

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**

**Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin**

---



## **Různé formy síry ve výživě řepky ozimé**

Diplomová práce

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

Vypracoval:  
Bc. Karel Procházka

---

Brno 2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Karel Procházka**  
Studijní program: Fytotechnika  
Obor: Fytotechnika  
Název tématu: **Různé formy síry ve výživě řepky ozimé**  
Rozsah práce: cca 50 – 60 stran

Zásady pro vypracování:

1. Studium literárních pramenů týkajících se řešené problematiky.
2. Zpracování literární rešerše se zaměřením na výživu řepky ozimé sírou.
3. Založení a vedení maloparcelkového polního pokusu s aplikací různých forem síry (elementární, síranová).
4. Posouzení vlivu sledovaných forem síry na výnos a olejnatost sklizeného semene.
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. BARANYK, P. a kol. *Olejníky*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2010. 206 s. ISBN 978-80-86726-38-0.
3. VANĚK, V. a kol. *Výživa polních a zahradních plodin*. Praha: Profi Press, 2007. 167 s. ISBN 978-80-86726-25-0.
4. FECENKO, J. – LOŽEK, O. *Výživa a hnojení polních plodin*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2000. 442 s. ISBN 80-7137-777-5.
5. 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. RYANT, P. a kol. Multimediální učební texty z výživy rostlin. [online]. 2003. URL: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin).
7. JEZ, J. *Sulfur: a Missing Link between Soils, Crops, and Nutrition*. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, 2008. 323 s. ISBN 978-0-89118-168-2.
8. Marschner, H.: *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, 1993, 889 s.

Datum zadání diplomové práce: říjen 2014

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2016

L. S.

  
**Bc. Karel Procházka**  
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 na témarůzné formy síry ve výživě řepky ozimé vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne 28. 4. 2016

.....  
podpis

## Poděkování

Velice rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Pavlu Ryantovi, Ph.D. za odborné vedení, ochotu, trpělivost a cenné rady při psaní této diplomové práce.

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce hodnotila formou dvouletého maloparcelkového polního pokusu vliv hnojení různými formami síry na obsah vodorozpustné síry v půdě, výnos a olejnatost semen řepky ozimé. Pokus probíhal na polní pokusné stanici Školního zemědělského podniku v Žabčicích u Brna v letech 2012/2013 a 2013/2014.

Do pokusu byly zařazeny tyto varianty: 1. Nehnojeno, 2. LAD + LAD, 3. DASA + DAM 390, 4. DASA + DASA, 5. WIGOR + LAD, 6. WIGOR + DASA. Hnojivo DASA obsahuje síru v síranové formě a hnojivo WIGOR v elementární formě. U všech hnojených variant kromě nehnojené byly použity stejné celkové dávky dusíku v množství 195 kg/ha rozdělených do regeneračního, I. produkčního a II. produkčního hnojení. U varianty 5 a 6 bylo na podzim v hnojivu WIGOR S aplikováno 60 kg elementární síry. Síranová forma síry aplikovaná u variant 3, 4 a 6.

Aplikace hnojiv s obsahem síry se pozitivně projevila na obsahu vodorozpustné síry v půdě. Hnojení sírou nemělo vliv na poměry jednotlivých živin v sušině řepky a nemělo ani statisticky průkazný vliv na výnos. U olejnatosti semen řepky byla zaznamenána statistická průkaznost, kde nehnojená varianta měla vyšší obsah oleje než hnojené varianty.

**Klíčová slova:** řepka ozimá, síra, elementární síra, výživa, hnojení

## **ABSTRACT**

The aim was to assess the effects of fertilising by a different forms of sulphur on the content of the water – soluble sulphur in the soil, yield of seed and the oiliness of winter rape. The experiment was conducted in the form of a small-plot field trial at ŠZP in Žabčice in the farming years 2012/2013 and 2013/2014.

There were 6 different variants enrolled in the experiment: 1. unfertilized variant, 2. LAD (ammonium nitrate with dolomite) + LAD, 3. DASA (ammonium nitrate and ammonium sulphate) + DAM 390, 4. DASA + DASA, 5. WIGOR + LAD, 6. WIGOR + DASA. Fertilizer DASA containing sulphate form and fertilizer WIGOR including elementary sulphur. All variants of experiment despite of unfertilized soil were fertilising with nitrogen (195 kg per hectare). It was divided to regeneration, the first and the second production fertilising. In the variant 5 and 6 was applied 60 kg of Wigor S including elementary sulphur. In the variant 3,4 and 6 was applied DASA containing sulphate form.

Fertilizers including sulphur had got the positive effect on the content of the water – soluble sulphur in the soil. Fertilising with sulphur hadn't influenced ratio between nutrients in plants of winter rape and hadn't increased the yield of grain. Values relating to oiliness of seed were statistical different. Grain of winter rape from unfertilizing parcel had got higher oiliness than grain from fertilizing parcel.

**Key words:** winter rape, sulphur, elementary sulphur, plant nutrition, fertilising

# OBSAH

1 ÚVOD.....	11
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	12
2.1 Historie pěstování řepky.....	12
2.2 Využití řepky .....	12
2.2.1 Využití řepky v potravinářství.....	12
2.2.2 Využití řepky v krmivářství .....	13
2.2.3 Oleochemie .....	13
2.2.4. Energetické využití.....	13
2.3 Agroekologické vlastnosti.....	14
2.4 Biologická charakteristika.....	14
2.5 Požadavky na půdně-klimatické podmínky .....	14
2.6 Zařazení v osevním postupu.....	15
2.7 Zpracování půdy .....	15
2.8 Setí.....	16
2.9 Regulace zaplevelení .....	16
2.10 Sklizeň.....	17
2.11 Výživa a hnojení řepky ozimé .....	17
2.11.1 Dusík .....	18
Dusík v půdě .....	18
Dusík v rostlinách .....	18
Nedostatek dusíku.....	19
Nadbytek dusíku.....	19
Hnojení dusíkem.....	19
2.11.2 Fosfor.....	20
Fosfor v rostlinách .....	20
Nedostatek fosforu.....	21
Nadbytek fosforu.....	21
Hnojení fosforem.....	21
2.11.3 Draslík.....	22
Draslík v rostlinách .....	22
Nedostatek draslíku.....	22
Nadbytek draslíku.....	23



