

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**KLÁRA ŠPAŇHELOVÁ**

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

---



**Regenerační hnojení řepky ozimé dusíkatými hnojivy se  
sírou**

Bakalářská práce

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

*Vypracovala:*  
Klára Špaňhelová



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Klára Špaňhelová**  
Studijní program: Agrobiologie  
Obor: Všeobecné zemědělství  
Název tématu: **Regenerační hnojení řepky ozimé dusíkatými hnojivy se sírou**  
Rozsah práce: cca 40 – 50 stran

Zásady pro vypracování:

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

Seznam odborné literatury:

1. BARANYK, P. – FÁBRY, A. a kol. *Řepka : pěstování, využití, ekonomika*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2007. 208 s. ISBN 978-80-86726-26-7.
2. BARANYK, P. a kol. *Olejniný*. 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. VANĚK, V. a kol. *Výživa polních a zahradních plodin*. Praha: Profi Press, 2007. 167 s. ISBN 978-80-86726-25-0.
5. 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](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin).
6. Marschner, H.: *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, 1993, 889 s.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2016



**Klára Špaňhelová**  
Autorka 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 Regenerační hnojení řepky ozimé dusíkatými hnojivy se sírou vypracovala 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 vědoma, 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**

Ráda bych poděkovala doc. Ing. Pavlu Ryantovi Ph.D. za odborné vedení a konzultace při zpracování bakalářské práce. Poděkování patří také společnosti AGROFERT a.s., která se významně podílela na financování polního pokusu.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá posouzením vlivu regeneračního hnojení dusíkatými hnojivy se sírou na výnos a olejnatost semen řepky ozimé. Daná problematika byla řešena v hospodářském roce 2014/2015 formou maloparcelkového pokusu ve Vatíně. Do pokusu byly zařazeny následující varianty hnojení: 1. Nehnojeno 2. LAD + LAD 3. ENSIN 100 % 4. ENSIN 80 % 5. ENTEC 100 % 6. ENTEC 80 % 7. DASA + DASA 8. LAD + ENSIN. Varianty hnojení neměly statisticky průkazný vliv na výnos semen řepky. Nejlepšího výsledku dosáhla varianta ENTEC 80 % s výnosem 2,7 t/ha. Tato varianta měla o 29,1 % vyšší výnos než nehnojená varianta. Varianta ENTEC 80 % měla o 26,7 % vyšší výnos než varianta LAD + LAD. U olejnatosti semen řepky nebyl zjištěn statisticky průkazný vliv. Nejvyšší hodnoty dosáhla nehnojená varianta s olejnatostí 47,4 %.

**Klíčová slova:** řepka ozimá, síra, výnos, olejnatost, regenerační hnojení

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis examines the influence of the regenerative nitrogen fertilization with sulphur on yield and oiliness of winter oilseed rape. The experiment was performed in year 2014/2015. The experiment was established as a small plot field experiment in Vatin. The experiment included following variants of fertilization: 1. unfertilized, 2. LAD (ammonium nitrate with dolomite) + LAD, 3. ENSIN (ammonium nitrate + ammonium sulphate with nitrification inhibitor) 100 %, 4. ENSIN 80 %, 5. ENTEC (ammonium nitrate + ammonium sulphate with nitrification inhibitor) 100 %, 6. ENTEC 80 %, 7. DASA (ammonium nitrate + ammonium sulphate) + DASA, 8. LAD + ENSIN. Variants of fertilization had not statistically significant effect on the rape yield. The highest result was achieved on variant ENTEC 80 % with yield 2,7 t/ha. This variant provided higher yield by 29,1 % than unfertilized variant. The variant ENTEC 80 % provided higher yield by 26,7 % than variant LAD + LAD. The fertilizing had not statistically significant effect on the rape seeds oiliness. The highest oil content was achieved unfertilized on variant with oiliness 47,4 %.

**Key words:** winter oilseed rape, sulphur, yield, oiliness, regenerative fertilization



# OBSAH

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Literární přehled</b> .....	<b>12</b>
2.1	Řepka ozimá.....	12
2.1.1	Význam řepky ozimé.....	12
2.1.2	Produkce řepky ve světě a v ČR.....	12
2.2	Výživa řepky ozimé .....	13
2.2.1	Dusík.....	13
2.2.1.1	Dusík v půdě.....	14
2.2.1.2	Dusík v rostlině.....	16
2.2.2	Síra.....	17
2.2.2.1	Síra v půdě .....	17
2.2.2.2	Síra v rostlině.....	18
2.2.3	Fosfor.....	19
2.2.4	Draslík .....	20
2.2.5	Hořčík.....	21
2.2.6	Vápník .....	22
2.2.7	Mikroelemnty .....	22
2.3	Hnojení řepky ozimé .....	23
2.3.1	Hnojení organickými hnojivy.....	23
2.3.2	Základní hnojení.....	23
2.3.3	Hnojení dusíkem.....	24
2.3.3.1	Podzimní hnojení.....	24
2.3.3.2	Jarní hnojení.....	24
2.3.4	Hnojení sírou .....	25
2.4	Minerální dusíkatá hnojiva.....	26

2.5	Pomalou působící dusíkatá hnojiva.....	26
2.5.1	Obalovaná hnojiva.....	26
2.5.2	Hnojiva vzniklá kondenzací močoviny.....	27
2.5.3	Stabilizovaná dusíkatá hnojiva.....	27
2.5.3.1	Inhibitory ureázy.....	27
2.5.3.2	Inhibitory nitrifikace.....	27
<b>3</b>	<b>Cíl bakalářské práce.....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>Materiál a metodika.....</b>	<b>30</b>
4.1	Charakteristika lokality.....	30
4.2	Metodika pokusu.....	32
4.3	Charakteristika použité odrůdy.....	33
4.4	Použitá hnojiva.....	34
4.5	Použité analytické metody.....	35
4.6	Použité statistické metody.....	35
<b>5</b>	<b>Výsledky a diskuze.....</b>	<b>36</b>
5.1	Výnos semen.....	36
5.2	Olejnatost semen.....	38
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>Použitá literatura.....</b>	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>Seznam grafů.....</b>	<b>47</b>
<b>10</b>	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>48</b>

# 1 ÚVOD

Řepka ozimá je nejpěstovanější olejninou Evropy, ale i České republiky a řadí se i mezi nejpěstovanější olejninu světa. V České republice se v současné době pěstuje na téměř 400 tisíc ha. Řepka má velký hospodářský význam, který spočívá v širokém spektru využití. V potravinářství se z ní vyrábí kvalitní olej s nižším obsahem nasycených mastných kyselin. V průmyslu se řepka zpracovává na bionaftu, maziva, různé oleje a dále je využívána při výrobě kosmetiky a v krmivářství.

Z hlediska výživy rostlin patří řepka ozimá k nejnáročnějším plodinám a má 2 – 3 krát vyšší požadavky než obilniny. Správná výživa je důležitá pro dosažení dobrých výnosů a olejnatosti semen.

Výnos řepky významně ovlivňuje výživa dusíkem. Proto je důležité zvolit správné termíny aplikace a druh dusíkatého hnojiva. Při špatné volbě termínu dochází k nesprávnému využití dusíku např. volatilací a vyplavením. V poslední době se využívají stabilizovaná dusíkatá hnojiva, která uvolňují dusík pozvolněji, a tím poskytují rostlinám dusík po delší dobu.

Dalším významným prvkem ve výživě řepky je síra, na kterou se klade důraz posledních pár let. Je to způsobené odstraněním zdrojů síry z atmosféry. Hnojení sírou významně ovlivňuje výnos a olejnatost semen řepky.

Řepka ozimá se řadí k plodinám, které vyžadují včasnou aplikaci regeneračního hnojení. Toto hnojení slouží k regeneraci kořenového systému a k nastartování růstu rostlin. Obzvláště důležité je pro slabé porosty rostlin, které jsou v jarním období vystaveny velkým teplotním rozdílům.

## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Řepka ozimá

#### 2.1.1 Význam řepky ozimé

Řepka v potravinářství má velký význam. Kapacita zpracovaných řepkových semen v ČR je až 800 tisíc tun, ale tato kapacita je v současné době naplňována jen částečně. Řepkový olej má vysokou kvalitu a je vhodný pro studenou i teplou kuchyni. Má vyšší oxidační stabilitu díky, které má delší trvanlivost než jiné rostlinné oleje a snáší dobře vyšší teploty. Kvalitní rafinovaný řepkový olej má neutrální chuť a vůni (Baranyk *et al.*, 2007).

Řepka se také využívá ve výživě hospodářských zvířat. Šroty, výlisky a případně drcená semena jsou bílkovinnou součástí krmných směsí. Zemědělci mají obavy z negativních účinků antinutričních látek, které brání vyššímu využití řepky v krmivářství. Díky vyšlechtěné odrůdě „00“ s velmi nízkým obsahem kyseliny erukové a glukosinolátů (GSL) jsou tyto obavy zcela zbytečné (Baranyk *et al.*, 2007).

Řepka se zpracovává také v oleochemii na oleje, které se dále využívají. Chemickou reakcí řepkového oleje s metylalkoholem se získává metylester řepkového oleje (MEŘO) neboli bionafta. Výhody používání MEŘO jako pohonné hmoty jsou významné. Jde o alternativní palivo velmi podobné motorové naftě s přesně normovanými parametry. Přímé využití řepkového oleje bez chemické úpravy transesterifikací probíhá v současné době ve dvou základních variantách. První konstituční úprava motorů a druhá adaptační zařízení stávajících motorů pro úpravu vstupní teploty, a tím viskozity řepkového oleje (Baranyk *et al.*, 2007).

#### 2.1.2 Produkce řepky ve světě a v ČR

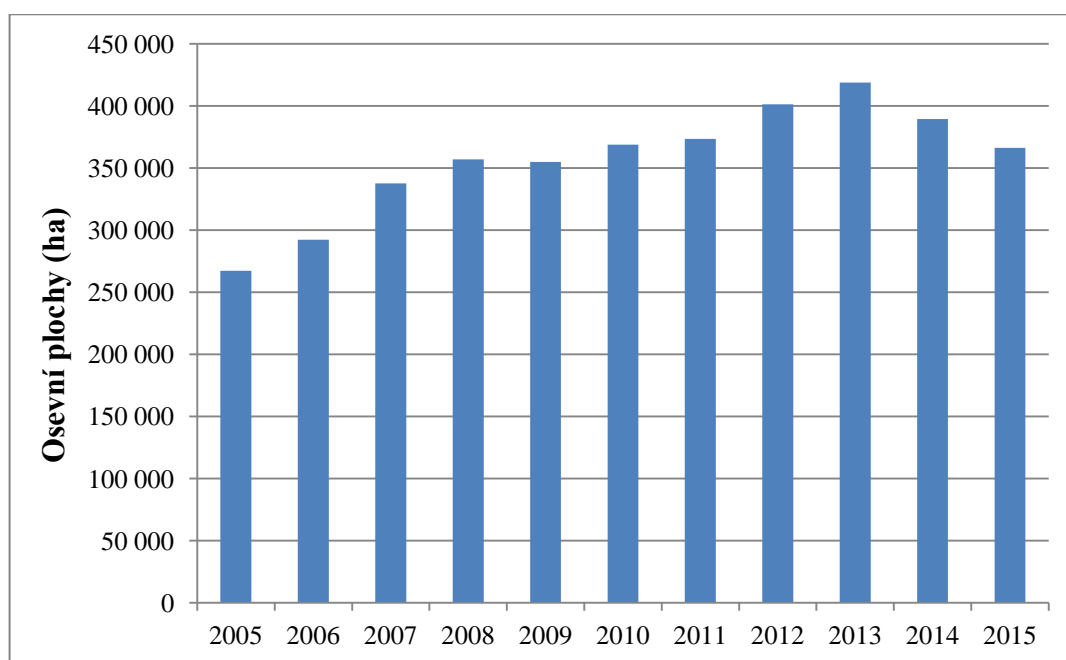
Z celosvětové produkce olejin zaujímá první místo sója, která se pěstuje ve třech až čtyřech státech světa. Druhé místo patří řepce. EU je největším producentem řepky a veškerou svou produkci i zpracovává. Další významní pěstitelé jsou Čína a Kanada. Největším světovým exportérem je Kanada, která má výrazný vliv na její cenu (Baranyk *et al.*, 2007).

