha (Bečka, 2007)

Živina	Potřeba (kg)	Odběr od jara do počátku kvetení (%)
Draslík	225	70
Dusík	220	70
Vápník	200	60
Síra	70	35
Fosfor	45	60
Hořčík	30	30
Mangan	0,7	80
Bór	0,4	40
Molybden	0,02	20

Jak z výše uvedené tabulky vyplývá, řepka je vysoce náročná na dusík, draslík, a vápník. Většinu potřebného množství odčerpá od počátku jara do počátku kvetení.

Řepku lze hnojit statkovými hnojivy, ale z důvodu dodržení agrotechnický lhůt je v praxi upřednostňováno její zařazení mezi rostliny 2. tratě. V případě přímého hnojení řepky je důležité důkladné zapravení hmoty, 3-4 týdny před samotným setím (Baranyk, 2007).

2.2.1 Hnojení řepky dusíkem

Na podzim

Rozhodnutím pro takovéto hnojení je vytvoření dostatečně mohutného a silného kořenového systému. Není ovšem žádoucí, aby nadzemní část řepky přerůstala. Přerůstání nadzemních částí je špatné z hlediska přezimování rostlin. Přerůstání se však lze bránit aplikací regulátorů růstu. Pokud je podzimní vegetační období dostatečně dlouhé, projeví se dusíkaté hnojení nárůstem kořenové hmoty. Pokud vegetační období není dostatečné, projeví se podzimní hnojení negativně. Z toho plyne, že podzimní hnojení dusíkem je do značné míry rizikové, neboť nemůžeme s jistotou předvídat průběh počasí během daného vegetačního období (Bečka, 2007).

Na podzim můžeme hnojit jak během samotné vegetace, tak před výsevem, což se ale zpravidla neprovádí (Ryant, 2004). Pro předset'ové hnojení je nejvhodnější použít síran amonný granulovaný či Amofos (Bečka, 2007). Rozhodujícím faktorem pro provedení podzimního hnojení by pak mělo být splnění jedné z následujících podmínek - jestliže nebylo použito přímé statkové hnojení, je-li porost zakládán na mělkých skeletovitých půdách, jsou-li předplodinou dvě obilniny, setí po vhodném agrotechnickém termínu, je-li obsah dusíku v hloubce do 30 cm nižší než 15 mg/kg půdy (Ryant, 2004).

Na podzim se hnojí rostliny, které mají hustotu menší než 60 rostlin na m² (běžný stav je 70 rostlin na m²). Důležité je nehnojit v případě přerůstání rostlin.

Nejvhodnějšími hnojivy pro přihnojení na podzim jsou ledky. Obvyklá dávka je 30 kg dusíku na hektar na přelomu září a října (Bečka, 2007).

Na jaře

Aplikace se provádí co nejdříve, nejlépe ihned po zmizení sněhu. V současném způsobu pěstování se hnojení provádí systémem dělených dávek, přičemž celková dávka dusíku se pohybuje v rozmezí 60-100 kg/ha (Ryant, 2004). V jarním období je vhodné řepku přihnojit 3-4 krát. Rozestupy mezi jednotlivými dávkami by měly být v ideálním případě 14-18 dní. Pro první jarní přihnojení, které slouží k regeneraci kořenů, a druhé jarní přihnojení, které slouží k regeneraci listového srdéčka, je nejvhodnější užití ledků se sírou a dolomitem. Vhodný je i síran amonný, ovšem pouze v granulované formě, neboť krystalický by rostliny mohl popálit. Pro třetí přihnojení je vhodné užití kapalné formy dusíkatých hnojiv nebo močoviny. Pro případné čtvrté přihnojení je vhodný opět ledek.

Pokud jaro přijde až koncem března, první dvě dávky je vhodné spojit do jedné. Platí zásada, že pro 20-50 silných rostlin na m², dojde k efektivnímu využití dusíku v dávce okolo 110 kg/ha. Při vyšší hustotě porostu nemá smysl zvyšovat dávku dusíku (Bečka, 2007).

Tabulka číslo 2 udává základní rozhodovací kritéria pro hnojení řepky ozimé k dosažení výnosu 4 t/ha.

Tabulka 2: Podmínky hnojení řepky ozimé dusíkem pro výnos 4 t/ha (Bečka, 2007)

hnojení a termín	Kritéria (počet rostlin optimálně 30- 50/ m ²)	Dávka N v kg/ ha
Základní hnojení (konec srpna)	Půdy mělké, chudé nebo biologicky málo činné	30
Podzimní korekční hnojení (konec září až začátek října)	Nebylo hnojeno N před setím	30-40
Kořínková výživa březen	Období regenerace bílých kořínků- při teplotě půdy nad 2 °C	40-90
Srdéčková výživa období regenerace listové hmoty (březen)	Za 2 týdny po předchozím hnojení Obsah N min ve vrstvě do 30 cm by měl být alespoň 15 mg/ kg	40-60
Listová výživa konec dubna	Nejpozději v období prodlužování až prvních zelených pupat	40-60
Korekční hnojení konec dubna až počátek května	Předcházelo-li dlouhé období sucha během jara	20-30

2.2.2 Hnojení řepky sírou

Nedostatek síry hrozí zejména na středních a lehkých půdách s vysokým množstvím srážek a nedostatečně organicky hnojených půdách.

Na podzim

Jako základní hnojení je standardně užívána DASA či superfosfáty (Baranyk, 2007). K podzimnímu přihnojení se síra použije pouze za předpokladu, že nebyla použita v základním hnojení. Lze využít i listová hnojiva. Obvyklá dávka síry je 20 kg/ha.

Na jaře

Při hnojení na jaře se dávka síry v ideálních případech upravuje podle obsahu vodorozpustné síry v ornici. Půdní vzorky se odebírají na počátku března. Běžná dávka síry v přihnojení pak činí 20-40 kg/ha. Zmíněná dávka by se neměla překračovat, protože to vede ke zbytečné akumulaci síry v pletivech rostliny. Vysoká intenzita hnojení sírou může vést ke snížení olejnatosti semene řepky. Užít lze libovolné sirné hnojivo.

Aplikace síry by měla být ukončena do konce března, protože později rapidně klesá využitelnost sirného hnojiva řepkou z důvodu změny pohybu vody v profilu půdy (Baranyk, 2007).