Hnojení draslíkem.....	23
2.11.4 Vápník.....	23
Vápník v rostlinách .....	24
Nedostatek vápníku.....	24
Nadbytek vápníku.....	24
Hnojení vápníkem.....	24
2.11.5 Hořčík.....	25
Hořčík v rostlinách .....	25
Nedostatek hořčíku .....	25
Nadbytek hořčíku .....	25
Hnojení hořčíkem .....	26
2.11.6 Hnojení mikroelementy.....	26
2.12 Síra ve výživě řepky ozimé.....	26
2.12.1 Význam síry.....	26
2.12.2 Síra v půdě .....	27
2.12.3 Anorganická síra .....	27
2.12.4 Organická síra .....	28
2.12.5 Přeměny síry v půdě .....	28
2.12.6 Síra v rostlinách .....	29
2.12.7 Nedostatek síry.....	30
2.12.8 Nadbytek síry.....	30
2.12.9 Hnojení sírou .....	31
3 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	32
4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	33
4.1 Charakteristika pokusného stanoviště .....	33
4.1.1 Dlouhodobé klimatické podmínky.....	33
4.1.2 Charakteristika hospodářského roku 2012/2013 .....	33
4.1.3 Charakteristika hospodářského roku 2013/2014 .....	35
4.2 Metodika a materiál .....	35
4.2.1 Pokus v hospodářském roce 2012/2013 .....	36
4.2.2 Pokus v hospodářském roce 2013/2014 .....	38
4.2.3 Varianty hnojení řepky v pokusu.....	38
4.2.4 Použitá odrůda .....	38

4.2.5 Použitá hnojiva .....	39
4.3 Analytické metody.....	39
4.3.1 Stanovení vyměnné půdní reakce pH/CaCl <sub>2</sub> .....	39
4.3.2 Stanovení obsahu minerálního dusíku .....	40
4.3.3 Stanovení vodorozpustné síry .....	40
4.3.4 Stanovení přístupných živin podle Mehlicha III.....	40
4.3.5 Stanovení celkového obsahu tuku v semenech řepky .....	40
4.4 Použité statistické metody .....	40
5 VÝSLEDKY A DISKUZE .....	41
5.1 Obsah vodorozpustné síry v půdě .....	41
5.1.1 Vliv podzimní aplikace elementární síry na obsah vodorozpustné síry v půdě v předjarním období.....	41
5.1.2 Vliv regeneračního hnojení síranovou sírou na obsah vodorozpustné síry v půdě .....	42
5.1.3 Obsah vodorozpustné síry v půdě .....	43
5.2 Anorganické rozbory rostlin .....	44
5.3 Poměr dusíku a síry v rostlinné biomase.....	45
5.3 Výnos semene řepky ozimé.....	46
5.4 Olejnatost řepky ozimé .....	49
6 ZÁVĚR .....	51
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	53
8 SEZNAM OBRÁZKŮ .....	63
9 SEZNAM TABULEK .....	64
10 SEZNAM GRAFŮ.....	65

# 1 ÚVOD

V podmínkách mírného pásma má řepka bezkonkurenční výnosový potenciál mezi olejninami. Zásadní kvalitativní obrat v užití řepkového semene nastal, když se začala pěstovat řepka s minimálním obsahem kyseliny erukové. Tento fakt vlastně přímo podmínil současný rozvoj pěstování řepky, protože až do té doby byl řepkový olej podřadný, vhodný jen pro průmyslové využití. Řepka ozimá patří v rámci osevní plochy České republiky k nejpěstovanější olejnině a po pšenici ozimé k druhé nejpěstovanější plodině vůbec. Pěstuje se na výměře 366 tis. hektarů, což představuje více jak 12 % orné půdy (ČSÚ, 2016). Význam pěstování řepky ozimé spočívá primárně v produkci oleje. Ten může být použit pro potravinářské účely jak ve studené, tak v teplé kuchyni. Olej se dále především v posledních letech používá pro výrobu metylesteru (MEŘO), který je tzv. biopalivem a je přimícháván do motorové nafty. Semeno řepky se využívá i v krmivářství, kde se využívají extrahované šroty a pokrutiny. Řepka však může sloužit i jako pícnina, zelené hnojení, pastva pro včely, nebo přerušovač obilních sledů.

Řepka ozimá je jedna z nejnáročnějších plodin na síru. Ale až donedávna nebyla síře v zemědělství věnována přílišná pozornost, protože jí bylo v prostředí dostatečné množství. Koncem 20. století však docházelo postupně především ve vyspělých zemích k odsiřování hnědouhelných elektráren, což mělo za následek snížení emisí oxidu siřičitého. Postupné snižování sirných depozic se začalo negativně projevovat na rostlinách. Příznaky deficitu se objevily nejprve na rostlinách, které vyžadují vyšší dávky síry, mezi které patří právě řepka ozimá, později i na rostlinách s menšími nároky na síru. Proto se tato diplomová práce zabývá hnojením sírou, a jejím vlivem na výnos a olejnatost semen řepky ozimé. Není však pozorován pouze vliv síry jako takové, ale i rozdíly mezi elementární a síranovou formou. Je posuzován vliv po hnojení obou forem síry na výživný stav řepky a obsah vodorozpustné síry v půdě v průběhu roku.

## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Historie pěstování řepky

Nejstarší záznamy o řepce pochází ze starých sanskrtských textů z Asie z let 2000 – 1500 př. n. l. Kolem roku 1000 př. n. l. se o pěstování řepky v Koreji a Číně zmiňuje Japonská literatura. Rozšíření pěstování řepky v některých oblastech Evropy bylo pravděpodobně z důvodu nemožnosti pěstování olivovníků nebo máku. V 13. století byla řepka pěstována severně od Alp a její olej se používal do lamp. Na konci 17. století byla řepka pěstována téměř v celé Evropě. V 19. století byl řepkový olej v lampách nahrazen olejem minerálním, což vedlo ke snížení ploch řepky ve většině států Evropy kromě Polska, Dánska a Švédska (PHILLIPS *et* KHACHATOURIANS, 2001).