Během posledních let se celosvětová produkce olejin zvýšila. Důvodů růstu produkce olejin je hned několik. Světová populace stále roste a s ní roste celosvětová

ekonomika. Také roste konzumace potravin a rostlinných olejů. Řepkový olej se z důvodů poklesu světových zásob ropy využívá také na výrobu biopaliv, mazadel atd.

Osevní plochy řepky v České republice mají spíše tendenci vzrůstat, viz graf 1. V roce 2015 byla osevní plocha 366 180 ha. Největší osetá plocha v České republice za posledních deset let byla v roce 2013, a to 418 808 ha. V roce 2015 se sklídilo 1 256 212 t řepky s průměrným výnosem 3,43 t/ha (ČSÚ, 2016).

Graf 1: Osevní plochy řepky ozimé v České republice (ČSÚ, 2016)



## 2.2 Výživa řepky ozimé

Řepka je díky své spotřebě živin jedna z nejnáročnějších plodin a má asi 2 – 3 krát vyšší požadavky než obilniny. Na druhé straně je velmi dobrou předplodinou, protože obohacuje půdu o organickou hmotu, mikroorganismy a vytváří drobtovitou strukturu půdy (Bečka *et al.*, 2007).

### 2.2.1 Dusík

Dusík je nepostradatelnou živinou rostlin a všech živých organismů. Dusík a uhlík jsou nejvýznamnější prvky v koloběhu živin v přírodě. Na naší planetě se celkové množství dusíku odhaduje na  $2,17 \times 10^{17}$  t a je hlavně soustředěný v litosféře. V přírodě pro koloběh dusíku má největší význam dusík z atmosféry. Dusíku v atmosféře je 78,08 % objemových (75,51 % hmotnostních). Největší část zaujímá elementární

plynný dusík, méně pak oxidy dusíku a amoniak. Do půdy se dusík z atmosféry dostává fixací mikroorganismů, hnojivy a ve formě spadů (Vaněk *et al.*, 2012).

### **2.2.1.1 Dusík v půdě**

Celkový obsah dusíku v půdě se pohybuje v rozmezí 0,1 – 0,2 %. V půdě se dusík vyskytuje v minerální a organické formě. V půdě je převážně dusík organický, a to přes 95 %. Organický dusík je pro rostliny nedostupný a musí projít procesem mineralizace. Minerální dusík v orniční vrstvě dosahuje 5 – 10 % celkového dusíku. Kromě mineralizace podléhá dusík v půdě změnám jako je nitrifikace, volatizace atd., které jsou vidět na obrázku 1 (Vaněk *et al.*, 2013).

#### ***Mineralizace***

Mineralizace je proces rozkladu složitých organických látek na amoniak. Vzniklý amoniak je zdrojem dusíku pro mikroflóru a především pro rostliny (Vaněk *et al.*, 2013). Procesy mineralizace jsou ovlivněny vlhkostí a teplotou půdy. Optimální teplota je 28 – 30 °C. Mineralizace přestává při úplném nasycení půdy vodou a začíná při vyšší vlhkosti než má půda vysušená na vzduchu (Kováčik *et al.*, 2012). Opačný proces mineralizace je imobilizace. Při imobilizaci dochází k vytvoření složitých organických látek z minerálních forem dusíku (Vaněk *et al.*, 2013).

#### ***Nitrifikace***

Při nitrifikaci dochází k oxidaci amoniaku na dusičnany. Je to proces, který probíhá ve dvou fázích. V 1. fázi dochází k oxidaci amoniaku na dusitany pomocí bakterií rodu *Nitrosomonas* za uvolnění energie, tato fáze se nazývá nitritace. 2. fáze se nazývá nitratice. Při nitrataci za pomoci bakterií rodu *Nitrobacter* vznikají z dusitanů dusičnany za současného uvolnění energie (Fecenko *et Ložek*, 2000). Vnější podmínky nitrifikaci výrazně ovlivňují. Optimální teplota je 25 – 30 °C a při teplotě pod 5 °C nitrifikace ustává. Optimální vlhkost je kolem 70 % maximální vodní kapacity. Při pH pod 5,5 je nitrifikace omezena, vyhovující jsou podmínky slabě kyselé až zásadité reakce (Vaněk *et al.*, 2012).

### ***Denitrifikace***

Denitrifikace je redukční proces, při kterém jsou nitráty v přítomnosti organických látek redukovány na oxidy dusíku až na elementární dusík. Denitrifikace se dělí na chemickou a mikrobiální. Chemická nitrifikace je redukce nitrátů v přítomnosti amidů bez účasti mikroorganismů, je méně významná. V našich podmínkách převažuje mikrobiální denitrifikace, která je způsobená fakultativně anaerobními mikroorganismy. Dostatek lehce rozložitelných organických látek, nedostatek kyslíku a přítomnost nitrátů v půdě je podmínkou průběhu nitrifikace. Mikrobiální denitrifikace probíhá v neutrálním až alkalickém prostředí (Vaněk *et al.*, 2012).

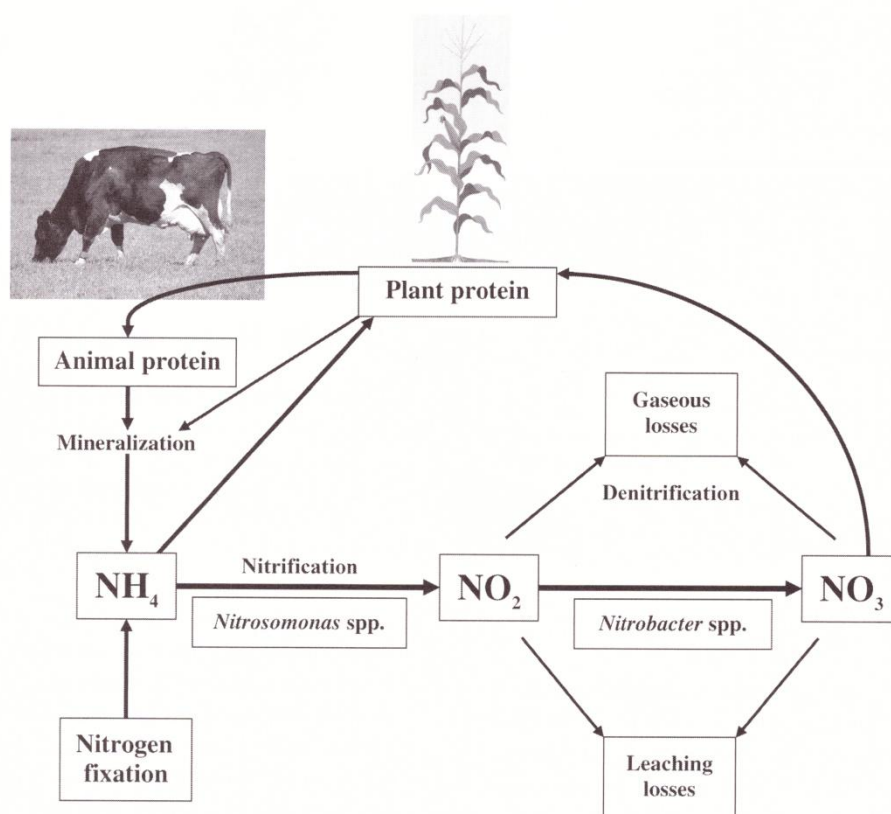
### ***Volatizace***

Při volatizaci dochází k úniku amoniaku z půdy do atmosféry. Do atmosféry volatizací uniká 5 – 25 % dusíku (Fecenko *et Ložek*, 2000). Faktory ovlivňující volatizaci jsou teplota a pH půdy, koncentrace solí v půdě a síla větru. Při aplikaci organických hnojiv dochází k významným ztrátám amoniaku volatizací, a proto je důležité je co nejdříve zapravit do půdy (Kováčik *et al.*, 2012).

### ***Vyplavení***

Vyplavování dusíku je závislé na druhu půdy, množství srážek, dávce dusíkatých hnojiv, pěstované plodině atd. Nejintenzivnější ztráty vyplavením jsou koncem zimy a na jaře, kdy je půda bez vegetace. Ztráty dusíku vyplavením z půdy se pohybují od 5 do 55 kg/ha za rok (Fecenko *et Ložek*, 2000).

Obrázek 1: Koloběh dusíku (Datnoff L. E., 2007)



### 2.2.1.2 Dusík v rostlině

Obsah dusíku v sušině rostlin má široké rozpětí od 0,5 do 7,1 %. Nejvyšší obsah dusíku je na začátku vegetace a postupně se jeho obsah snižuje, ale s růstem biomasy se množství přijatého dusíky zvyšuje (Fecenko *et* Ložek, 2000). Dusík je součástí bílkovin, aminokyselin, amidů, pyrimidinových a purinových bází, nukleových kyselin, chlorofylu a mnoha dalších biologicky aktivních látek (Richter, 2004a). Rostliny přijímají dusík ve formě  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NH}_4^+$ , bobovité rostliny přijímají i vzdušný dusík  $\text{N}_2$ . Příjem  $\text{NO}_3^-$  aniontů převládá v kyselém prostředí a příjem kationtů  $\text{NH}_4^+$  je vyšší v neutrálním a zásaditém prostředí (Fecenko *et* Ložek, 2000).

Symptomy nedostatku dusíku se projevují slabým růstem rostlin, mění se barva nejstarších listů od bledě zelené po žluté. Listy nižších pater trpí nedostatkem dusíku dříve, protože je dusík z nich přemísťován do mladších částí rostlin (Richter, 2004b).

Při nadbytku dusíku jsou rostliny tmavě zelené a produkují větší množství nadzemní hmoty. Generativní fáze růstu nastupuje později (Kováčik, 2007). Reakce na dostatek až nadbytek dusíku je u řepky zřetelná – rostliny jsou vyšší, hůře přezimují,



bohatě se větví, nevyrovnaně kvetou a dozrávají. Celkově jsou porosty hustší a mají vyšší vlhkost, čímž vytvářejí vhodné podmínky pro napadení rostlin chorobami (Baranyk *et al.*, 2007).

## 2.2.2 Síra

### 2.2.2.1 Síra v půdě

Celkový obsah síry v půdě je od 0,01 do 0,05 %, která je ve formě organické a anorganické (minerální). Přírodní zdroje síry v půdě jsou pyrit, chalkopyrit, sádrovec, baryt aj. V půdách je síra nejvíce rozšířená ve formě sádry, která dokáže rostlinám zajistit potřebné množství síry během vegetace (Richter, 2007). Větší podíl tvoří síra v organické formě. Půdy bohaté na humus obsahují větší množství celkové síry, ale i organické formy. Síra v organické formě se nachází v rostlinných a živočišných zbytcích v bílkovinách, polypeptidech a aminokyselinách (Fecenko *et Ložek*, 2000).