2.3 Hnojiva s pozvolným uvolňováním živin

Za hnojiva s řízeným či pomalým uvolňováním živin jsou považována hnojiva v takové úpravě, která oddálí možnost přijímání živin rostlinami, či výrazně prodlouží možnost přijímání živiny z hnojiva rostlinami, než jak je běžně možné u tzv. rychle působících hnojiv jako jsou ledek amonný, močovina, fosforečnan amonný a chlorid draselný. Těchto efektů lze dosáhnout mnoha různými mechanismy, zejména pak pomocí ve vodě rozpustných polopropustných povlaků, změnou chemické struktury a hydrolyzou nízkomolekulárních ve vodě rozpustných sloučenin. Uvolňování živin u těchto hnojiv může probíhat i několik měsíců (Trenkel, 2010).

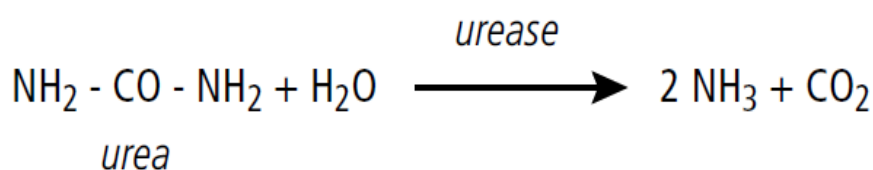
2.4 Stabilizovaná hnojiva

Stabilizovaná hnojiva jsou hnojiva obohacená o inhibitory nitrifikace. Tyto inhibitory oddálí přeměnu amoniakálního dusíku na nitrátový. Nebo mohou obsahovat inhibitory ureázy, které oddálí přeměnu močovinného dusíku na amoniakální dusík.

2.4.1 Inhibitory ureázy

Inhibitory ureázy jsou takové látky, které potlačují přeměnu močovinného (amidického) dusíku na amoniakální pomocí hydrolytického rozkladu močoviny pomocí enzymu ureázy, kterýžto rozklad lze vyjádřit rovnicí číslo 1.

Rovnice 1: Hydrolýza močoviny (Trenkel, 2010)

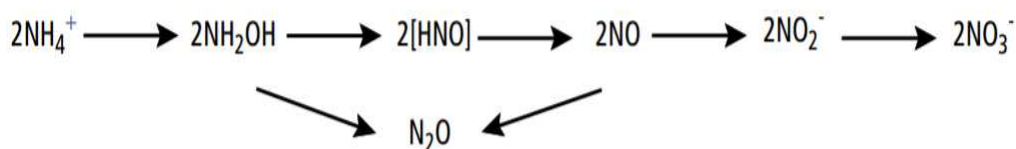


Aplikováním inhibitoru ureázy lze zastavit či zpomalit rozklad močoviny na amoniak o 7-14 dní. Uplatní se především tam, kde jsou velké ztráty amoniaku z aplikované močoviny, kde není možno močovinu ihned zapravit do půdy, nebo kde se užívají minimalizační technologie. V současnosti se uplatňují také při chovu skotu, kde jsou výkaly hlavním zdrojem emisí amoniaku (Trenkel, 2010).

2.4.2 Inhibitory nitrifikace

Inhibitory nitrifikace jsou takové látky, které oddálí bakteriální oxidaci amoniakálního kationtu. Principiálně jde o zbrzdění aktivity bakterií rodu *Nitrosomonas*, které se běžně vyskytují v půdě a dokážou transformovat amoniakální kationt na nitrit. Nitrit je pak dále v půdě oxidován bakteriemi rodu *Nitrobacter* na nitrát, jak je znázorněno v rovnici číslo 2. Hlavní tezí při užívání inhibitorů nitrifikace je zamezení vyplavováním nitrátů z půd a omezení uvolňování oxidu dusného do ovzduší. To se děje za pomoci udržení dusíku v amoniakální formě. Tato forma dusíku je v půdě špatně pohyblivá, zároveň ale rostlinami dobře přijímaná. Nedochází tak tedy ke ztrátám na obsahu dusíku a šetří se tak životní prostředí.

Rovnice 2: Přeměna amoniaku v půdě (Trenkel, 2010)



Užívání inhibitorů nitrifikace také zamezuje vysokému obsahu nitrátů v rostlinách užívaných pro konzumaci lidmi a zvířaty.

Na světě se vyskytují tisíce látek, které působí jako inhibitory nitrifikace, jenže v zemědělské praxi je třeba dodržet několik kritérií pro užití daných látek:

- nesmí mít žádný nežádoucí účinek na půdní úrodnost,
- nesmí se v půdě rozkládat na toxické látky,
- nesmí být toxické pro půdu, zvířata, rostliny a lidi,

- pro producenta musí být výroba ekonomicky zhodnotitelná a pro životní prostředí musí představovat přijatelné zatížení,
- musí být stabilní (během prodeje, transportu a použití),
- cena musí být pro pěstitele ekonomicky výhodná,
- musí projít registrací u příslušných orgánů.

Z tohoto důvodu v praxi existuje pouze několik málo látek vhodných k užívání v zemědělské výrobě jako inhibitory nitrifikace.

DCD- dikianidamid

DCD je bílá krystalická látka vyráběná z kyanidu vápenatého výborně rozpustná ve vodě. Obsahuje minimálně 65 % dusíku a proto byly v minulosti zkoumány možnosti jeho využití jako samostatného hnojiva.

V půdě se rozkládá na biotickou a abiotickou část pomocí specifických enzymů, poté je transformován na močovinu a oxid uhličitý. Zároveň působí tlumivě (nikoliv však likvidačně) na aktivitu bakterií rodu *Nitrosomonas*. V závislosti na množství minerálního dusíku, vlhkosti a teplotě půdy působí inhibičně po dobu 4-10 týdnů.

Nevýhodou DCD je, že obsahuje okolo 5-10 % amoniakálního dusíku, který při sloučení s jiným amoniakálním hnojivem musí být zahrnut do celkového obsahu dusíku.

Další problémem je poněkud rychlý hydrolytický rozklad, obzvláště při opakované aplikaci této látky.

V současné době se těmto problémům lze vyhnout pomocí synergického efektu aplikováním jiných, pro tento účel vytvořených, inhibitorů.