Ve větším rozsahu se řepka pěstuje od konce 19. století. K většímu nárůstu pěstovaných ploch došlo po roce 1960, kdy se začaly pěstovat odrůdy typu „0“ (tzv. jednonulky), což jsou odrůdy s minimálním obsahem kyseliny erukové. Od roku 1984 se začínají pěstovat i odrůdy „00“ (tzv. dvounulky), s minimálním obsahem kyseliny erukové a se sníženým obsahem glukosinolátů (BEČKA, 2007).

Dnes patří řepka ve světové bilanci produkce olejnin na druhé místo po sójových bobech. Mezi největší producenty řepky patří EU, Čína a Kanada. V EU patří mezi největší producenty Německo, Francie a Polsko. V České republice je řepka pěstována na ploše téměř 400 tis. hektarů, s průměrným výnosem semene 3,94 tun z hektaru (SVOBODOVÁ, 2014).

### 2.2 Využití řepky

Využití řepky lze rozdělit do čtyř hlavních kategorií: potravinářství, krmivářství, oleochemie a energetické využití (BARANYK *et* FÁBRY 2007).

#### 2.2.1 Využití řepky v potravinářství

Řepkový olej obsahuje vysoký podíl žádoucí kyseliny linolenové a linolové. Obě tyto kyseliny patří do skupiny preferovaných mastných kyselin. Kromě toho má řepkový olej i nízký obsah nežádoucích nasycených mastných kyselin (BOUMA, 2014).

Olej z pěstovaných „00“ odrůd řepky má vysokou kvalitu a je vhodný jak pro studenou, tak teplou kuchyni. Velmi dobře snáší vysoké teploty a díky vyššímu oxidační stabilitě má delší trvanlivost než jiné rostlinné oleje (BARANYK *et* FÁBRY 2007).

### 2.2.2 Využití řepky v krmivářství

V krmivářství jsou využívány řepkové výlisky, extrahované šroty, semena nebo celá rostlina. Řepkové výlisky jsou zbytky po lisování semen řepky, extrahované šroty vznikají jako vedlejší produkty po extrakci tuků v potravinářském průmyslu. Jedná se o bílkovinná krmiva, o jejichž použití především ve výživě prasat, drůbeže a skotu rozhoduje obsah glukosinulátů. Zkrmování řepkového semene je rozšířeno především u drůbeže, kde je součástí krmných směsí a tvoří až 20 % v závislosti na druhu drůbeže. Řepka na zeleno se používá v čerstvém stavu jako krmivo pro přežvýkavce. Výjimečně se využívá i jako konzervované krmivo ve formě siláže. Zkrmování řepky na zeleno je vhodné pouze do období začátku květu, v té době je v rostlině nejmenší obsah glukosinulátů (ZUKALOVÁ *et* VAŠÁK, 2001).

### 2.2.3 Oleochemie

Oleochemie je obor zabývající se technickými produkty vyrobenými z rostlinných olejů a živočišných tuků. Množství oleochemických produktů se vyrábí velmi dlouho a byly základními chemickými výrobky, dokud některé z nich nebyly postupně nahrazeny produkty vyrobenými z fosilních paliv. Jednalo se například o glycerin, mastné kyseliny, mýdla, barvy, laky aj. (SOUČEK, 2016).

### 2.2.4. Energetické využití

Od roku 2010 se musí podle zákona 172/2010 přimíchávat do nafty 6 % metylesterů mastných kyselin, převážně metylesterů řepkového oleje, tzv. MEŘO (ADNĚROVÁ, 2014). Jedná se o řepkový olej upravený esterifikací a tvoří téměř plnohodnotnou náhradu za motorovou naftu. Lze jej použít jako samostatné palivo, nebo i ve směsích s motorovou naftou v libovolné koncentraci (KŘEPELKA, 1995).

MEŘO poskytuje oproti naftě mnohé výhody, jako je například lepší biologická rozložitelnost, pozitivní uhlíková bilance, neobsahuje síru ani aromáty a má nižší kouřivost vznětových motorů. Mezi nevýhody patří vyšší spotřeba, agrese vůči plastům, horší chladové vlastnosti a nutnost aditivace depresantů v chladnějších podmínkách (BARANYK *et al.*, 2010).

Zbytky po lisování oleje lze použít k palivářským účelům. Lze je spalovat samostatně nebo ve směsi, například s hnědým uhlím. Spalovat lze i řepkovou slámu, buď volně loženou, nebo ve formě briket a peletek (BARANYK *et* FÁBRY, 2007).

## 2.3 Agroekologické vlastnosti

Mimo výše uvedené má řepka i řadu dalších pozitivních vlastností na prostředí. Řepka má vynikající předplodinovou hodnotu pro obilniny a často slouží jako přerušovač obilních sledů. Zvyšuje úrodnost půdy, má odplevelovací účinek, snižuje potřebu průmyslových hnojiv a je zdrojem organického hnojení. Řepka také může sloužit jako asanační plodina, je medonosná, mírní erozi a její biomasa je součástí pásu plynulého krmení (UHER *et al.*, 2012).

## 2.4 Biologická charakteristika

Řepka olejná (*Brassica napus* L. var. *napus*) patří do čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*). Má ozimou a jarní formu. Délka vegetačního období ozimé formy trvá 320 – 330 dní.

Řepka vytváří mohutný kořen, který dosahuje do hloubky až 3 metrů. Nadzemní fytomasa u ozimé formy se objevuje ve dvou fázích. První fáze je na podzim, kdy rostlina vytváří listovou růžici (vegetativní fáze). Druhá fáze prodlužovací nebo rychlého růstu (fáze generativní) začíná po přezimování řepky na jaře.

Stonk dorůstá nejčastěji do výšky 1,4 až 1,6 metrů. Vytváří 6 až 8 větví prvního řádu, které se dále rozvětvují. Růst stonku končí v období plného květu. Na listech a stonku je typický šedozelený až šedofialový voskový povlak – kutikula (UHER *et al.*, 2012).

Květenství je hroznovité, květy jsou tvořeny čtyřmi sytě žlutými korunními plátky. Kvetení začíná od spodních větví směrem k horním. Řepka je fakultativně cizosprašná, plodem je šešule, která obsahuje v průměru 15 až 20 semen (BARANYK *et* FÁBRY, 2007).