Přeměny síry v půdě v závislosti na půdní reakci a dostatku nebo nedostatku kyslíku podléhají oxidaci, redukci a zabudování síry do organických sloučenin. Bakterie, aktinomycety a houby v půdě rozkládají aerobně a anaerobně rostlinné a živočišné bílkoviny na aminokyseliny. Sírné aminokyseliny se rozkládají za uvolnění sirovodíku ( $H_2S$ ), který se v aerobních podmínkách postupně oxiduje na sírany. V půdě se přeměny síry uskutečňují pomocí sulfurikace, desulfurikace a imobilizace (Fecenko *et Ložek*, 2000).

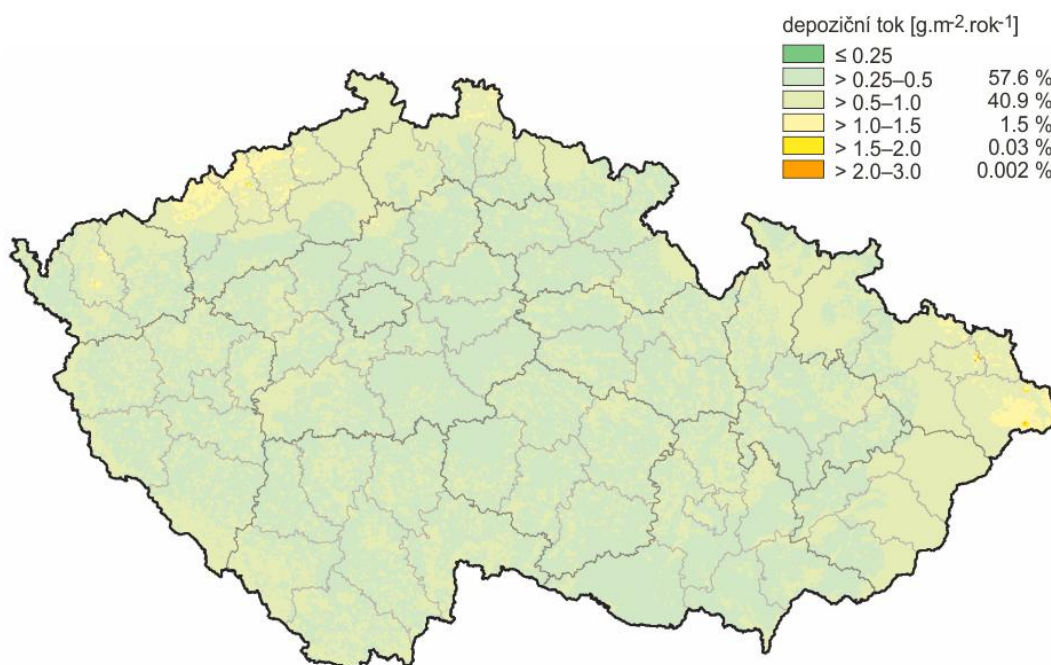
#### ***Sulfurikace, desulfurikace, imobilizace***

Sulfurikace je mikrobiální proces, při kterém se redukováná forma síry působením sírných bakterií oxiduje na sírany za uvolnění tepla. Desulfurikace je obrácený proces, tj. redukce síranů a siřičitanů na sirovodík ( $H_2S$ ) působením desulfurikačních bakterií (Kováčik *et al.*, 2012). Imobilizaci způsobují mikroorganismy využívající síru na syntézu protoplazmy nebo k ní může docházet při tvorbě humusových kyselin a humusu. Síra se v mikroorganismech dočasně uloží a po jejich odumření se vrací zpět do koloběhu (Fecenko *et Ložek*, 2000).

Určité množství síry se do půdy dostává z ovzduší v podobě oxidu siřičitého ( $SO_2$ ). V minulosti byly roční spady síry v České republice na úrovni 50 – 100 kg/ha.

V dnešní době jsou roční spady síry pouze do 5 – 10 kg/ha (Černý *et al.*, 2016). Díky tomu nebyl v minulosti zdůrazňován význam síry ve výživě rostlin. Roční depozice síry v České republice je znázorněná na obrázku 2.

Obrázek 2: Celková roční depozice síry 2015 (ČHMÚ)



#### 2.2.2.2 Síra v rostlině

Obsah síry v rostlině kolísá od 0,1 do 0,5 %. Síra je rostlinami přijímána kořeny ve formě aniontu  $\text{SO}_4^{2-}$ . Rostliny mají také schopnost přijímat síru (oxid siřičitý –  $\text{SO}_2$ ) prostřednictvím listů. Prostřednictvím listů v průměru přijímají kolem 30 % z celkového množství potřebné síry (Kováčik *et al.*, 2012). Síra je intenzivně přijímána v jarním období růstu. Je nezbytná pro syntézu esenciálních aminokyselin (metionin, cystein a cystin), pro tvorbu bílkovin. Stabilizuje obsah oleje v semeni a zvyšuje využití dusíku (Richter *et al.*, 2001). Dále je součástí řady enzymů, je složkou vitamínů (biotinu, thiaminu), koenzymu A, feredoxinu a glukosinolátů (Markytán *et Matula*, 2008).

Nedostatek síry se projevuje snížením obsahu aminokyselin obsahující síru a zastavuje se syntéza bílkovin. Při nízkém obsahu síry se zvyšuje koncentrace nitrátů v rostlinách (Richter, 2004c). Vizuální příznaky nedostatku síry se nejdříve projevují na nejmladších listech, a to žloutnutím, viz obrázek 3, které postupně přechází i na starší listy (Baranyk *et al.*, 2007). Nedostatek síry se u květů projevuje změnou zbarvení až do bílé barvy. Řepka při silném nedostatku síry vytváří šešule s malým počtem semen nebo

se nevyvíjejí žádné šešule (Schnug *et al.*, 2005). Symptomy nadbytku síry nejsou zatím u rostlin známé (Kováčik, 2007).

Obrázek 3: Nedostatek síry (Richter *et al.*, 2001)



### 2.2.3 Fosfor

Fosfor má v rostlinách důležité postavení v přenosu energie a v biochemických procesech. Fosfor je přijímán ve formě aniontů  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  nebo  $\text{HPO}_4^{2-}$  (Vaněk *et al.*, 2013). Rostliny, které mají dostatek fosforu, dříve přicházejí do generativní fáze růstu, a tudíž dříve dozrávají a mají kratší vegetační dobu (Baranyk *et al.*, 2007).

Nedostatky fosforu se nejprve projevují na starších částech rostlin. Při deficitu fosforu se tvoří malé, nepružné, tvrdé listy tmavozelené barvy – viz obrázek 4 (Kováčik, 2007). Jeho nedostatek způsobuje nevyrovnané kvetení a omezuje se tvorba semen v pozdějších vývojových fázích (Richter *et al.*, 2001). Symptomy nadbytku fosforu nebyly dosud v přirozených podmínkách zaznamenány (Kováčik, 2007).

Obrázek 4: Nedostatek fosforu (Baranyk *et al.*, 2007)



#### 2.2.4 Draslík

Koncentrace draslíku v rostlinách se pohybuje mezi 2 – 6 %. Udržuje buněčné napětí (turgor) a podporuje fotosyntézu, významně ovlivňuje metabolismus dusíku a mechanismus otevírání a zavírání stomat (Richter, 2004d). Rostlinami je draslík přijímán jako kationt  $K^+$ . Při dostatečném zásobení rostlin draslíkem dochází k lepšímu vyžívání pletiv a tím se zlepšuje jejich anatomická stavba a snižuje se tak nebezpečí poléhání a napadení chorobami a škůdci (Markytán *et* Matula, 2008).

Symptomy nedostatku draslíku se projevují omezenou tvorbou vysokomolekulárních látek, jako jsou cukry, škroby a bílkoviny. Při nedostatku jsou rostliny snadněji poškozovány mrazem, obtížněji regenerují a jsou napadány houbovými chorobami. Dlouhodobý nedostatek se projevuje žloutnutím okrajů spodních listů, viz obrázek 5, které postupně nekrotizují a opadávají. Rovněž dochází k deformaci a špatnému vývoji šišulí (Richter *et al.*, 2001). Nadbytek draslíku působí špatně na příjem hořčíku, sodíku, vápníku a v extrémních případech může způsobit zasolení půd (Baranyk *et al.*, 2005).

Obrázek 5: Nedostatek draslíku (Baranyk *et al.*, 2007)



### 2.2.5 Hořčík

Hořčík je součástí fyтину, chelátu, oxalátu a chlorofylu, ve kterém je vázáno 15 – 20 % celkového množství hořčíku v rostlině. Rostlinou je přijímán jako kation  $Mg^{2+}$  (Vaněk *et al.*, 2013). Ovlivňuje dusíkatý a sacharidový metabolismus, řadu enzymových systémů pro utilizaci  $CO_2$  a také je důležitý pro syntézu olejů (Richter *et al.*, 2001).

Typický symptom deficitu hořčíku je chloróza, viz obrázek 6, která vzniká mezi žilnatinou v blízkosti středního žebra a rozšiřuje se k okrajům (Richter *et al.*, 2001). Při silném nedostatku se zpomaluje růst a dochází k oddalování jednotlivých vývojových fází (Kováčik, 2007). Nadbytek hořčíku má za následek poškození kořenové soustavy, zkracuje se hlavní kořen, snižuje se boční rozvětvení a tvorba kořenových vlásků (Kováčik, 2007).

Obrázek 6: Začínající nedostatek hořčíku (Richter *et al.*, 2001)



### 2.2.6 Vápník

Obsah vápníku se v rostlinách pohybuje v rozmezí 0,4 – 1,5 % v závislosti na druhu rostliny a stáří. Vápník ovlivňuje celou řadu procesů: neutralizuje a váže některé kyseliny, má konformační a stabilizační vliv na bílkoviny, významně ovlivňuje stabilitu a integritu pletiv a ovlivňuje aktivitu řady enzymů v rostlinách (Richter, 2004e).

Symptomy nedostatku se objevují na mladých částech rostlin. V důsledku nedostatku vápníku dochází k postupnému blednutí, usychání a lámání vegetačního vrcholu, viz obrázek 7, které se nejčastěji objevují u řepky, máku, lnu a slunečnice (Kováčik, 2007). Při nedostatku vápníku v rostlině dochází ke špatnému růstu kořenů, které odumírají a postupně slizovají (Richter *et al.*, 2001). Nadbytek vápníku většině rostlin neškodí s výjimkou rostlin kalkofobních (Richter, 2004f).

Obrázek 7: Nedostatek vápníku (Baranyk *et al.*, 2007)



### 2.2.7 Mikroelementy

Řepka ozimá pro dobré výnosy vyžaduje dostatek manganu, boru, molybdenu a zinku. Hladinu mikroelementů lze zvýšit foliární výživou na začátku dlouhivého růstu (Baranyk *et al.*, 2005).

Bor je důležitý pro syntézu nukleových kyselin, při utilizaci dusíku do RNA a příznivě ovlivňuje metabolismus sacharidů a jejich transport. Při nedostatku boru je stonek zbytnělý, zpomaluje se dlouhivý růst a je zasažen růstový vrchol (Baranyk *et al.*, 2005).



Molybden má vliv na tvorbu semen. Nedostatek molybdenu v půdě způsobuje nekrotické skvrny na starších listech a někdy také deformace listů (Alpmann *et al.*, 2009).

Nedostatek manganu se projevuje skvrnitou chlorózou na mladých listech, která způsobuje redukci šošulí. K nedostatku manganu dochází především na zásaditých a neutrálních půdách (Alpmann *et al.*, 2009).