1, 2, 4-Triazol

V praxi je tento inhibitor aplikován pouze v kombinaci s dalšími inhibitory, hlavně pak s DCD. Rostliny jsou na samotný triazol citlivé, ovšem jejich tolerance na něj roste právě s aplikací DCD. Zároveň užití triazolu umožňuje užití podstatně menšího množství DCD při zachování stejného efektu (Trenkel, 2010).

3. CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je posoudit vliv podzimní aplikace stabilizovaného dusíkato-sírného hnojiva na výnos a olejnatost semen řepky. Současně bude porovnáván různý termín podzimní aplikace, popř. i vliv podzimní a jarní aplikace.

Podzimní aplikace dusíkato-sírného hnojiva by měla přinést zvýšení výnosu. Zároveň užití stabilizovaného hnojiva by mělo tento efekt ještě umocnit a také snížit riziko vyplavení dusíku, případně ponechat v půdě více dusíku pro rychlejší jarní růst.

4. METODIKA POKUSU

4.1 Charakteristika stanoviště

Pokus byl prováděn na Polní pokusné stanici v Žabčicích v okrese Brno-venkov, spadající pod Školní zemědělský podnik. Území se tedy nachází v Dyjsko-Svrateckém úvalu, který je tvořen zejména neogenními sedimenty. Půdy zde mají neutrální až slabě kyselou. Průměrná výška je 185 m nad mořem.

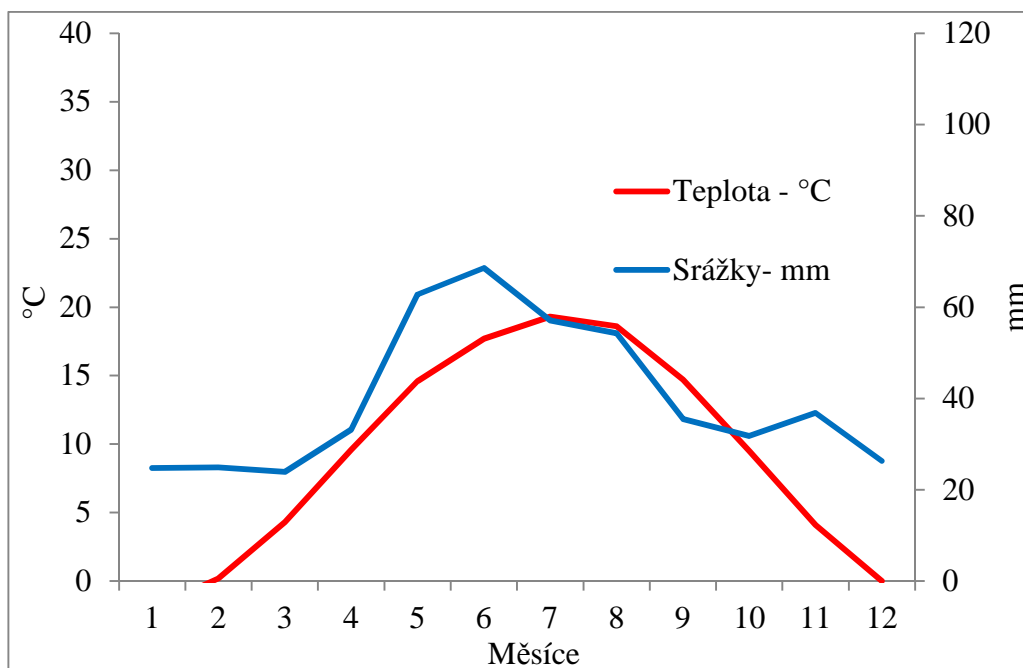
Je zde vnitrozemské klima s průměrnými ročními srážkami 480 mm a průměrnou roční teplotou 9,2 °C. Suché klima zvyšují větry, které způsobují velký výpar půdní vláh.

Agrochemické vlastnosti půdy před založením pokusu byly stanoveny zkouškou v akreditované laboratoři. Výsledky zkoušky jsou uvedeny v tabulce č. 3

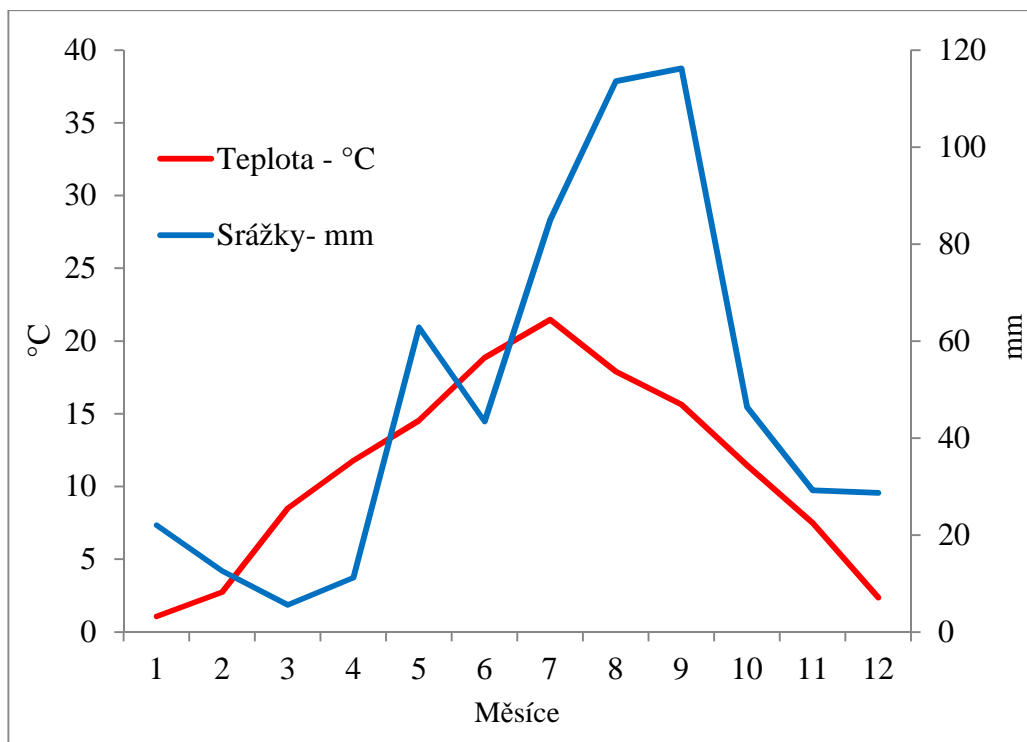
Tabulka 3: Obsah přístupných živin- Žabčice 11/2015