Obsah látek v různých částech semene je značně odlišný. Osemení je tvořeno především vlákninou a obsahuje jen 9 – 16 % tuku a 15 – 18 % bílkovin. Vnitřní část semene pak obsahuje 45 – 48 % tuku a 30 – 35 % bílkovin (VRBOVSKÝ *et* ENDLOVÁ, 2014).

## 2.5 Požadavky na půdně-klimatické podmínky

Řepka je v ČR pěstována ve všech výrobních oblastech. Je to z důvodu růstu výměry jejího pěstování, a také díky její plasticitě. Lze ji pěstovat od nížin až do nadmořských výšek kolem 700 m n. m. Nejvíce řepky je pěstováno v bramborářské a řepařské výrobní oblasti, kde dosahuje vyššího výnosu a lepší kvality než v kukuřičné výrobní oblasti, kde často trpí suchem a je také více napadána chorobami a škůdci.

Nejvhodnější podmínky pro pěstování řepky jsou oblasti s nadmořskou výškou kolem 500 m n. m. s průměrnými ročními teplotami 7,5 °C a s ročním úhrnem srážek kolem 650 mm.

Půdy by řepka měla mít lehké až střední, hlinitopísčité až hlinité s dobrou zásobou živin. Měly by být provzdušněné, hluboké a kapilární s obsahem humusu nad 1,5 % a s dobrou zásobou Mg, P, K a B. Půdní reakce by měla být neutrální až slabě kyselá (BEČKA, 2007).

## 2.6 Zařazení v osevním postupu

Řepka je nejčastější předplodinou pro pšenici ozimou, která je nejpěstovanější obilninou. Díky výborné předplodinové hodnotě řepky dochází u pšenice k zvýšení výnosu o 0,5 – 1,0 t/ha. Předplodinová hodnota řepky je srovnatelná s hrachem, ale řepka vytváří větší výnos a zisk.

Po sobě se řepka nesnáší, především z fyto-sanitárních důvodů pro výskyt řady chorob a škůdců. Časový odstup při běžném pěstování by měl být minimálně 4 roky. Koncentrace ploch řepky v osevním postupu by měla být nejvýše 12,5 %. Často však řepka v osevních postupech přesahuje více jak 50 %. Při vyšším zastoupení je nutná větší úroveň chemizace, což vede ke zvýšením nákladů z důvodu většího výskytu chorob a škůdců.

Předplodina pro řepku ozimou musí být plodina, která umožní výsev řepky v agrotechnickém termínu. Nejčastější předplodinou pro řepku bývají obilniny. U nich dochází k problému s výdrolom, který je nutné co nejdříve zničit, protože potlačuje růst řepky (VAŠÁK, 2000).

## 2.7 Zpracování půdy

Řepka má značné nároky na kvalitu zpracování půdy a vytvoření kvalitního seťového lůžka. Tyto nároky jsou způsobeny především díky agrotechnickému termínu setí, který podle výrobní oblasti začíná již začátkem srpna. Zpracování půdy můžeme rozdělit na několik základních způsobů: **Tradiční zpracování půdy** spočívá v dobré podmítce do hloubky kolem 10 cm ihned po sklizni předplodiny. Takto podmítnutá půda může být ošetřena válením nebo vláčením. Poté následuje středně hluboká seťová orba, kterou mohou být do půdy zapraveny hnojiva a hnůj. Dále následuje předseťová příprava půdy, kdy dojde k urovnání pozemku. Při **minimalizačním zpracování půdy** se vynechává orba, což umožňuje dodržet agrotechnický termín setí. Spočívá pouze v kypření pozemku a následného setí nebo přímého setí řepky do strniště předplodiny (HŮLA *et al.*, 1997).

## 2.8 Setí

Optimální agrotechnická lhůta pro setí řepky ozimé je od druhé dekády srpna v pícninářské a bramborářské výrobní oblasti do třetí dekády srpna v obilnářské a řepařské výrobní oblasti. V nejteplejších kukuřičných výrobních oblastech lze set řepku ozimou až do začátku září, kdy však vláhová nejistota může způsobit opožděné vzcházení, které již řepka není schopna kompenzovat z důvodu nižších teplot (BARANYK *et* FÁBRY, 2007).

Hloubka setí řepky se pohybuje od 1,3 cm do 3,0 cm. Příliš hluboké setí může často vést k zvýšenému riziku opožděného vzcházení rostlin půdním přísuškem, naopak při příliš mělkém setí mohou mít semena nedostatečnou vlhkost na vyklíčení. Nejlepší porosty jsou dosahovány při výsevku od 2,0 do 2,5 kg/ha u hybridních odrůd a od 3,5 do 5,0 kg/ha u liniových odrůd (JAKUBEC, 2014).

## 2.9 Regulace zaplevelení

Na podzim je častým konkurentem řepky výdrol z obilnin, které jsou pro řepku nejčastější předplodinou. Výdrol je velmi agresivní, vzchází dříve než řepka a je nutné ho hubit co nejdříve po vzejití. Vzcházení výdrolu je ovlivněno předchozí předset'ovou přípravou půdy a může vzcházet v několika vlnách, což přináší další náklady na ošetření (AXMAN, 2014).

Jedním z nejvýznamnějších plevelů řepky ozimé je **svízel přítula** (*Galium aparine*), který kromě vlastního konkurenčního působení v průběhu vegetace přináší problémy i v době sklizně, kde jeho nažky zhoršují kvalitu sklizně. **Heřmánkovec přímořský** (*Tripleurospermum inodorum*) snižuje výnos a v případech že přeroste řepku, může podobně jak svízel způsobovat problémy při sklizni. Dalším významným plevelem je **pcháč rolní** (*Cirsium arvense*), který se vyskytuje v ohniscích a dokáže podstatně redukovat výnos (SIKORA, 2014). Velice problematickým plevelem je **pýr plazivý** (*Elytrigia repens*), který se vyskytuje především na pozemcích s redukováným zpracováním půdy. Kořenový systém pýru vylučuje do půdy látky, které působí na ostatní rostliny fytotoxicky. Brukvovité rostliny a především řepka je na tyto látky vysoce citlivá (MIKULKA, 2014). Zvláště nebezpečné mohou být plevele, které začínají být odolné vůči běžně používaným herbicidům. Jedná se o některé brukvovité plevele jako například **penízek rolní** (*Thlaspi arvense*), **úhorník mnohodílný** (*Descurainia sophia*), **kakost maličký** (*Geranium pusillum*), **zemědým lékařský** (*Fumaria officinalis*), **violku rolní** (*Viola arvensis*) a další. Problém s těmito plevele bývá na pozemcích s častým výskytem řepky (JURSÍK *et* SOUKUP, 2012).