## 2.3 Hnojení řepky ozimé

### 2.3.1 Hnojení organickými hnojivy

V dnešní době při nedostatku statkových hnojiv se řepka těmito hnojivy hnojí minimálně (Bečka *et al.*, 2007). Nejvhodnější je kvalitní hnůj, který je potřeba zapravit 3 – 4 týdny před setím, aby se obnovila půdní kapilarita a půda přirozeně slehla (Richter *et al.*, 2001). Kejda prasat, skotu či drůbeže lze aplikovat při zaorávce slámy předplodiny, ale hlavně během vegetace. Při základním hnojení by měla být dávka kejdy skotu a prasat do 40 t/ha, u kejdy drůbeže do 30 t/ha. Další dávku, která nesmí překročit 20 – 30 t/ha můžeme aplikovat ve fázi 4 – 6 pravých listů. Na jaře lze kejdu aplikovat ve dvou dávkách. První dávku v polovině března, a to 20 t/ha, druhou zhruba za 14 dní v dávce 20 t/ha. Dávky kejdy volíme s ohledem na obsah živin a využitelnosti dusíku a dávka minerálních hnojiv musí být snižená o množství živin obsažených v kejdě, které uvádí tabulka 1 (Bečka *et al.*, 2007).

Tabulka 1: Obsah živin a organických látek v kg/t u organických hnojiv (Richter *et al.*, 2001)

Druh hnojiva	Sušina	Org. látky	N	P	K	Ca	Mg
Chlévský hnůj	240	170	4,8	1,1	5,1	3,7	0,8
Kejda skotu	78	60	3,2	0,7	4,0	1,3	0,4
Kejda prasat	68	53	5,0	1,3	1,9	2,4	0,4
Kejda drůbeže	116	53	5,0	1,3	1,9	2,4	0,4

### 2.3.2 Základní hnojení

Základní hnojení slouží k úpravě obsahu přístupných živin v půdě na hodnoty, které zajišťují optimální koncentrace draslíku, fosforu, hořčíku a síry v rostlině – viz tabulka 2. Dávky prvků volíme podle výsledků agrochemického zkoušení půd (AZP). Hnojení sírou provádíme v případech, kdy je obsah síry nižší než 30 mg/kg (Richter *et al.*, 2001). K základnímu hnojení je nejvhodnější síran amonný, Amofos, výjimečně

NPK a močovina, které jsou zapravené do půdy při předseťové přípravě (Bečka *et al.*, 2007).

Tabulka 2: Optimální obsah živin v sušině u řepky ozimé (Bečka *et al.*, 2007)

Fáze růstu	Biomasa nadz. sušiny (t/ha)	% prvku v sušině nadzemní hmoty						mg/kg	
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
Podzim (6 listů)	1,0	4,2	0,39	3,80	2,00	0,20	0,45	20 - 50	25 - 70
Jarní regenerace	2,5	4,8	0,48	2,90	1,60	0,18	0,5	20 - 50	25 - 70
Butonizace	5,5	4,9	0,50	2,60	1,90	0,18	0,6	20 - 50	25 - 70
Kvetení	10,0	4,2	0,46	3,00	1,60	0,15	0,5	20 - 50	25 - 70
Nasazení šešulí	18,0	2,0	0,34	2,10	1,50	0,11	0,45	15	20 - 40
Semena – sklizeň	3,0	3,3	0,60	0,82	0,50	0,25	0,26	7 - 11	40 - 60

### 2.3.3 Hnojení dusíkem

#### 2.3.3.1 Podzimní hnojení

Před setím řepky dusíkem zpravidla nehnojíme. Podzimní hojení dusíkem provádíme na mělkých, chudých a skeletovitých půdách, při výsevu po agrotechnickém termínu, při výsevu nižším než 70 semen/m<sup>2</sup> a v případě, že předplodiny byly dvě obilniny (Bečka *et al.*, 2007).

Slabé porosty řepky přihnojujeme na konci září či začátkem října 20 – 30 kilogramy dusíku na hektar, pokud nebyly hnojeny dusíkem před setím. Vhodná hnojiva jsou LAV, DAM 390, DASA, SAM, ledek vápenatý a síran amonný. Není se třeba obávat ztrát dusíku vyplavením při této výživě, protože na konci podzimní vegetace je v nadzemní části rostliny akumulováno zpravidla 40 – 70 kilogramů dusíku na hektar (Baranyk *et al.*, 2007).

#### 2.3.3.2 Jarní hnojení

Jarní dávka dusíku je rozhodující pro dosažení dobrých výnosů a pro rychlé nastartování růstu řepky (Richter *et al.*, 2001). Při hnojení dusíkem v jarním období je nutné vycházet z těchto faktorů: z půdněklimatických podmínek stanoviště, z obsahu minerálního dusíku v ornici a podorniči, ze stavu biologické kontroly porostu před zimou a po zimě a ze znalostí pěstované odrůdy (Baranyk *et al.*, 2007). V dnešní době se hnojení dusíkem provádí v dělených dávkách.



### ***Regenerační hnojení (1. jarní dávka dusíku)***

Slouží k regeneraci kořenového systému. Již při teplotě 2 °C kořenový systém řepky regeneruje. Řepka vyžaduje včasnou aplikaci regenerační dávky dusíku k zabezpečení dobrých výnosů semene, která se provádí po 20. únoru. Pokud je řepka nedostatečně vyživena dusíkem, dochází k redukci počtu založených šesulí (Vaněk *et al.*, 2013). V našich podmínkách je dávka dusíků v průměru 60 – 100 kg/ha. Pro nebezpečí návratu zimy se dávka dělí na dvě části. První část regeneračního hnojení se provádí tuhými dusíkatými hnojivy v dávce 30 – 40 kg/ha. Doporučená hnojiva jsou LAV, DA, DASA, MO, LV. Druhou část provádíme asi 14 dní po aplikaci první části regeneračního hnojení. Aplikujeme 30 – 60 kilogramů dusíku na hektar tuhými i kapalnými hnojivy jako jsou DAM, SAM, Agrosam. Při pozdním otevření jara dávku dusíku nedělíme (Baranyk *et al.*, 2007).

### ***Produkční hnojení (2. jarní dávka dusíku)***

Slouží pro tvorbu nadzemní biomasy až do dlouhivého růstu. Doba produkčního hnojení nastává kolem 1. až 10. dubna a přibližně 2 – 3 týdny po regeneračním hnojení. Obvyklá dávka dusíku je 50 – 80 kg/ha, která závisí na stavu porostu. Silný porost s hustotou 30 – 40 rostlin/m<sup>2</sup>, hnojíme vyššími dávkami. Vhodná hnojiva jsou DAM 390, LAV, DA, LV, SAM, DASA (Vaněk *et al.*, 2013).

### ***Kvalitativní hnojení (3. jarní dávka dusíku)***

Hnojení se provádí ve fázi žlutých pupenů a má vliv na násadu a udržení počtu šesulí. Aplikace se provádí na chudých půdách a v sušších oblastech při nízkém obsahu dusíku a síry (Richter *et al.*, 2001). Dávka dusíku je 20 – 30 kg/ha a hnojiva se používají stejná jako při produkčním hnojení (Vaněk *et al.*, 2013). Při použití vysoké dávky dusíku dochází k negativnímu průběhu dozrávání a k zvýšení podílu zelených semen (Baranyk *et al.*, 2007).

#### **2.3.4 Hnojení sírou**

Pro dobrý výnos semen řepky potřebuje porost během vegetace odebrat 70 – 80 kilogramů síry z hektaru (Matula, 2007). Při základním hnojení je dávka síry asi 20 kg/ha a lze ji uhradit hnojivy jako síran amonný, DASA, Kieserit, Superfosfát jednoduchý atd. Při projevech nedostatku síry na podzim provádíme hnojení koncem

září až začátkem října pomocí Kieseritu, hořké soli nebo listových hnojiv se sírou (Baranyk *et al.*, 2007).

Při jarní aplikaci vycházíme z orientačního stanovení obsahu minerální síry v ornici. Při nižším obsahu síry se doporučuje v jarním období hnojit sírou v dávce 20 – 40 kg/ha. Síru dodáváme společně s dusíkem v hnojivech DASA, SAM, LAS, Agrosam v období časného jara. Později jsou podmínky výživy sírou lepší, protože vztlínající voda má vyšší obsah síranů než voda srážková. Potřebu hnojení sírou stanovujeme na základě obsahu síry v rostlinách, který má být ve fázi dlouhivého růstu kolem 0,55 % síry v sušině (Baranyk *et al.*, 2007).

## 2.4 Minerální dusíkatá hnojiva

Minerální dusíkatá hnojiva obsahují dusík v minerální i organické formě a mohou být v tekutém nebo pevném skupenství. Dusík odebraný sklizní, vyplavením, smyvem a sorpcí dodáváme dusíkatými hnojivy (Hlušek, 2004a).

Minerální dusíkatá hnojiva dělíme podle formy na hnojiva:

- s dusíkem nitrátovým ( $\text{NO}_3^-$ ),
- s dusíkem amonným a amoniakálním ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$ ),
- s dusíkem amidovým,
- s dusíkem ve dvou i více formách,
- pomalu působící.

## 2.5 Pomalu působící dusíkatá hnojiva

Pomalu působící dusíkatá hnojiva slouží k jednorázové aplikaci vysokých dávek dusíku. Dusík z hnojiv se uvolňuje postupně, tak aby rostlina neutrpěla poškození z nadměrné dávky dusíku a zároveň nedocházelo ke ztrátám vyplavení. Dusík se nachází v těžkorozpustných sloučeninách ve vodě nebo ve formě granulí běžných hnojiv, které jsou obaleny nebo pokryty polorozpustnými látkami. Pomalu působící hnojiva v průměru obsahují 30 – 40 % dusíku (Hlušek, 2004b).

### 2.5.1 Obalovaná hnojiva

U obalovaných hnojiv je dusík postupně uvolňovaný díky polorozpustnému obalu granulí běžně rozpustných hnojiv. Na obalování hnojiv se používá pryskyřice, parafín,

vosk, dehty, síra a další látky. Mezi tyto hnojiva patří obalovaná močovina sírou, která obsahuje 32 – 37 % dusíku a 14 – 30 % síry (Hlušek, 2004b).

### 2.5.2 Hnojiva vzniklá kondenzací močoviny

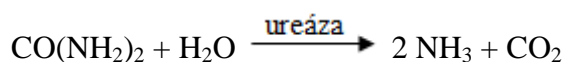
Tyto hnojiva se vyrábějí kondenzací močoviny s aldehydem. Nejznámější je Ureaform, který se vyrábí kondenzací močoviny s formaldehydem. Obsahuje 38 – 40 % dusíku. Mezi další patří močovinoacetaldehydové hnojivo s obsahem 33 – 38 % dusíku, močovinkrotonaldehydové hnojivo s obsahem 30 – 32 % dusíku a močovinoizobutyraldehydové hnojivo s obsahem 32 – 33 % dusíku (Hlušek, 2004b).

### 2.5.3 Stabilizovaná dusíkatá hnojiva

Výhodou stabilizovaných hnojiv je jednorázová aplikace dusíku, který je optimálně využitý rostlinou a dochází k zamezení ztrát vyplavením nebo denitrifikací. Nevýhodou stabilizovaných hnojiv je jejich vysoká pořizovací cena. Stabilizovaná dusíkatá hnojiva se uplatňují na základě inhibitoru ureázy a nitrifikace.

#### 2.5.3.1 Inhibitory ureázy

Ureáza je enzym, který zabraňuje rozkladu močoviny na oxid uhličitý a amoniak, který by následně unikl do ovzduší. Tím dochází k lepšímu využití dusíku z hnojiv obsahující močovinu (Trenkel, 1997).