Lokalita	pH/CaCl ₂	Obsah přístupných živin mg/kg				
		P	K	Ca	Mg	S _{vod}
Žabčice	6,25	246	494	3040	192	9,2

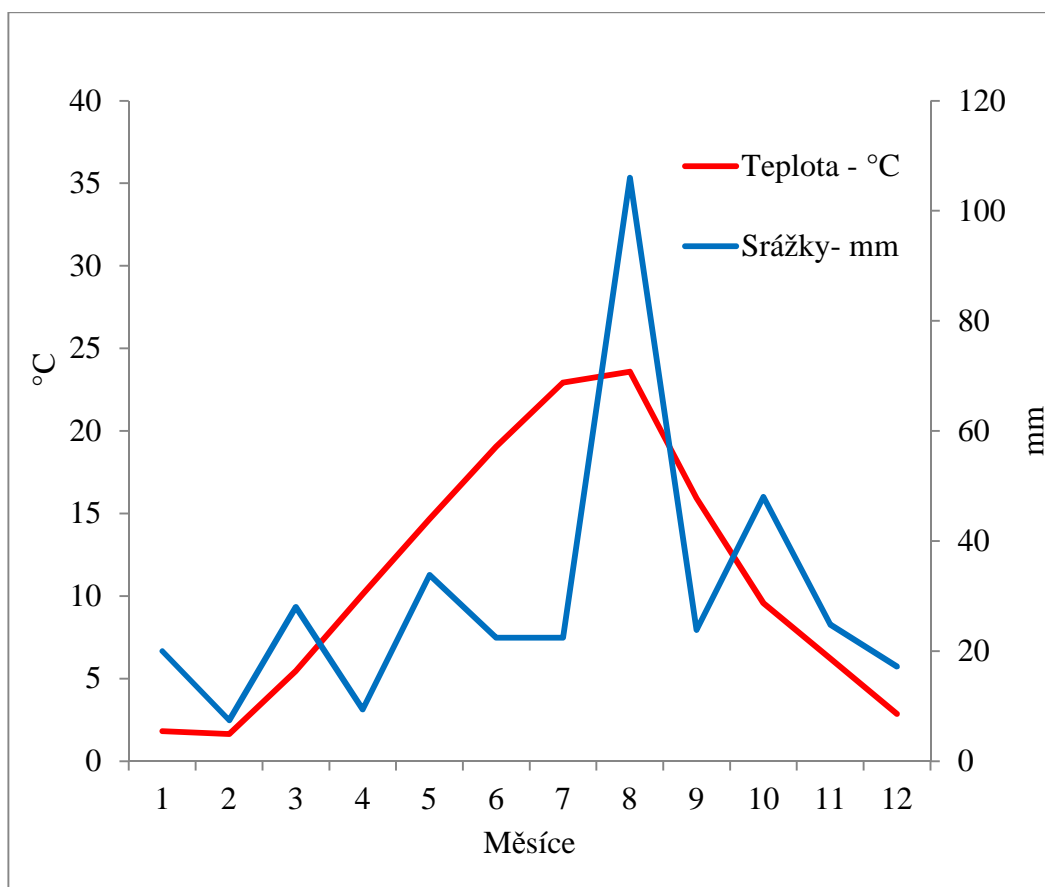
Podle Vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 275/1998 sb. o agrochemickém zkoušení zemědělských půd byla výměnná půdní reakce slabě kyselá, půdní obsah fosforu a draslíku byl velmi vysoký, obsah hořčíku a vápníku byl dobrý.



Graf 1: Klimadiagram dlouhodobého normálu 1961-1990 v Žabčicích



Graf 2: Klimadiagram za rok 2014 v Žabčicích



Graf 3: Klimadiagram za rok 2015 v Žabčicích

Z uvedených klimadiagramů vyplývá, že průměrná roční teplota v hospodářském roce 2014/15 byla přibližně 1,8 °C nad normálem, za což může především teplejší průběh zimy, kdy listopad a leden byly mimořádně nadnormální, a prosinec silně nadnormální.

Srážky během zří byly mimořádně nadnormální, zbytek podzimu byl normální. Během jarní vegetace pak byly srážky podnormální.

4.2 Vedení pokusu

Pokus byl prováděn na parcelkách o ploše 15 m². Každá ze 4 variant měla 4 opakování. Předplodinou byl jarní ječmen pěstovaný v sezoně 2013/14. Strniště bylo zaoráno 7. 8. 2014 a půda byla připravena na setí 25. 8. 2014 a téhož dne proběhlo i samotné setí. V průběhu vegetace byly aplikovány herbicidy, insekticidy a fungicidy. Termín aplikací, dávku a obchodní značku lze pro přehlednost vyčíst z následující tabulky č. 4.

Tabulka 4: Aplikace chem. přípravků

Datum	Účel	Dávka l/ha
29.8.2014	Herbicid BRASAN	2
6.10.2014	Herbicid GALERA	0,3
6.10.2014	Insekticid DECIS MEGA	0,15
23.4.2015	Insekticid BISCAYA 240 OD	0,3
20.5.2015	Insekticid PROTEUS	0,75
20.5.2015	Fungicid PROSARO	0,75

Aplikace hnojiv proběhla podle tabulky č. 5. Varianta č. 1 byla na podzim hnojena v 4. pravém listu 9. 10. 2014. Varianty č. 3 a č. 4 byly hnojeny později v 4. pravém listu 5. 11. 2014. Varianta č. 4 byla hnojena 14. 4. 2015 hnojivem ENSIN jako I. a II. produkční hnojení.

Tabulka 5: Plán hnojení

Varianta číslo	Varianta hnojení	Podzimní hnojení		Regenerační hnojení		I. Produkční hnojení		II. Produkční hnojení	
		hnojivo	N (kg/ha)	hnojivo	N (kg/ha)	hnojivo	N (kg/ha)	hnojivo	N (kg/ha)
1	Na podzim nehnojeno	-	-	DASA	78	DAM 390	45	DAM 390	45
2	ENSIN podzim- I	ENSIN	40	DASA	78	DAM 390	45	DAM 390	45
3	ENSIN podzim- II	ENSIN	40	DASA	78	DAM 390	45	DAM 390	45
4	ENSIN podzim- II +jaro	ENSIN	40	LAD	55	ENSIN	100	-	-

Porost řepky byl 1. 7. 2015 desikován a následně 8. 7. 2015 proběhla sklizeň maloparcelkovou sklízecí mlátičkou Sampo.