Většina ploch ozimé řepky je ošetřována před vzejitím plodiny - preemergentně. Hlavním důvodem dominance preemergentního ošetření před postemergentním je nedostatečný sortiment postemergentních herbicidů. Preemergentními herbicidy lze zasáhnout široké spektrum plevelů, přičemž se zamezí konkurenci plevelů již od počátku vegetace řepky (JURSÍK *et* SOUKUP, 2012).

V současné době se na trhu zavádí nový systém pěstování řepky ozimé – systém Clearfield. Jedná se o kombinaci vysoce selektivního herbicidu a výkonných hybridů řepky. Tento systém působí přes list i kořeny a zasahuje široké spektrum plevelů jak jednoděložných, tak dvouděložných, včetně brukvovitých a výdrolu obilnin (HRČKA, 2014).

## **2.10 Sklizeň**

Pro úspěšnou sklizeň je nezbytné určit správnou dobu sklizně. Řepka se vyznačuje nejednotným dozráváním, což může způsobovat větší ztráty jak při samotné sklizni, tak i před ní v důsledku pohybu zvěře, tvorby plísní a nepříznivých povětrnostních událostí. Sklizeň řepky se zahajuje, pokud je vlhkost semen pod 12 % a maximální podíl semen se zelenými dělohami je do 5 %. Semena by měla být tmavá a jednotně vybarvená (BARANYK *et* FÁBRY, 2007).

Před samotnou sklizní je výhodné porost chemicky ošetřit. Existují dva hlavní způsoby ošetřování porostů řepky před sklizní. Tři až čtyři týdny před sklizní lze aplikovat lepidlo, které omezuje vypadávání semen z šešulí, má však za následek omezení výparu z rostlin. Druhý způsob je regulace dozrávání pomocí desikantu, nejčastěji s účinnou látkou glyphosate. Ten urychluje zrání a likviduje zelené plevele, které by jinak komplikovaly sklizeň. Zvláště výhodná je kombinace obou způsobů, je však nutné počítat se škodami způsobenými průjezdem postřikovačem (VAŠÁK *et* BEČKA, 2014).

## **2.11 Výživa a hnojení řepky ozimé**

Ve spotřebě živin je řepka jedna z nejnáročnějších plodin. Její nároky na živiny jsou až 3x větší než u obilnin z důvodu produkce energeticky náročného oleje a dosahuje také vyššího výnosu biomasy. Do půdy však vrací více kvalitních posklizňových zbytků než obilniny. Na 1 tunu semene a odpovídající množství slámy odčerpá řepka z půdy asi 55 kg N, 13 kg P, 54 kg K, 39 kg Ca, 5,5 kg Mg a 20 kg S (RYANT *et* RICHTER, 2005).

### 2.11.1 Dusík

Společně s uhlíkem představuje dusík nejvýznamnější prvky v koloběhu živin v přírodě. Nachází se ve všech živých organismech a má značný vliv na životní prostředí. Dusík je nezbytnou součástí všech živých organismů a patří k základním stavebním prvkům živé hmoty.

Většina dusíku na naší planetě je soustředěna v litosféře, ale největší význam pro koloběh dusíku v přírodě má dusík v atmosféře. Dusík tvoří 78,08 % objemového podílu vzduchu a převážně se jedná o elementární plynný dusík  $N_2$ . Do půdy se dusík z atmosféry může dostat prostřednictvím fixace mikroorganismy, hnojivy, spady a z rostlinných zbytků. Bobovité rostliny mohou díky symbióze s hlízkovými bakteriemi fixovat v půdě až 250 kg N na ha za rok. Přísun dusíku v hnojivech se pohybuje kolem 70 kg N na ha. Spady se do půdy dostává až 20 kg N na ha, který je obsažen ve srážkách a pevných spadech, především v silněji zatížených oblastech (VANĚK *et al.*, 2007).

#### Dusík v půdě

Obsah dusíku v orniční vrstvě půd České republiky se pohybuje nejčastěji od 0,1 do 0,2 %, ale může značně kolísat. Výpočtem lze zjistit, že se v orniční vrstvě nachází asi 3 – 9 t N na ha. Z tohoto množství jsou však jen asi 1 – 2 % přístupné pro rostliny ve formách  $NH_4^+$  a  $NO_3^-$ . Celkové množství minerálního dusíku v orniční vrstvě může být 5 - 10 %, jedná se však o nevýměnně sorbovaný  $NH_4^+$  iont, který je fixovaný v jílových minerálech. Většina dusíku v orniční vrstvě je v organických dusíkatých sloučeninách, jako je biomasa mikroorganismů, metabolity organismů žijících v půdě a rostlinné a živočišné zbytky. Tento dusík je pro rostliny nedostupný (BALÍK *et al.*, 1997).

#### Dusík v rostlinách

Řepka vyžaduje vysoké dávky dusíku, které je třeba přizpůsobit požadavkům porostu. Ty se liší v závislosti na řadě faktorů, které zahrnují výnosový potenciál místa, odrůdy a množství dusíku v půdě. K co nejlepšímu využití hnojení dusíkem je potřeba aplikaci také správné načasování (WARD *et al.*, 1985).

Dusík může rostlina přijmout jako amonný kationt  $NH_4^+$ , nebo nitrátový aniont  $NO_3^-$ . O tom jaký iont rostlina přijme rozhodují především vnější podmínky jako je teplota, ale i samotná rostlina. V půdách s kyselějším pH převládá příjem  $NO_3^-$  a v neutrálních až alkalických půdách se příjem obou iontů vyrovnává, nebo převládá příjem  $NH_4^+$  (MARSCHNER, 2002).