Inhibitory ureázy dočasně brání přeměně močoviny na amoniak. Díky tomu se amonný dusík z močoviny uvolňuje pozvolněji a působením ureázy je zabezpečen průchod dusíku půdou ke kořenům bez nežádoucího úniku amoniaku do ovzduší. Během průchodu dusíku půdou postupně klesá inhibitor ureázy a díky tomu dochází k hydrolýze močoviny a uvolnění amonného iontu (Růžek *et* Pišánová, 2007).

Nejpoužívanější inhibitor ureázy je NBP - N-(n-butyl) thiophosphoric diamid, který je v hnojivu UREA<sup>stabil</sup> a v přípravku StabilureN<sup>®</sup> (Růžek *et* Pišánová, 2007).

#### 2.5.3.2 Inhibitory nitrifikace

Inhibitory nitrifikace zpomalují bakteriální oxidaci amonných iontů, tím že na určitou dobu zpomalí bakterie *Nitrosomonas* v půdě. Bakterie *Nitrosomonas* přeměňují amonný iont na nitrit (NO<sub>2</sub>), který se dále mění na nitrát (NO<sub>3</sub>). Význam inhibitorů

nitrifikace spočívá v udržení dusíku v amonné formě po delší dobu a tím ke zvýšení účinnosti aplikované dávky dusíku a k zamezení ztrátám vyplavením a denitrifikací (Trenkel, 1997).

Mezi nepoužívanější inhibitory nitrifikace patří Nitrapirin (2-chloro-6-(trichloromethyl)-pyridine), CMP (1-carbamoyl-3-methylpyrazole) a DCD (dicyandiamid), který se nachází v hnojivu ALZON<sup>®</sup>, ENSIN<sup>®</sup> a BASAMMON<sup>®</sup> (Trenkel, 1997).

### **3 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Cílem bakalářské práce bylo na základě maloparcelkového pokusu založeného ve výzkumné stanici Vatín posoudit vliv regeneračního hnojení řepky ozimé dusíkatými hnojivy se sírou na výnos a olejnatost semen řepky.

Byla stanovena následující hypotéza – regenerační hnojení řepky ozimé dusíkatými hnojivy se sírou bude mít pozitivní vliv na výnos a olejnatost semen.

## 4 MATERIÁL A METODIKA

### 4.1 Charakteristika lokality

Pokus probíhal ve výzkumné pícninařské stanici Vatin Mendelovy univerzity v Brně. Lokalita se nachází asi 8 km od města Žďár nad Sázavou. Leží v Českomoravské vysočině s nadmořskou výškou 650 metrů nad mořem.

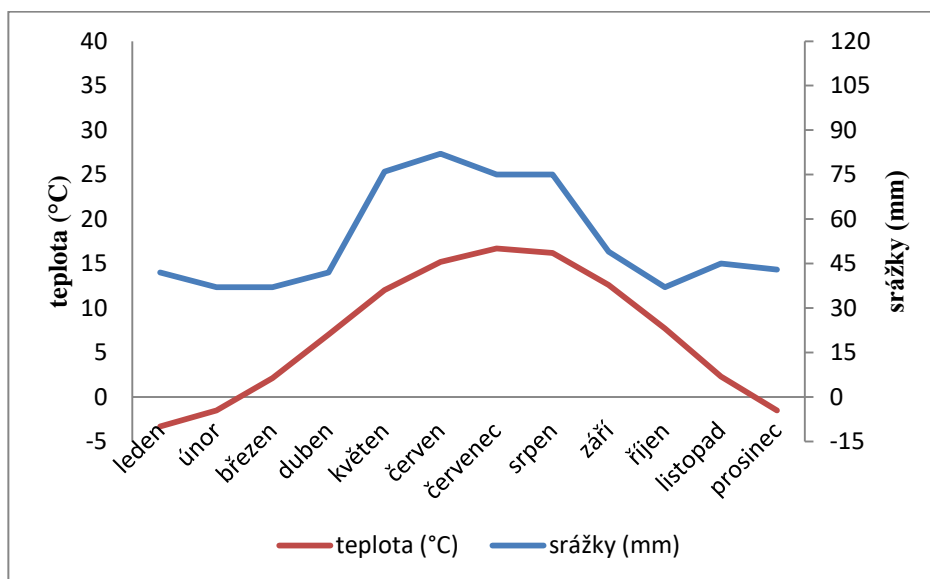
Na dané lokalitě je středně těžká, písčitohlinitá půda s půdním typem kambizem. Na dané lokalitě byly zjištěny základní agrochemické vlastnosti půdy, které jsou uvedeny v tabulce 3. Výměnná půdní reakce byla silně kyselá. Půda měla nízký obsah hořčíku a vyhovující obsah vápníku. Obsah fosforu a draslíku byl dobrý. Obsah vodorozpustné síry byl nízký.

Tabulka 3: Agrochemické vlastnosti půdy (listopad 2014)

obsah přístupných živin (mg/kg)					
P	K	Ca	Mg	S vod.	pH/CaCl <sub>2</sub>
89	235	1050	100	11,2	4,7

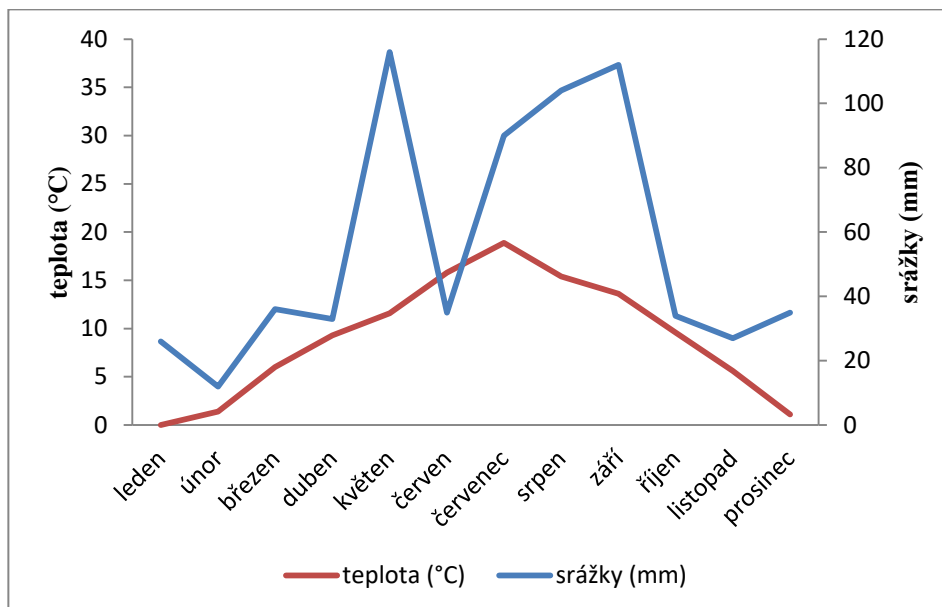
Na grafu 2 můžeme sledovat vývoj teplot a srážek v jednotlivých měsících dlouhodobého průměru. Průměrná roční teplota byla 7,2 °C a roční úhrn srážek byl 644 mm. Nejchladnější měsíc byl leden s průměrnou teplotou -3,3 °C a nejteplejší byl červenec s průměrnou teplotou 16,7 °C. Měsíc s nejvyšším úhrnem srážek byl červen, v průměru spadlo 82 mm srážek. Nejnižší srážky byly v měsících únor, březen a říjen, kdy spadlo 37 mm srážek.

Graf 2: Klimadiagram Vatín – dlouhodobý průměr (1961 – 1990)



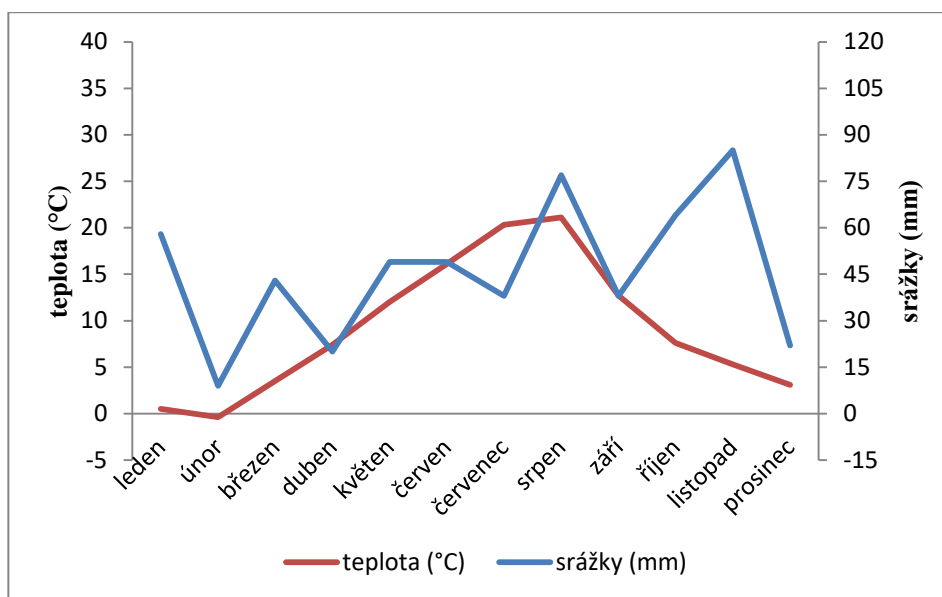
Na grafu 3 je znázorněný vývoj teplot a srážek roku 2014. V roce 2014 byla průměrná roční teplota 9 °C a roční úhrn srážek byl 660 mm. Nejchladnější měsíc byl leden s průměrnou teplotou 0 °C a nejteplejší byl červen s průměrnou teplotou 18,9 °C. Nejnižší úhrn srážek byl v únoru, kdy spadlo 12 mm. Nejvíce srážek spadlo v květnu, a to 116 mm. Rok 2014 byl o 1,8 °C teplejší v porovnání s dlouhodobým průměrem.

Graf 3: Klimadiagram Vatín (2014)



Na grafu 4 je znázorněný vývoj teplot a srážek roku 2015. V roce 2015 byla průměrná roční teplota 9,1 °C a roční úhrn srážek byl 552 mm. Nejteplejší měsíc byl srpen s průměrnou teplotou 21,1 °C a nejchladnější byl únor s průměrnou teplotou -0,4 °C. Nejnižší úhrn srážek byl v únoru, kdy spadlo pouze 9 mm. V listopadu spadlo nejvíce srážek, a to 85 mm. V porovnání s dlouhodobým průměrem byl rok 2015 sušší a teplejší. Spadlo o 92 mm méně srážek a teplota byla o 1,9 °C vyšší.

Graf 4: Klimadiagram Vatín (2015)



## 4.2 Metodika pokusu

Pokus probíhal v hospodářském roce 2014/2015. Problematika byla řešena formou maloparcelkového pokusu. Velikost jedné parcely byla 1,5 m x 9 m a její celková velikost byla 13,5 m<sup>2</sup>. Předplodina na daném pozemku byla pšenice ozimá, po které následovala orba a předseťová příprava. Výsev proběhl 24. 8. 2014 odrůdou DK Exquisite.

Bylo využito sedm variant hnojení a kontrolní nehnojená varianta, viz tabulka 4. V pokusu byla využita hnojiva LAD, DASA, ENSIN, ENTEC. Hnojiva ENSIN a ENTEC byla aplikována v jedné dávce při regeneračním hnojení. LAD a DASA byla aplikována v dělených dávkách a při produkčním hnojení II. byla doplněna hnojivem DAM 390 v dávce 150 l/ha. Poslední varianta byla LAD + ENSIN kdy při regeneračním hnojení byl aplikován LAD a v produkční hnojení I. ENSIN.