4.3 Popis použitého materiálu

4.3.1 Použité osivo

Jako osivo byla použita hybridní odrůda DK Exquisite registrovanou v ČR v roce 2009. Jedná se o odrůdu středně ranou (doporučený výsevek je mezi 10. a 28. srpnem), vysoce odolnou proti poléhání a vymrzání, středně odolnou proti Phomové hnilobě a Černí řepkové a odolnou proti Sklerotiniové hnilobě. Stabilní výnosy by se měly pohybovat mezi 4-5 t/ha, bez ohledu na klimatické výkyvy (Monsanto, 2016).

4.3.2 Použitá hnojiva

DASA 26-13

Jedná se o dusíkaté hnojivo tvořené směsí dusičnanu amonného a síranu amonného. Hnojivo je ve formě bílých granulí o velikosti 2-5 mm s povrchovou úpravou proti spékání. Celkově obsahuje 26 % dusíku, z toho je 1/3 dusičnanová a 2/3 amonná forma, a 13 % síry. Používá se jak k základnímu hnojení, tak ke hnojení během vegetace. Je vhodné k rostlinám s velkou potřebou síry. (AGRO CS, 2017).

DAM 390

Jedná se o roztok dusičnanu amonného a močoviny s obsahem dusíku 30 %, z toho 1/2 ve formě močoviny, 1/4 ve formě amonné a 1/4 dusičnanové. Je to vhodné hnojivo pro hnojení na rozklad slámy, během vegetace i jako základní hnojení. Lze jej

aplikovat nezředěný nebo ředěný, případně jej lze kombinovat s postřiky na ochranu rostlin (AGRO CS, 2017).

LAD

Jde o směs ledku amonného s dolomitem. Obsahuje 27 % dusíku v z 1/2 dusičnanové a z 1/2 amonné formě a 4 % MgO. Jde univerzální hnojivo užívané jak během vegetace, tak jako základní hnojení (AGRO CS, 2017).

ENSIN

V podstatě jde o hnojivo DASA s inhibitory nitrifikace DCD a 1,2,4-triazol (AGROFERT, 2016).

4.4 Použité analytické metody

4.4.1 Stanovení výměnné půdní reakce

Stanovení výměnné půdní reakce bylo provedeno podle normy ISO 11464. Jde o potenciometrickou metodu s extrakčním činidlem CaCl_2 o koncentraci 0,01 mol/l. Ve vyluhované půdní suspenzi se měří aktivita vodíkových iontů pH-metrem se skleněnou iontově selektivní elektrodou (Zbírál, 2002).

4.4.2 Stanovení obsahu přístupných živin

Stanovení obsahu přístupných živin probíhá ve výluhu zeminy pomocí extrakčního roztoku Mehlich III. Obsah draslíku, vápníku a hořčíku se stanovuje metodou absorpční spektrofotometrie v plameni acetylen-vzduch. Obsah fosforu se stanovuje spektrofotometricky měřením na spektrofotometru (Zbírál, 2002).

4.4.3 Stanovení vodorozpustné síry

Stanovení vodorozpustné síry se provádí ve filtrátu vodného výluhu zeminy, při poměru zemina:voda (1:5). Měření probíhá metodou ICP-OES na spektrometru (Zbírál, 2002).

4.4.4 Stanovení olejnatosti

Celkové množství oleje v semenech bylo stanoveno podle normy ISO 659 z roku 1979 pomocí gravimetrie po trojnásobné extrakci n-hexanem (Novotný, 2000).

4.5 Použité analytické metody

Výsledky maloparcelkového polního pokusu byly vyhodnoceny analýzou variance za pomoci programu Statistica 12. Následné testování rozdílů průměrů bylo provedeno Tukeyovým testem.

5. VÝSEDKY A DISKUZE

5.1 Výnos semen

Podle tabulky č. 6 nemělo podzimní hnojení statisticky průkazný vliv na výnos semene řepky ozimé.

Tabulka 6: Analýza rozptylu výnosu semene řepky

	Stupně volnosti	Suma čtverců	Průměr čtverců	Testové kritérium F	Vliv faktoru
Varianta hnojení	3	0,562	0,1874	0,8673	NP
Chyba	12	2,5923	0,216		
Součet	15	3,1543			

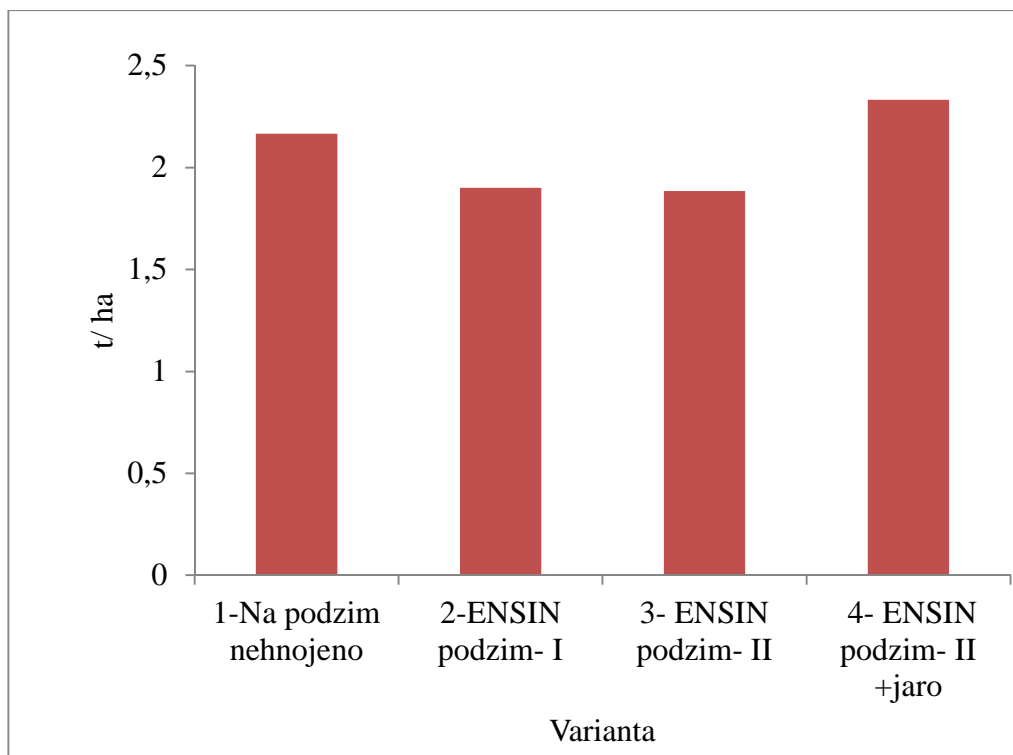
Pozn.: NP= neprůkazný vliv;