Přijatý  $NH_4^+$  dusík mohou rostliny ihned použít k tvorbě organických sloučenin, ale

nitratový dusík  $\text{NO}_3^-$  musí být nejprve redukován na amonný dusík  $\text{NH}_3$  (VANĚK *et al.*, 2007). Redukce probíhá ve dvou fázích, kdy je  $\text{NO}_3^-$  nejprve redukován na  $\text{NO}_2^-$  a pak z  $\text{NO}_2^-$  na  $\text{NH}_3$ . Na redukci se podílejí dva enzymy nitrátreduktáza a nitritreduktáza. Redukce je ovlivněna teplotou, kdy při teplotách kořenů kolem 30 °C dochází k intenzivnímu příjmu  $\text{NO}_3^-$ , ale zároveň dochází ke snížení aktivity nitrátreduktázy. Vliv na redukci má i výživa, především molybden, kdy při jeho nedostatku, dochází ke kumulaci nitrátů a snížení aktivity nitrátreduktázy. Vliv na redukci mají i další prvky, jako například mangan, hořčík, vápník a sodík (RYANT *et* RICHTER., 2004a).

### **Nedostatek dusíku**

Nedostatek dusíku se v rostlinách projevuje snížením tvorby stavebních a funkčních bílkovin. To vede k omezení růstu rostlin a tvorby všech rostlinných orgánů. Rostliny jsou celkově slabší, nižší a mají světle zelené zbarvení, které je způsobeno sníženou tvorbou chlorofylu. Ve snaze o zachování vegetačního vrcholu odbourávají rostliny dusíkaté látky ze starších listů a transportují je do vegetačních vrcholů. Starší listy tak postupně žloutnou a usychají. V důsledku snížené tvorby chlorofylu, dochází k menším přírůstkům biomasy včetně kořene, čímž druhotně dochází ke snížení příjmů dalších živin kořeny. Rostliny s nedostatkem dusíku mají kratší vegetační dobu a rychleji dozrávají, což se projeví snížením výnosu a kvality produkce semen (VANĚK *et al.*, 2007).

### **Nadbytek dusíku**

Nadbytek dusíku může způsobovat omezení vzcházení a negativní ovlivnění růstu mladých rostlinek. V pozdějších fázích růstu může docházet k hromadění  $\text{NO}_3^-$  v rostlinách. Nadbytek dusíku způsobuje bujný růst a větší větvení. Pletiva jsou méně pevná a vlivem prudkých srážek a větru může dojít k poškození porostů. Přehuštěné porosty podporují navíc tvorbu vhodného mikroklíma pro rozvoj houbových chorob (VANĚK *et al.*, 2007).

### **Hnojení dusíkem**

Hnojení dusíkem lze rozdělit do tří základních termínů – před setím, v průběhu vegetace a na jaře.

U **hnojení před setím** nelze vytvořit jednotný model hnojení řepky pro všechny odrůdy a typy stanovišť. Velkou roli hraje předplodina, délka podzimní vegetace a průběh teplot a srážek. Předset'ové hnojení dusíkem nad rámec zapravených posklizňových zbytků představuje riziko přerůstání. Velkou roli hraje i předplodina, kdy sláma z předplodiny

zapravená bez dusíku znamená u silných porostů řepky, která má na podzim odběr 60 – 80 kg N na ha velké riziko zastavení růstu, ztrátu listové plochy a snížení jistoty přezimování. U slabých porostů se toto riziko přesouvá i do jarního období, kdy poutání dusíku slámou zbrzdí vegetaci a zesílení rostlin (MRÁZ, 2014). Určitým pomocným kritériem při rozhodování o dávce může být obsah minerálního dusíku v půdě (BARANYK *et* FÁBRY, 2007).

Co se týče **hnojení v průběhu vegetace**, tak u slabých porostů lze přihnojit na přelomu září a října kolem 20 – 30 kg N na ha, pokud nebylo hnojeno již před setím. Pozdější aplikace dusíkatých hnojiv již není vhodná, protože přerostlé porosty jsou náchylné na vyzimování a na lehkých půdách může docházet ke značným ztrátám vyplavováním (BARANYK *et* FÁBRY, 2007).

**Jarní hnojení** je pro výnos rozhodující. Nejlepším řešením je systém dělených dávek, při celkové dávce dusíku 120 až 200 kg N na ha. Pro co nejvyšší efektivitu hnojení dusíkem je nutné sladit celkovou dávku dusíku i její dělení s dynamikou růstu řepky (BARANYK *et* FÁBRY, 2007). U porostů s optimálním počtem rostlin na metr čtvereční je nezbytné aplikovat celkově 190 – 200 kg N na ha. U hustých porostů je dobré hnojit maximálně 150 kg N na ha, protože u takových porostů jsou vyšší dávky dusíku vlivem vzájemné konkurence neefektivní. Od této dávky bychom měli odečíst obsah minerálního dusíku v půdě (BEČKA *et al.*, 2014).

### 2.11.2 Fosfor

Obsah fosforu se podle typu půdy pohybuje nejčastěji v rozmezí od 0,02 % do 0,2 %. V půdě se nachází fosfor v minerálních i organických sloučeninách. Přírodním zdrojem minerálního fosforu jsou apatity, železité fosforečnany a hlinité fosforečnany. Zvětráváním těchto minerálů se uvolňují ionty ortofosforečné kyseliny, které se znovu poutají do nejrůznějších sloučenin. Přijatelnost fosforu rostlinami z jeho minerálních sloučenin v půdě je závislá na chemických vlastnostech těchto sloučenin, na půdní vlhkosti, teplotě, kořenových exkretách i mikrobiální činnosti. Jednotlivé sloučeniny fosforu vykazují různou rozpustnost. Vzhledem k rychlé chemické vazbě fosforu je v půdě jen málo pohyblivý a proto se i málo vyplavuje (VANĚK *et al.*, 2007).