Tabulka 4: Varianty hnojení řepky

Varianta	Regenerační hnojení		Produkční hnojení I.		Produkční hnojení II.		Celková dávka N (kg/ha)
	Hnojivo	Dávka N (kg/ha)	Hnojivo	Dávka N (kg/ha)	Hnojivo	Dávka N (kg/ha)	
<b>Nehnojeno</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>LAD + LAD</b>	LAD	78	LAD	58	DAM 390	58,5	194,5
<b>ENSIN 100 %</b>	ENSIN	194	-	-	-	-	194
<b>ENSIN 80 %</b>	ENSIN	155	-	-	-	-	155
<b>ENTEC 100 %</b>	ENTEC	194	-	-	-	-	194
<b>ENTEC 80 %</b>	ENTEC	155	-	-	-	-	155
<b>DASA + DASA</b>	DASA	78	DASA	58	DAM 390	58,5	194,5
<b>LAD + ENSIN</b>	LAD	78	ENSIN	116	-	-	194

V průběhu vegetace probíhalo ošetřování porostu znázorněné v tabulce 5. Regenerační hnojení bylo provedeno 8. 4. 2015. První produkční hnojení proběhlo 20. 4. 2015 a druhé produkční hnojení 28. 4. 2015. Dne 1. 7. 2015 bylo provedeno lepení šesulí. Sklizeň byla provedena 5. 8. 2015 sklízecí mlátičkou SAMPO SR2010.

Tabulka 5: Ochrana porostu během vegetace

Datum	Operace	Materiál	Dávka
19. 9. 2014	aplikace herbicidu	GARLAND +GALERA	0,5 + 0,5 l/ha
19. 9. 2014	aplikace fungicidu	HORIZON	0,75 l/ha
11. 5. 2015	aplikace insekticidu	NURELLE	0,6 l/ha
11. 5. 2015	aplikace fungicidu	BUMBER	1 l/ha
11. 6. 2015	aplikace insekticidu	NURELLE	0,6 l/ha

### 4.3 Charakteristika použité odrůdy

Pokus byl založen pylově fertlním hybridem DK Exquisite, který je v České republice registrovaný od roku 2009. Jedná se o středně ranou odrůdu, která je odolná proti poléhání a obsah oleje v semeni je středně vysoký (Zehnálek, 2016).

## **4.4 Použitá hnojiva**

### ***DASA 26 – 13***

DASA je granulované dusíkaté hnojivo se sírou, které je vhodné k základnímu hnojení a k hnojení během vegetace pro plodiny náročné na síru. Obsah dusíku je 26 % a je ve formě amonné a dusičnanové, obsah síry je 13 % (DUSLO, 2016).

### ***ENSIN***

ENSIN je dusíkaté hnojivo se sírou a inhibitorem nitrifikace. Celkový obsah dusíku je 26 %. Obsah síry je 13 %. Dusík v hnojivu je ve formě amonné 18,5 % a dusičnanové 7,5 %. Je vhodné pro rostliny s vyššími nároky na síru, jako je řepka. Výhoda hnojiva je aplikace v jedné dávce (DUSLO, 2016).

### ***ENTEC***

Je granulované dusíkaté hnojivo s inhibitorem nitrifikace a se sírou. Obsahuje 26 % dusíku z toho je 7,5 % v dusičnanové a 18,5 % v amonné formě. Celkový obsah síry je 13 % (Registr hnojiv, 2016).

### ***Ledem amonný s dolomitěm – LAD***

Je hnojivo obsahující dusík v dusičnanové a amonné formě v poměru 1:1. Je to směs dusičnanu amonného a jemně mletého dolomitce formě granulí. Obsah dusíku je 27 % a obsah dolomitu je 2,9 %. Slouží k základnímu hnojení nebo přihnojování během vegetace (LOVOCHEMIE, 2016).

### ***DAM 390***

Je kapalné hnojivo složené z dusičnanu amonného a močoviny. Celkovým obsah dusíku je 30 %, z toho je  $\frac{1}{2}$  ve formě močoviny,  $\frac{1}{4}$  v amonné formě,  $\frac{1}{4}$  ve formě dusičnanové. Slouží k základnímu hnojení, ale především k přihnojování během vegetace. Při přihnojování během vegetace lze DAM 390 aplikovat společně s přípravky na ochranu rostlin (YARA, 2016).

## **4.5 Použité analytické metody**

### ***Stanovení výměnné půdní reakce***

Výměnná půdní reakce byla stanovena ve výluhu 0,01 M CaCl<sub>2</sub>. Vápenaté ionty vytěsňují vodíkové ionty sorbované na koloidní komplex, které přejdou do roztoku a jejich aktivitu změříme fotometricky (Zbiral, 2002).

### ***Stanovení vodorozpustné síry***

Obsah vodorozpustné síry byl stanoven ve výluhu v poměru zeminy a vody 1:5 metodou spektrofotometrie (Zbiral, 2002).

### ***Stanovení obsahu přístupných živin (P, K, Ca, Mg) dle Mehlicha III***

Koncentrace fosforu byla stanovena fotometricky a koncentrace draslíku byla stanovena plamennou fotometrií. Koncentrace vápníku a hořčíku se stanovila atomovou absorpční spektrofotometrií (Zbiral, 2002).

### ***Stanovení celkového obsahu oleje v semenech řepky ozimé***

Celkový obsah oleje v semenech řepky byl zjištěn pomocí gravimetrie po trojnásobné extrakci n – hexanem (Novotný, 2000).

## **4.6 Použité statistické metody**

Olejnatost a výnosy semen byly vyhodnoceny v programu STATISTICA, verze 12 pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu. Následné testování proběhlo metodou mnohonásobného porovnávání podle Tukeye.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Výnos semen

Na hodnoty výnosu semen řepky neměla aplikace hnojiv statisticky průkazný vliv, což je patrné z tabulky 6.

Tabulka 6: Analýza vlivu hnojení na výnos semen

	Stupeň volnosti	SČ	PČ	F	P
<b>Varianta</b>	7	1,2477	0,1782	1,907	0,112704
<b>Chyba</b>	24	2,2429	0,0935		
<b>Celkem</b>	31	3,4906			

Pozn: SČ – součet čtverců, PČ – počet čtverců, F – testové kritérium, p – vliv faktoru ( $p \leq 0,05$  statisticky průkazný rozdíl)

Mezi jednotlivými variantami nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl. Průměrné výnosy semen řepky se pohybovaly od 2,1 do 2,7 t/ha, které jsou uvedeny v tabulce 7. Tříletý (2013 – 2015) průměr výnosů semen se na dané lokalitě pohyboval od 2,4 do 3,6 t/ha, které uvádí Ryant *et al.* (2016). Dále uvádí, že varianta ENSIN (100 % i 80 %) dosáhla nejvyššího výnosu a to 3,6 t/ha. Varianta ENSIN 80 % měla výnos o 0,9 t/ha nižší než ENSIN z tříletého průměru. Suché a teplé počasí v roce 2015 mělo zřejmě negativní dopad na výsledky jednoletého pokusu.

Nejnižší výnos 2,1 t/ha byl zjištěn u nehnojené varianty. Nejvyšší výnos 2,7 t/ha poskytla varianta ENSIN 80 %. Varianta ENSIN 80 % měla výnos o 29,1 % vyšší než nehnojená varianta a o 26,7 % vyšší než klasická varianta LAD + LAD. Varianta ENTEC 26 80 % dosáhla o 17,5 nižší výnos než varianta ENSIN 80 %.

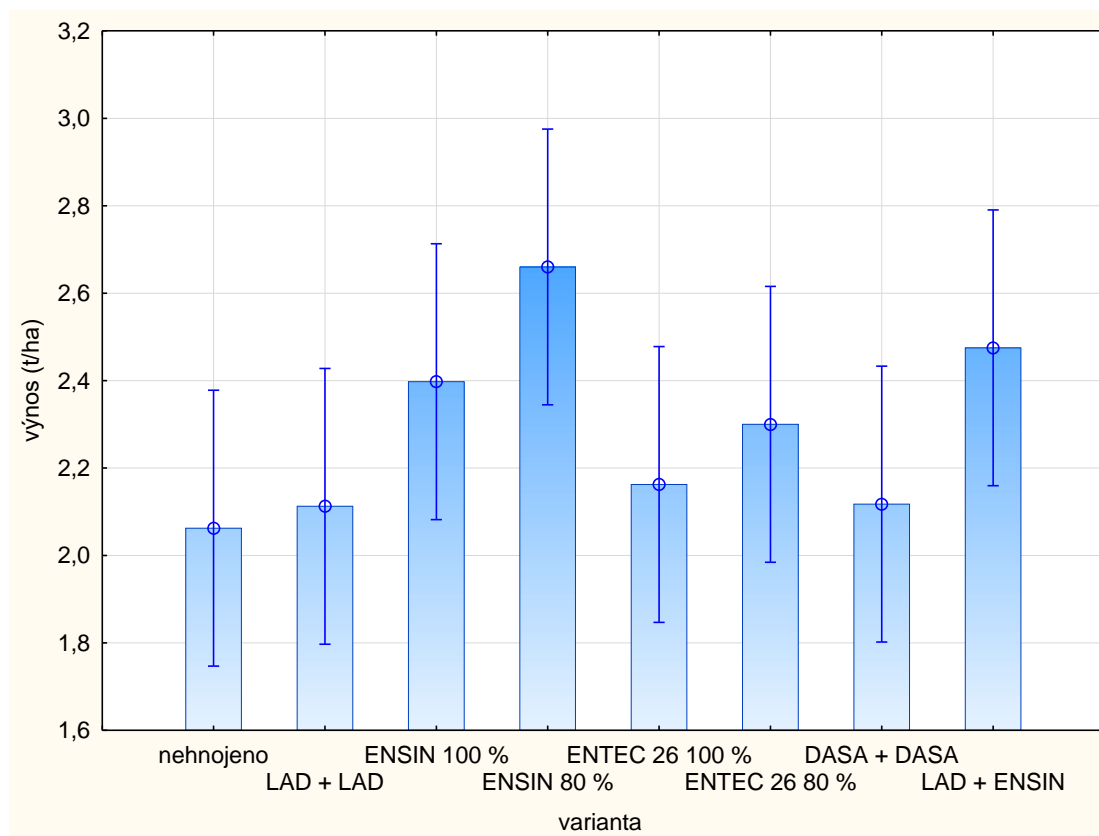
Mnoho autorů uvádí, že hnojení dusíkem a sírou má pozitivní vliv na výnos řepky. Při hnojení řepky sírou v dávce 40 – 60 kg/ha se zvýší výnos o 11 – 12 % oproti nehnojené variantě, které uvádí Sienkiewicz-Cholewa *et al.* (2015). Při použití dusíku v dávce 200 kg/ha se výnos zvýšil o 59,24 % v porovnání s nehnojenou variantou (Varényiová *et al.* 2015). Béreš *et al.* (2014) uvádějí, že aplikace pomalu působících dusíkatých hnojiv – ENSIN<sup>®</sup> a UREA<sup>stabil</sup> zvýšila výnos řepky o 10 % oproti kontrolní variantě. Varényiová *et al.* (2017) dosáhli nejlepšího výnosu při použití dusíku v dávce 160 kg/ha a síry v dávce 40 kg/ha.