Podle tabulky č. 7 se od sebe všechny varianty hnojení průkazně neliší. Varianty, kde bylo použito hnojivo ENSIN pouze na podzim, měly negativní vliv na výnos semene oproti nehnojené kontrole. Naopak kombinace pozdější podzimní aplikace a jarní aplikace hnojiva ENSIN se projevila jako nejvíce účinná. Výnosy se pohybovaly v rozmezí od 1,41 t/ha do 2,84 t/ha. Z tabulky č. 1 a 5 a 7 pak vyplývá, že nedošlo k optimálnímu využití všech dodaných živin, což může být zapříčiněno výrazným srážkovým deficitem, jež byl na jaře (viz klimadiagram).

Tabulka 7: Průkaznost rozdílů průměrných hodnot výnosu semene podle Tukeye

Varianty	n	Průměr t/ha	Stat. Průkaz. rozdílů	Vyjádření v relativních %
1- Na podzim nehnojeno	4	2,2 ± 0,5	a	100
2- ENSIN podzim- I	4	1,9 ± 0,5	a	87,6
3- ENSIN podzim- II	4	1,9 ± 0,3	a	87,1
4- ENSIN podzim- II +jaro	4	2,3 ± 0,5	a	107,4

Pozn.: n= počet opakování



Graf 4: Průměrné výnosy semene řepky

Z uvedených výsledků se vyplývá, že podzimní přihnojení řepky hnojivy s inhibitory nitrifikace nemá příznivý vliv na výnos semene.

Efektivitu podzimního hnojení nicméně zmiňuje článek (Ryant, 2016) o podzimním hnojení ozimých obilnin, kde tříleté pokusy jednoznačně prokázaly pozitivní vliv podzimního hnojení dusíkem na výnos semene ozimých obilnin.

V tomto případě nicméně na podzim dusíkem hnojené varianty dokonce prokazovaly nižší průměrné výnosy, než nehnojená kontrola, což mohlo být způsobeno nevhodnou aplikací stabilizovaného hnojiva vzhledem k růstové fázi. K obdobně neprokazatelnému závěru dospěl ve své práci již Rábek (2013), který zkoumal podzimní aplikaci dusíkato-sírných hnojiv bez inhibitorů nitrifikace k řepce ozimé.

V literatuře (Bečka, 2007) se uvádí, že podzimní přihnojení řepky dusíkem se může projevit pozitivně vzhledem k výnosu, je-li aplikováno v počátcích růstu. Negativně se naopak může projevit pozdější přihnojení, kdy rostliny přerůstají a dochází tak ke snížení výnosu. Inhibitor nitrifikace zřejmě způsobil, že větší část dusíku rostlina na podzim odebrala v pozdější fázi růstu, což způsobilo mírné a statisticky neprokazatelné, ovšem přesto nějaké snížení výnosu.

Přes tato má zjištění je však jinými pokusy dokázáno (Bečka, 2007), že podzimní aplikace dusíku aplikované ve vhodnou dobu své opodstatnění má a je cestou ke

špičkovým výnosům. V tomto případě nedosažení předpokládaných výsledků bylo zapříčiněno také mimořádnými klimatickými podmínkami, jako podnormálový výskyt srážek v jarním období a nadnormálově teplá zima, která tak snížila efektivitu podzimního přihnojení (Baranyk, 2007).

Ačkoliv statisticky neprůkazných, přesto však nejvyšších výnosů dosahovala varianta s jarní aplikací stabilizovaného hnojiva. To potvrzuje svými závěry ve své práci Tuza (2015), který prokázal efektivnost jarního použití stabilizovaných hnojiv.

5.2 Olejnatost semen

Z tabulky č. 8 vyplývá, že jednotlivé varianty podzimního hnojení neměly statisticky významný vliv na olejnatost semene řepky ozimé.

Tabulka 8: Analýza rozptylu olejnatosti semene řepky

	Stupně volnosti	Suma čtverců	Průměr čtverců	Testové kritérium F	Vliv faktoru
Varianta hnojení	3	1,625	0,5417	0,9319	NP
Chyba	12	6,975	0,5812		
Součet	15	8,6			

Pozn.: NP= neprůkazný vliv

V tabulce č. 9 lze vyčíst, že jednotlivé průměrné olejnatosti se od sebe nijak neliší. Nejnižší hodnota byla 39,1%, nejvyšší pak přes 41% . Celkově nejhůře dopadla varianta s pozdější podzimní aplikací hnojiva ENSIN. Nutno ale podotknout, že žádná varianta nespĺnila požadovanou hodnotu olejnatosti pro výkup semene řepky ozimé, tj. 42 % dle normy ČSN 462300- 2.