#### Fosfor v rostlinách

Rostliny přijímají fosfor ve formě aniontů kyseliny trihydrogenfosforečné ve formě  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  a  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Rostliny jsou schopny přijímat fosfor z půdního roztoku i proti koncentračnímu gradientu, tedy aktivně i když je v menší koncentraci než v cytoplasmě. Převážná část přijatého fosforu kořeny je zabudována již v kořenech do organických

sloučenin a jen zbytek je transportován v minerální formě do nadzemních orgánů rostlin. Primární vstup fosforu do metabolismu rostliny bývá nejčastěji přes ATP, který je poté využíván při tvorbě fosforylovaných cukrů. Fosfor vázaný v organických sloučeninách je z kořene do nadzemních částí transportován floémem, kdežto fosfor v minerální formě je transportován xylémem. Příjem fosforu je ovlivněn velikostí kořenového systému a jeho schopností získávat fosfor i z méně přístupných forem pomocí kořenových exudátů. Na příjem fosforu má vliv celá řada faktorů jako teplota, vlhkost, pH, fyziologický stav rostlin a atd. Celkový příjem a využití fosforu rostlinami závisí také na množství a formě přijatého dusíku. Příjem fosforu je inhibován přebytkem dusíku v dusičnanové formě (FECENKO *et* LOŽEK, 2000).

### **Nedostatek fosforu**

Příznaky nedostatku fosforu jsou za normálních podmínek málo výrazné. U rostlin trpících nedostatkem fosforu dochází ke zpomalení růstu nadzemních i podzemních orgánů. Listy jsou malé, často u nich dochází k hyperchlorofylaci, což se projevuje černofialovým zabarvením, které může přecházet z listů až na báze stonků. U jednoděložných rostlin může nedostatek fosforu způsobovat horší odnožování s kratšími a slaběji vyvinutými stébly. Listy rostou vzpřímeně a zbarvují se do červenofialové barvy. Listy u dvouděložných rostlin trpících nedostatkem fosforu jsou dlouze řapíkaté se silně vystouplou nervaturou (RYANT *et* RICHTER, 2004b).

### **Nadbytek fosforu**

Z důvodu dobré sorbce fosforu půdou se nadbytek fosforu v rostlinách u nás téměř nevyskytuje. Vysoký obsah fosforu v půdách může být způsoben vysokým podílem organického fosforu, který se do půdy dostává ze statkových hnojiv při vysokém zatížení dobyt看em. Vysoká dávka fosforu způsobuje u rostlin krátkodobé snížení přijatelnosti některých kovů. To je způsobeno vázáním rozpustných fosforečnanů na tyto kovy a tvorbou nerozpustných sloučenin (VANĚK *et al.*, 2007; MARSCHNER, 2002).

### **Hnojení fosforem**

Základním kritériem pro stanovení dávky hnojiva by měl být obsah fosforu v půdě podle AZP. Nejvhodnější způsob hnojení fosforem je na strniště předplodiny s následným zapravením do půdního profilu. Je důležité dbát na správné zapravení hnojiva, neboť nerovnoměrné rozvrstvení fosforu v půdním profilu vyžaduje vyšší dávku hnojiva ve srovnání

s rovnoměrným zapravením posklizňových zbytků a fosforečných hnojiv. Důležité je brát ohled na formu fosforu v hnojivech. Působení hnojiva v půdě a následné využití fosforu rostlinami je značně závislé na rozpustnosti sloučenin aplikovaných v hnojivech. Proto lze rozdělit hnojiva podle rozpustnosti na hnojiva s pomalu rozpustným fosforem, na hnojiva rozpustná v 2 % kyselině mravenčí nebo citrónové a na hnojiva s fosforem rozpustným ve vodě (ČERNÝ *et al.*, 2014).

### **2.11.3 Draslík**

Většina půd obsahuje od 0,5 do 3,2 % draslíku. Většina draslíku se nachází v anorganických sloučeninách. V organických molekulách se draslík vyskytuje méně (VANĚK *et al.*, 2007). Většina draslíku je vázána v nevýměnné formě v různých nerozpustných a těžko rozložitelných křemičitanech jako jsou slída a živce, odkud je draslík uvolňován zvětrávacími procesy. K nevýměnnému draslíku patří i draslík fixovaný v krystalických mřížkách sekundárních jílových minerálů. Pouze 1 – 3 % draslíku z celkové půdní zásoby je vázáno na půdní sorpční komplex. Vodorozpustný draslík se do půdního roztoku dostává především z hnojiv (MADARAS *et al.*, 2012).

#### **Draslík v rostlinách**

Draslík je rostlinami přijímán z půdního roztoku, nebo výměnou za vodík ze sorpčního komplexu jako kationt  $K^+$ . Příjem draslíku kořeny je závislý na koncentraci draslíku v půdním roztoku a je výrazně ovlivňován antagonismem a synergismem dalších prvků. Na příjem draslíku má vliv také obsah kyslíku v půdě, teplota půdy a podmínky osvětlení rostlin. Draslík je nejhojnějším kationtem v cytoplazmě a nachází se ve všech pletivech a orgánech rostlin. Je v rostlině dobře pohyblivý a v případě jeho nedostatku se lehce přemísťuje ze starších orgánů do mladších. V rostlinách draslík pozitivně ovlivňuje tvorbu cukrů, syntézu škrobu a bílkovin. Výrazně ovlivňuje vodní režim rostlin, reguluje otvírání a zavírání průduchů a zásadním způsobem přispívá k osmotickému potenciálu buněk. Rostliny hnojené draslíkem dosahují větší odolnosti proti mrazu a snižuje se riziko polehnutí (FECENKO *et LOŽEK*, 2000; MARSCHNER, 2002).

#### **Nedostatek draslíku**

Nedostatek draslíku má negativní dopad na celou řadu metabolických a fyziologických funkcí rostliny, což způsobuje pokles výnosu a kvality. Rostliny mají horší pružnost stonku, snižuje se odolnost proti nízkým teplotám a suchu. Při silnějším nedostatku draslíku rostliny

mění habitus, hlavní stonek je zkrácený a vytváří vedlejší výhony. Rostlina dostává keřovitý vzhled, čepele listů jsou úzké, zvlněné a okraje se stáčeji směrem dolů (RYANT *et* RICHTER, 2004c).