Tabulka 7: Průměrný výnos (t/ha) semen a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye

Varianta	Počet opakování	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost rozdílu	Relativní %
Nehnojeno	4	2,06 ± 0,23	a	100
LAD + LAD	4	2,11 ± 0,42	a	102,4
ENSIN 100 %	4	2,40 ± 0,19	a	116,5
ENSIN 80 %	4	2,66 ± 0,30	a	129,1
ENTEC 26 100 %	4	2,16 ± 0,47	a	104,9
ENTEC 26 80 %	4	2,30 ± 0,23	a	111,7
DASA + DASA	4	2,17 ± 0,17	a	105,3
LAD + ENSIN	4	2,48 ± 0,30	a	120,4

Pozn: v případě, že jsou písmena stejná, není statisticky průkazný rozdíl mezi variantami

Graf 5: Výnos semen řepky ozimé u jednotlivých variant



## 5.2 Olejnatost semen

Variety hnojení neměly statisticky průkazný vliv na olejnatost semen řepky, jak je patrné z tabulky 8.

Tabulka 8: Analýza vlivu na olejnatost semen

	Stupeň volnosti	SČ	PČ	F	P
<b>Varianta</b>	7	3,56	0,51	0,8	0,60114
<b>Chyba</b>	24	15,4	0,64		
<b>Celkem</b>	31	18,96			

Pozn: SČ – součet čtverců, PČ – počet čtverců, F – testové kritérium, p – vliv faktoru ( $p \leq 0,05$  statisticky průkazná rozdíl)

Průměrná olejnatost se u jednotlivých variant pohybovala od 46,5 do 47,4 %. Hnojiva se sírou neměla statisticky průkazný vliv na olejnatost semen řepky, která jsou uvedena v tabulce 9. Nejvyšší olejnatost 47,4 % byla zjištěna u nehnojené varianty a téměř totožná byla u klasické varianty LAD + LAD s obsahem 47,3 %. Nejnižší obsah oleje měly varianty ENSIN 100 % (46,5 %) a ENSIN 80 % (46,6 %). U varianty ENSIN 100 % byl obsah oleje o 1,7 % nižší než u nehnojené varianty. Z tabulek 7 a 9 je vidět, že s výnosem klesá obsah oleje v semenech řepky.

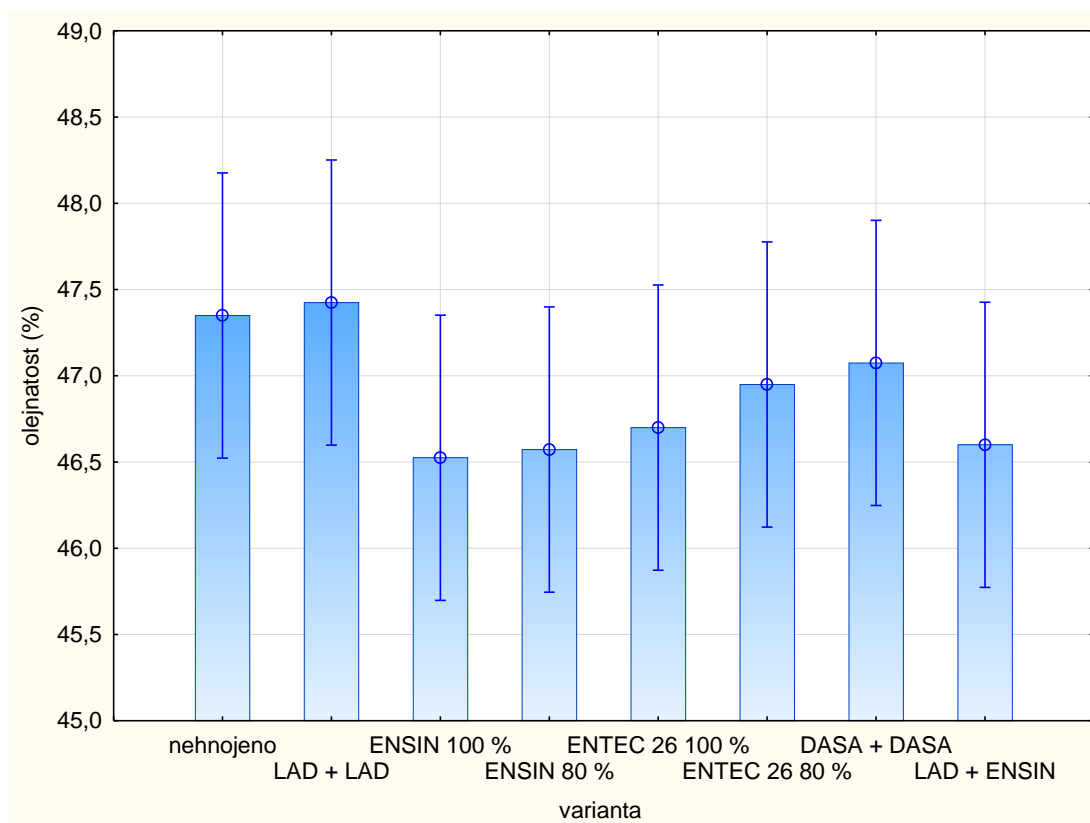
Výzkum a pokusy potvrzují příznivý vliv síry na olejnatost semen řepky. Farahbakhsh *et al.* (2006) potvrzují, že aplikace síry má příznivý vliv na olejnatost řepky. Zároveň říkají, že samotná aplikace dusíku snižuje obsah oleje v semenech řepky o 3,3 %. Zjištění, že samotná aplikace dusíku snižuje obsah oleje v semenech řepky, také potvrzují Ahmad *et al.* (2007) a Varényiová *et Ducsay* (2015). Ahmad *et al.* (2007) ve své práci uvádí, že v semenech řepky se obsah oleje zvyšoval při hnojení sírou v dávce od 10 kg/ha do 20 kg/ha, ale vyšší dávky síry již neměly vliv na olejnatost. Khan *et al.* (2002) ve své práci zjistili, že aplikace dusíku v dávce 120 kg/ha a síry v dávce 60 kg/ha je dobrá kombinace pro dosažení vyššího výnosu a olejnatosti semen řepky.

Tabulka 9: Průměrná olejnatost (%) semen a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye

Varianta	Počet opakování	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost rozdílu	Relativní %
Nehnojeno	4	47,35 ± 0,89	a	100
LAD + LAD	4	47,30 ± 0,56	a	99,9
ENSIN 100 %	4	46,53 ± 0,41	a	98,3
ENSIN 80 %	4	46,57 ± 0,39	a	98,4
ENTEC 26 100 %	4	46,70 ± 1,32	a	98,6
ENTEC 26 80 %	4	46,95 ± 0,66	a	99,2
DASA + DASA	4	47,08 ± 0,71	a	99,4
LAD + ENSIN	4	46,60 ± 1,023	a	98,4

Pozn: v případě, že jsou písmena stejná, není statisticky průkazný rozdíl mezi variantami

Graf 6: Olejnatost semen řepky u jednotlivých variant



## 6 ZÁVĚR

Výsledky pokusu lze shrnout do následujících bodů:

- Výsledky dosažené v jednoletém maloparcelkovém pokusu vyvrátily stanovenou hypotézu, že regenerační hnojení dusíkatými hnojivy se sírou bude mít pozitivní vliv na výnos a olejnatost semen.
- Výsledky pokusu zřejmě ovlivnil rok 2015, který byl suchý a teplý.
- Regenerační hnojení dusíkem a sírou nemělo statisticky průkazný vliv na výnos semen řepky. Nejlepšího výsledku dosáhla varianta ENSIN 80 % s průměrným výnosem 2,7 t/ha. Nejhůře dopadla nehnojená varianta s průměrným výnosem 2,1 t/ha.
- Statisticky neprůkazný byl také vliv hnojení na olejnatost semen řepky. Nejvyšší olejnatost vykazovala nehnojená varianta s 47,4 % a téměř totožnou olejnatost měla i klasická varianta LAD + LAD s obsahem 47,3 %. Nejnižší olejnatost 46,5 % měla varianta ENSIN 100 %.

Na základě jednoletého pokusu probíhajícího v hospodářském roce 2014/2015 na výzkumné stanici Vatín nebyl prokázán vliv regeneračního hnojení dusíkatými hnojivy se sírou na výnos a olejnatost. Výsledky byly ovlivněny sušším a teplejším průběhem počasí v roce 2015.



## 7 POUŽITÁ LITERATURA

ALPMANN L., BARANYK P., BOETHEC H., FEIFFER A., FEIFFER C., GERTZ A., HEGER M., HUMPISCH G., JEVIČ P., KLAABEN H., KURPJUWEITH H., MAYLANDT M., SCHÄFER B., SCHNEIDER K., SCHÖNE F., SINEMUS K., STEMANM G., VOLF M., WEIßEN E. (2009): *Řepka – plodina s budoucností*. BASF, Praha, 180 s.

AHMAD G., JAN A., ARIF M., JAN T. M., KHATTAK A. R. (2007): *Influence of nitrogen and sutur fertilization on quality of canola (brassica napus L.) under rainfed condition*. [online], [cit. 25. 2. 2017] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1997227/#FN01>

BARANYK P., FÁBRY A., BALÍK J., DOSTÁLOVÁ J., HUMPÁL J., KAZDA J., KOPRNA R., KUCHTOVÁ P., MARKYTÁN P., NERAD D., SOUKUP J., ŠAROUN J., ŠKEŘÍK J., VOLF M. (2007): *Řepka: pěstování, využití, ekonomika*. Profi Press, Praha, 208 s., ISBN 978-80-86726-26-7.

BARANYK P., BITTNER V., ČEŘOVSKÁ M., FÁBRY A., HŘIVNA L., KAZDA J., KROUTIL P., KUCHTOVÁ P., MARKYTÁN P., MATULA J., NERAD D., PAVELA R., PLACHKOVÁ E., POSPÍŠIL J., RICHTER R., ROŽNOVSKÝ J., ŘÍHA K., SOUKUP J., SYPTÁK K., ŠAROUN J., ŠIVIC L., ŠKEŘÍK J., VOLF M. (2005): *Řepka olejka v českém zemědělství. Komplexní pěstitelská technologie*. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin, 161 s., ISBN 80-903464-3-X.

BEČKA D., VAŠÁK J., ZUKALOVÁ H., MIKŠÍK V. (2007): *Řepka ozimá: pěstitelský rádce*. Vyd. 1. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, 56 s., ISBN 978-80-87111-05-5.

BÉREŠ J., BEČKA D., VAŠÁK J. (2014): *Neskorá aplikácia dusíku na jeseň a jej vplyv na výnos repky ozimnej* [online], [cit. 24. 2. 2017] Dostupné z: [http://konference.agrobiologie.cz/2014-12-12/10\\_Beres\\_Becka\\_Vasak\\_NESKORA\\_APLIKACIA\\_DUSIKU\\_NA\\_JESEN\\_A\\_JEJ\\_VPLYV\\_NA\\_VYNOS\\_REPKY\\_OZIMNEJ.pdf](http://konference.agrobiologie.cz/2014-12-12/10_Beres_Becka_Vasak_NESKORA_APLIKACIA_DUSIKU_NA_JESEN_A_JEJ_VPLYV_NA_VYNOS_REPKY_OZIMNEJ.pdf)

Český hydrometeorologický ústav (2016): *Celková roční depozice síry 2015* [online], [cit. 19. 4. 2017]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/15groc/gr15cz/png/oIX4.png>

Český statistický úřad (2016): *Zemědělství*. Veřejná databáze [online], [cit. 16. 10. 2016]. Dostupné z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt-vyhledavani&vyhltext=%C5%99epka&bkvt=xZllcGth&katalog=all&pvo=ZEM02>

ČERNÝ J., BALÍK J., KULHÁNEK M., KOVÁŘÍK J. (2016): Sira – přeceňovaná, nebo podceňovaná živina ve výživě ozimé řepky? *Úroda*, č. 10, s. 25 – 28.