Tabulka 9: Průkaznost rozdílů průměrných hodnot olejnatosti semene podle Tukeye

Varianty	n	Průměr %	Stat. Průkaz. rozdílů	Vyjádření v relativních %
1- Na podzim nehnojeno	4	40,2 ± 1,1	a	100
2- ENSIN podzim- I	4	40,6 ± 0,5	a	100,4
3- ENSIN podzim- II	4	39,7 ± 0,5	a	98,3
4- ENSIN podzim- II +jaro	4	40,3 ± 0,8	a	99,8

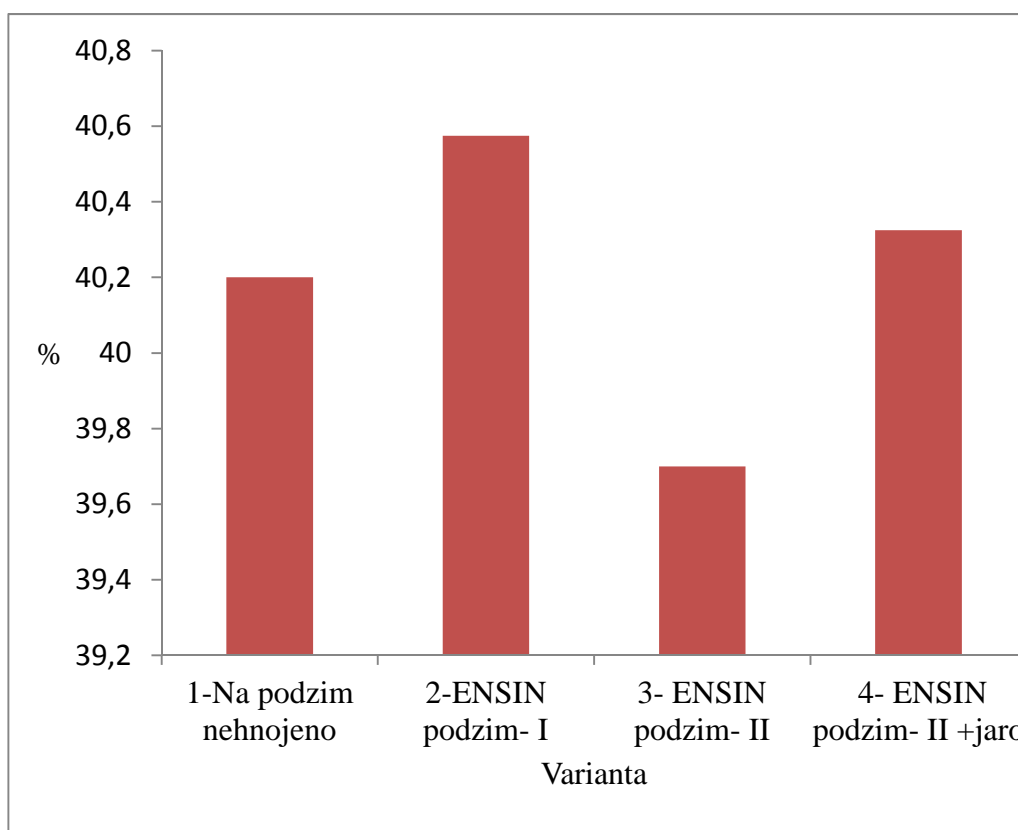
Pozn.: n= počet opakování

Graf č. 5 pak zobrazuje průměrné hodnoty dosažené olejnatosti jednotlivých variant.

Výše zmíněná zjištění opět korespondují s výsledky, které ve své práci obsáhl Rábek (2013), kdy ani jeho varianty podzimního přihnojení nepřinesly zvýšení procentuální olejnatosti semene řepky.

Brzké podzimní přihnojení sírou zajistí vyšší množství vodorozpustné síry pro jarní období, což by mělo mít pozitivní vliv na dosažení vyšší procentuální olejnatosti semen řepky (Baranyk, 2007), což se ovšem nepotvrdilo.

Vzhledem k tomu, že ani kontrolní měření nedosáhlo významně odlišných rozdílů v procentuální olejnatosti, lze říci, že nevyhovující procentuální olejnatost semene řepky byla zapříčiněna buďto nepříznivými klimatickými podmínkami, nebo i samotným vlastnostmi odrůdy.



Graf 5: Průměrné olejnatosti semene řepky

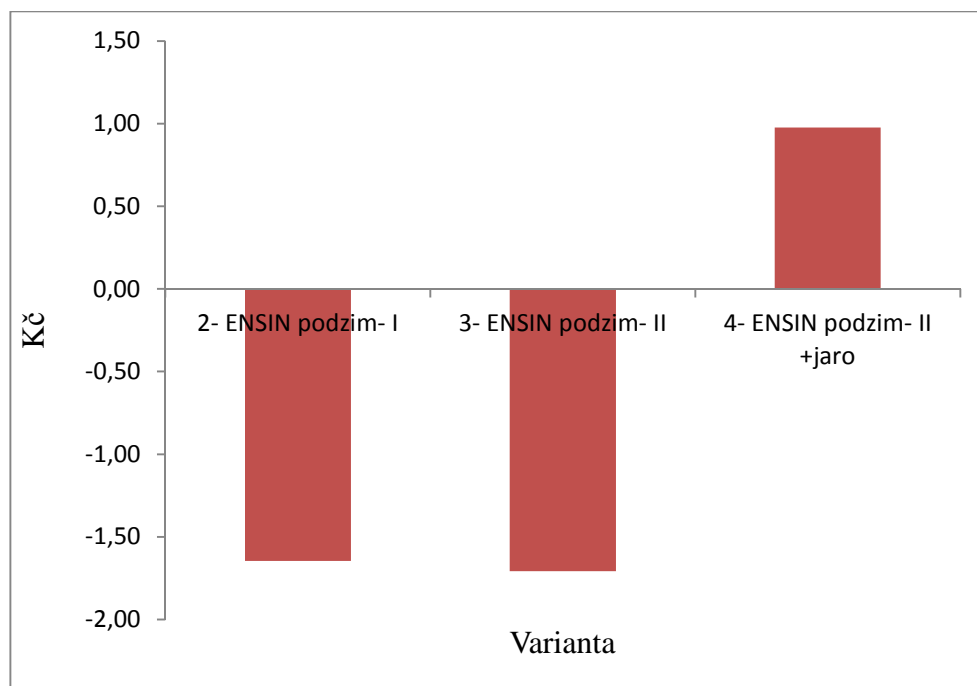
5.3 Ekonomická efektivnost podzimního hnojení hnojivem ENSIN

Koeficient ekonomické efektivnosti udává, kolik Kč výnosu přinese 1 Kč investovaná. Čím je koeficient vyšší, tím je investice výhodnější. Smysl má investice, kde koeficient ekonomické efektivnosti je větší jak 1.