DATNOFF L. E., ELMER W. E., DON M. HUBER (2007): *Mineral nutrition and plant disease*. St. Paul, Minn.: American Phytopathological Society, ISBN 978-0-89054-346-7.

DUSLO (2016): *ENSIN* [online], [cit. 17. 11. 2016] Dostupné z: [http://www.duslo.sk/sites/default/files/ensin\\_hnojivo\\_es\\_sk.pdf](http://www.duslo.sk/sites/default/files/ensin_hnojivo_es_sk.pdf)

DUSLO (2016): *DASA 26 – 13* [online], [cit. 17. 11. 2016] Dostupné z: [http://www.duslo.sk/sites/default/files/dasa2613\\_hnojivo\\_es\\_sk.pdf](http://www.duslo.sk/sites/default/files/dasa2613_hnojivo_es_sk.pdf)

FARAHBAKHS H., PAKGOHAR N., KARIMI A. (2006): Effects of Nitrogen and Sulphur Fertilizers on Yield, Yield Components and Oil Content of Oilseed Rape (*Brassica napus L.*). *Asian Journal of Plant Sciences*, č. 5, s. 112-115

FECENKO J., LOŽEK O. (2000): *Výživa a hnojení pol'ných plodín*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 452 s., ISBN 80-7137-777-5.

HLUŠEK J. (2004a): *Minerální hnojiva - dusíkatá*. In: Ryant P. (ed.) a kol. *Multimediální texty výživy rostlin*. [online], [cit. 1. 2. 2017]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/hnojiva/a\\_index\\_hnojiva.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/a_index_hnojiva.htm)

HLUŠEK J. (2004b): *Pomalu působící dusíkatá hnojiva*. In: Ryant P. (ed.) a kol. *Multimediální texty výživy rostlin*. [online], [cit. 13. 2. 2017]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/hnojiva/a\\_index\\_hnojiva.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/a_index_hnojiva.htm)

- HŘIVNA L. (2016): Hnojení ozimé řepky v průběhu jarní vegetace. *Úroda*, č. 3, s. 80 – 85.
- KHAN N., JAN A., IHSANULLAH, KHAN A. I., KNAH N. (2002): Response of Canola to Nitrogen and Sulphur Nutrition. *Asian Journal of Plant Sciences*, č. 1, s. 516-518. [online], [cit. 25. 2. 2017] Dostupné z: <http://scialert.net/fulltext/?doi=ajps.2002.516.518&org=11>
- KOVÁČIK P., LOŠÁK T., VARGA L., DUSCAY L., HANÁČKOVÁ E. (2012): *Výživa rostlin*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 180 s., ISBN 978-80-552-0845-9
- KOVÁČIK P. (2007): *Výživa a úroveň hnojenia rastlín: (stručne)*. Nitra: Ústav vedecko-technických informácií pre pôdohospodárstvo, 96 s., ISBN 978-80-89088-59-1.
- LOVOCHEMIE a.s. (2016): *LAD 27*. [online], [cit. 17. 11. 2016] Dostupné z: <http://www.lovochemie.cz/cs/produkty/detail-produktu/lovofert-lad-27-3>
- MARKYTÁN P., MATULA J. (2008): *Listy olejnin – Výživa a hnojení řepky*. [online], [cit. 20. 10. 2016] Dostupné z: <http://www.spzo.cz/wp-content/uploads/2012/10/vyz.pdf>
- MATULA J. (2007): *Výživa a hnojení sírou*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 39 s., ISBN 978-80-87011-15-7.
- NOVOTNÝ F. (2000): *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd: jednotné pracovní postupy*. I. díl. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, ISBN 80-86051-70-6
- REGISTR HNOJIV (2016): *ENTEC* [online], [cit. 17. 11. 2016] Dostupné z: [http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa\\_29695.pdf?id=29695](http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_29695.pdf?id=29695)
- RICHTER R., HŘIVNA L., CERKAL R. (2001): *Výživa a hnojení ozimé řepky*. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, s. 41, ISBN 80-238-8096-9.
- RICHTER R. (2004a): *Dusík*. In: Ryant P. (ed.) a kol. *Multimediální texty výživy rostlin*. [online], [cit. 20. 10. 2016]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/biogenni\\_prvky/a\\_index\\_biogen.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm)

RICHTER R. (2004b): *Symptomy nedostatku a nadbytku dusíku*. In: Ryant P. (ed.) a kol. Multimediální texty výživy rostlin. [online], [cit. 28. 10. 2016]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/biogenni\\_prvky/a\\_index\\_biogen.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm)

RICHTER R. (2004c): *Symptomy nedostatku a nadbytku síry*. In: Ryant P. (ed.) a kol. Multimediální texty výživy rostlin. [online], [cit. 28. 10. 2016]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/biogenni\\_prvky/a\\_index\\_biogen.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm)

RICHTER R. (2004d): *Draslík*. In: Ryant P. (ed.) a kol. Multimediální texty výživy rostlin. [online], [cit. 29. 10. 2016]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/biogenni\\_prvky/a\\_index\\_biogen.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm)

RICHTER R. (2004e): *Vápník*. In: Ryant P. (ed.) a kol. Multimediální texty výživy rostlin. [online], [cit. 30. 10. 2016]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/biogenni\\_prvky/a\\_index\\_biogen.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm)

RICHTER R. (2004f): *Symptomy nedostatku a nadbytku vápníku*. In: Ryant P. (ed.) a kol. Multimediální texty výživy rostlin. [online], [cit. 30. 10. 2016]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/biogenni\\_prvky/a\\_index\\_biogen.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm)

RICHTER R. (2007): *Síra v půdě*. In: Ryant P. (ed.) a kol. Multimediální texty výživy rostlin. [online], [cit. 27. 12. 2016]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/agrochemie\\_pudy/a\\_index\\_agrochem.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/a_index_agrochem.htm)

RŮŽEK P., PIŠANOVÁ J. (2007): *Možnosti usměrnění přeměn dusíku v půdě s využitím inhibitorů ureázy a nitrifikace*, In: Racionální použití hnojiv zaměřené na problematiku současných trendů hnojení dusíkem. Sborník ze XIII. mezinárodní konference konané na ČZU v Praze dne 29. 11. 2007, ČZU v Praze, Praha, 160 s.

RYANT P., ANTOŠOVSKÝ J., SYROVÁ H. Vybrané aspekty hnojení ozimé řepky. *Agromanuál*. 2016, roč. 11, č. 8, s. 64 – 66.

- SCHNUG E., HANEKLAUS S. (2005): *Sulphur Deficiency Symptoms in Oilseed Rape (Brassica napus L.) - The Aesthetics of Starvation*. [online], [cit. 10. 11. 2016]. Dostupné z: [http://www.zobodat.at/pdf/PHY\\_45\\_3\\_0079-0095.pdf](http://www.zobodat.at/pdf/PHY_45_3_0079-0095.pdf)
- SIENKIEWICZ-CHOLEWA U., KIELOCH R. (2015): Effect of sulphur and micronutrients fertilization on yield and fat content in winter rape seeds (*Brassica napus L.*) *Plant Soil Environ*, roč. 61, č. 4, s. 164 – 170.
- TRENKEL M. E. (1997): *Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture*. Paříž, 151 s, ISBN 2-9506299-0-3
- VANĚK V., BALÍK J., ČERNÝ J., PAVLÍK M., PAVLÍKOVÁ D., TLUSTOŠ P., VALTERA J. (2012): *Výživa zahradních rostlin*. Academia Praha, 568 s., ISBN 978-80-200-2147-2.
- VANĚK V., BALÍK J., LOŽEK O., PAVLÍKOVÁ D., TLUSTOŠ P. (2013): *Výživa polních a záhradných plodín*. Profi Press, 175 s., ISBN978-80-970572-3-7.
- VARÉNYIOVÁ M., DUCSAY L. (2015): *Vplyv výživy dusíkom na výšku úrody, obsah a produkciu oleja kapusty repkovej prevej (Brassica napus L.)* [online], [cit. 25. 2. 2017] Dostupné z: [http://konference.agrobiologie.cz/2015-12-10/11\\_Varenyiova\\_Ducsay\\_VPLYV\\_VYZIVY\\_DUSIKOM\\_NA\\_VYSKU\\_URODY\\_\\_OBSAH\\_A\\_PRODUKCIU\\_OLEJA\\_KAPUSTY\\_REPKOVEJ\\_PRAVEJ.pdf](http://konference.agrobiologie.cz/2015-12-10/11_Varenyiova_Ducsay_VPLYV_VYZIVY_DUSIKOM_NA_VYSKU_URODY__OBSAH_A_PRODUKCIU_OLEJA_KAPUSTY_REPKOVEJ_PRAVEJ.pdf)
- VARÉNYIOVÁ M., DUCSAY L., RYANT P. (2017): Sulphur nutrition and its effect on yield and oil content of oilseed rape (*Brassica napus L.*) *Acta Universitatis Agriculturae at Silviculturae Mendelianae Brunensis*, roč. 65, č. 2, s. 1 – 8.
- YARA (2016): *DAM 390* [online], [cit. 27. 11. 2016] Dostupné z: [http://www.yaraagri.cz/doc/29002\\_DAM%20pribalovy%20letak.pdf](http://www.yaraagri.cz/doc/29002_DAM%20pribalovy%20letak.pdf)
- ZBÍRAL J. (2002): *Analýza půd I*. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Laboratorní odbor, 197 s., ISBN 80-86548-15-5.
- ZEHNÁLEK P. (2016): *Seznam doporučených odrůd řepky olejky*. Brno. ÚKZÚZ, 120 s., ISBN 978-80-7401-119-1

## 8 SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Obsah živin a organických látek v kg/t u organických hnojiv (Richter et al., 2001) .....</i>	23
<i>Tabulka 2: Optimální obsah živin v sušině u řepky ozimé (Bečka et al., 2007) .....</i>	24
<i>Tabulka 3: Agrochemické vlastnosti půdy (listopad 2014) .....</i>	30
<i>Tabulka 4: Varianty hnojení řepky .....</i>	33
<i>Tabulka 5: Ochrana porostu během vegetace .....</i>	33
<i>Tabulka 6: Analýza vlivu hnojení na výnos semen .....</i>	36
<i>Tabulka 7: Průměrný výnos (t/ha) semen a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye .....</i>	37
<i>Tabulka 8: Analýza vlivu na olejnatost semen.....</i>	38
<i>Tabulka 9: Průměrná olejnatost (%) semen a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye .</i>	39

## 9 SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1: Osevní plochy řepky ozimé v České republice (ČSÚ, 2016) .....</i>	13
<i>Graf 2: Klimadiagram Vatín – dlouhodobý průměr (1961 – 1990) .....</i>	31
<i>Graf 3: Klimadiagram Vatín (2014) .....</i>	31
<i>Graf 4: Klimadiagram Vatín (2015) .....</i>	32
<i>Graf 5: Výnos semen řepky ozimé u jednotlivých variant .....</i>	37
<i>Graf 6: Olejnatost semen řepky u jednotlivých variant .....</i>	39

## 10 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Koloběh dusíku (Datnoff L. E., 2007)</i> .....	16
<i>Obrázek 2: Celková roční depozice síry 2015 (ČHMÚ)</i> .....	18
<i>Obrázek 3: Nedostatek síry (Richter et al., 2001)</i> .....	19
<i>Obrázek 4: Nedostatek fosforu (Baranyk et al., 2007)</i> .....	20
<i>Obrázek 5: Nedostatek draslíku (Baranyk et al., 2007)</i> .....	21
<i>Obrázek 6: Začínající nedostatek hořčíku (Richter et al., 2001)</i> .....	21
<i>Obrázek 7: Nedostatek vápníku (Baranyk et al., 2007)</i> .....	22