Tabulka 10: Ekonomické zhodnocení užití podzimního přihnojení

Varianty	Množství N podzim Kg/ha	množství hnojiva kg/ ha	cena aplikace Kč/ ha	Cena hnojiva Kč/ ha	Průměrný výnos t/ ha	Přírůstek výnosu v Kč při ceně 11 000 Kč/ t
1- Na podzim nehnojeno	0				2,2	0
2- ENSIN podzim- I	40	153	250	1300	1,9	-2552
3- ENSIN podzim- II	40	153	250	1300	1,9	-2646
4- ENSIN podzim- II +jaro	40	153	250	1300	2,3	1512

Podle tabulky č. 10 je jasné, že podzimní užití stabilizovaného hnojiva je ztrátovou záležitostí, kdy dochází ke snížení ekonomické efektivity.. Pokud je použita kombinace podzimního přihnojení a prvního produkčního hnojení stabilizovaným hnojivem, pak sice dojde k zvýšení zisku, ale dle grafu č. 6 je jasné, že je to neefektivní.



Graf 6: Koeficienty ekonomické efektivity

6. ZÁVĚR

Výsledky dosažené v jednoletém polním pokusu s podzimní aplikací stabilizovaného hnojiva ENSIN lze shrnout do následujících bodů:

- Podzimní přihnojení stabilizovaným dusíkato-sirným hnojivem se ukázalo za daných podmínek jako faktor, který prokazatelně neovlivnil výnos semene řepky.

- V průměrných výnosech dosahovaly na podzim hnojené varianty nižších výnosů, než na podzim nehnojená kontrola. Nejpravděpodobnější vysvětlení jsou špatné klimatické podmínky a termínově nevhodná aplikace dusíku na podzim.

- Podzimní přihnojení za daných podmínek nemělo prokazatelný vliv na procentuální olejnatost semene řepky.

- Podzimní přihnojení se projevilo jako ztrátová záležitost. V tomto pokusu po ekonomické stránce nejlépe vychází varianta s dvojitou aplikací hnojiva ENSIN, kde k vynaložené 1 Kč přibyla 0,9 Kč zisku.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AGRO CS, [online]. [Poslední změna 22. 2. 2017]. [citováno dne 18. 3. 2017].

Dostupné z <http://www.agrocs.cz/divize-agrosluzby/produkty-a-sluzby/mineralni-hnojiva/dusikata-hnojiva/dasa-2613-s>

AGROFERT [online]. [Citováno dne 18. 3. 2017]. Dostupné z <https://www.agrofert.cz/ke-stazeni/etikety-hnojiva?limit=all>

BARANYK, P. *Řepka- pěstování, využití, ekonomika*. 1.vyd./ Praha: Profi Press s. r. o., 2007. ISBN 978-80-96726-26-7

BEČKA, D. *Řepka ozimá- pěstitelský rádce.*/České Budějovice: Kurent, s r.o., 2007. ISBN 978-80-87111-05-5

MONSANTO, [poslední změna 2016]. [citováno 16. 3. 2017]. Dostupné z

<https://www.monsanto.cz/dokumenty/stahni-dokument/id-dokumentu/267/>

NOVOTNÝ, F., *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd, II díl- Jednotné pracovní postupy*.1. vyd./ Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, 2000. ISBN80-86051-75-7

RÁBEK, M. *Podzimní hnojení řepky ozimé dusíkem a sírou*. Brno 2013. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně.

RYANT, P., J. ANTOŠOVSKÝ a H. SYROVÁ. Podzimní hnojení ozimých obilnin dusíkem a sírou. *Úroda 8/ 2016*. str. 12-16

RYANT, P. *Multimediální učební text z výživy a hnojení polních plodin*. [online]. 2004. [poslední aktualizace 25. 1. 2005]. [citováno dne 14. 3. 2017] dostupné z http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/olejny/a_index_olejny.htm

RYANT, P. Mendelova univerzita v Brně. Osobní oddělení. 23. 4. 2017

RICHTER, R. *Multimediální učební texty z výživy rostlin*. [online]. 2003. [citováno dne 16. 3. 2017] dostupné z http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/index.htm

TRENKEL, M.E. *Slow -and controlled- release and stabilized Fertilizers*. 2. vyd. / Paris: IFA, 2010. ISBN 978-2-9523139-7.1

[citováno online] dostupné z http://www.fertilizer.org/imis20/images/Library_Downloads/2010_Trenkel_slow%20release%20book.pdf?WebsiteKey=411e9724-4bda-422f-abfc-8152ed74f306&=404%3bhttp%3a%2f%2fwww.fertilizer.org%3a80%2fen%2fimages%2fLibrary_Downloads%2f2010_Trenkel_slow+release+book.pdf

Tuza, J. *Dusíkato-sírná hnojiva s inhibitory nitrifikace ve výživě řepky ozimé*. Brno 2015. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně.

VANĚK, V. *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. 3. vyd. /. Praha: Martin Sedláček, 2002. ISBN 80-902413-7-9.

ZBÍRAL, J. *Analýza půd I- Jednotné pracovní postupy*. 2. vyd./ Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský., 2002, ISBN 80-86548-15-5

8. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Potřeba živin pro výnos 4 t/ha.....	11
Tabulka 2: Podmínky hnojení řepky ozimé dusíkem pro výnos 4t/ha	13
Tabulka 3: Obsah přístupných živin- Žabčice 11/2015.....	18
Tabulka 4: Aplikace chem. přípravků	20
Tabulka 5: Plán hnojení.....	21
Tabulka 6: Analýza rozptylu výnosu semene řepky	23
Tabulka 7: Průkaznost rozdílů průměrných hodnot výnosu semene podle Tukeye	23
Tabulka 8: Analýza rozptylu olejnatosti semene řepky	25
Tabulka 9: Průkaznost rozdílů průměrných hodnot olejnatosti semene podle Tukeye	25
Tabulka 10: Ekonomické zhodnocení užití podzimního přihnojení	27

9. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Klimadiagram dlouhodobého normálu 1961-1990 v Žabčicích.....	18
Graf 2: Klimadiagram za rok 2014 v Žabčicích.....	19
Graf 3: Klimadiagram za rok 2015 v Žabčicích.....	19
Graf 4: Průměrné výnosy semene řepky	24
Graf 5: Průměrné olejnatosti semene řepky	26
Graf 6: Koeficienty ekonomické efektivity	27

10. SEZNAM ROVNIC

Rovnice 1: Hydrolýza močoviny.....	15
Rovnice 2: Přeměna amoniaku v půdě	15