### **Nadbytek draslíku**

K nadbytku draslíku dochází v místech, kde se skladují organická hnojiva, což jsou většinou hnojiště, silážní jámy apod. K hromadění draslíku v půdě může docházet také při hnojení vyššími dávkami draselných hnojiv a při mělkém zapravení hnojiva do půdy. Rostliny s nadbytkem draslíku mají sytě zelenou barvu, bujně rostou a pozvolněji jim zasychají a odumírají starší listy. Draslík se hromadí v pletivech, a to má negativní účinek na příjem ostatních kationtů (VANĚK *et al.*, 2007).

### **Hnojení draslíkem**

Hnojení draslíkem vychází především z půdních vlastností dle AZP. Na základě této hodnoty lze spolu s druhem půdy a výnosovou úrovní stanoviště a odrůdy určit dávku draslíku. Při hnojení draslíkem by se měl brát i ohled na to, že zastoupení draslíku by mělo být v sorpčním komplexu asi třikrát menší než u hořčíku. Optimální hodnota K : Mg činí okolo 1,5 : 1. Termín hnojení by měl být určen podle druhu půdy. U písčitých půd s malou sorpční schopností by mělo být hnojivo aplikováno nejlépe v jarním období, aby nedocházelo k vyplavování do hlubších vrstev půdy. U středních a těžších půd je vhodné aplikovat draselná hnojiva na podzim. K hnojení se nejčastěji používají draselné soli s draslíkem ve formě chloridu draselného. Méně pak hnojiva Kamex, Kainit nebo Síran draselný. Významným zdrojem draslíku jsou i organická hnojiva (KULHÁNEK *et al.*, 2014).

#### **2.11.4 Vápník**

Obsah vápníku v půdách je velmi rozmanitý, ale nejčastěji se pohybuje od 0,15 do 10 %. V nevýměnném stavu je vápník součástí některých aluminosilikátů jako je například sádrovec, kalcit a dolomit. Určité množství vápníku je v půdě i ve fosforečnanech a jiných ve vodě rozpustných sloučeninách. Největší množství vápníku se do půdního roztoku dostává působením  $H_2CO_3$  na  $CaCO_3$ , kde vzniklý  $Ca(HCO_3)_2$  je v půdním roztoku dobře rozpustný a uvolňuje  $Ca^{2+}$ . Podíl tohoto výměnného vápníku činí 1 – 2 % z celkového obsahu. Vodorozpustný vápník se nachází v rovnovážném stavu k vápníku výměnnému a je v půdě dobře pohyblivý. Vápník má velice významný vliv na půdní prostředí při úpravě pH, při tvorbě drobtovité struktury a s ní související vzdušný a vodní režim půdy (VANĚK *et al.*,

2007).

### **Vápník v rostlinách**

Rostliny přijímají vápník z půdního roztoku ve formě  $\text{Ca}^{2+}$ . Příjem je uskutečňován především pasivně kořenovými špičkami. Aktivní transport vápníku a jeho pohyblivost a transport v rostlině jsou omezeny. Vápník je hromaděn ve starších buňkách a pletivech ve formě oxalátu nebo jiných hůře rozpustných solích. Vápník se v rostlinách podílí na stabilizaci buněčných stěn a membrán, zajišťuje dobrou elasticitu buněčné blány a má také významný vliv na stabilizaci struktur a prostorové uspořádání membrán. Významný vliv má vápník na tvorbu a růst kořenů, především kořenového vlášení (VANĚK *et al.*, 2007).

### **Nedostatek vápníku**

Nedostatek vápníku v půdě se projevuje především nepřímo tak, že ovlivňuje půdní vlastnosti. K poruchám výživy rostlin z nedostatku vápníku může docházet, pokud se používají vyšší dávky draselných hnojiv, protože draslík působí antagonisticky. Rostliny mají omezenou tvorbu kořenů, poruchy růstu vegetačního vrcholu a dochází ke zhoršení skladovatelnosti (FECENKO *et LOŽEK*, 2000).

### **Nadbytek vápníku**

K nadbytku vápníku dochází v souvislosti s vysokou hodnotou pH. Jedná se o pozemky s vysokým podílem uhličitanů, zasolené půdy nebo půdy, kde došlo k radikálnímu vápnění. Na těchto půdách dochází k omezení rozpustnosti těžkých kovů, což způsobuje jejich deficit u rostlin (VANĚK *et al.*, 2007).

### **Hnojení vápníkem**

Pro správné hnojení vápníkem je nutné zohlednit hodnotu pH, půdní druh, roční ztráty vápníku z půdy, účinnost vápenatých hnojiv a termín a způsob zapravení vápenatých hnojiv do půdy. Nejpoužívanějším vápenatým hnojivem je vápenec, který obsahuje především uhličitan vápenatý a malý podíl uhličitanu hořečnatého. Dávka hnojiva se určuje podle pH a půdního druhu. Hnojení je nejlepší provádět na strniště, kdy z hlediska stavu půdy nehrozí poškození technikou. Aplikovaná hnojiva by měla být následně zapravena podmínkou nebo orbou (KULHÁNEK *et al.*, 2014).



### **2.11.5 Hořčík**

V průměru se v půdě nachází 0,4 až 0,6 % hořčíku. Velice nízký obsah hořčíku vykazují lehké písčité a rašelinové půdy s nízkým pH, naopak vysoký obsah vykazují půdy na dolomitech. Zdrojem hořčíku v půdě jsou minerály jako serpentín, olivín, vermikulit, chlorit, amfibol, biotit a další. Kromě minerálů se hořčík nachází i v uhličitanech a solích. Právě soli z důvodu dobré rozpustnosti tvoří hlavní zdroj hořčíku pro rostliny. Z důvodu horší sorpce hořčíku v některých půdách může docházet k tomu, že je jeho obsah ve spodních horizontech vyšší než v ornici (VANĚK *et al.*, 2007).

#### **Hořčík v rostlinách**

Rostliny přijímají hořčík pasivně jako kationt  $Mg^{2+}$  a vyžadují jeho rovnoměrný přísun během celé vegetace. Příjem hořčíku je silně inhibován při nízkém pH půdy a jinými kationty, jako například  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  +  $Mn^{2+}$ . V rostlině je transportován ve formě chelátů a jeho pohyb v rostlině je třikrát rychlejší než u vápníku. Hořčík je vázán v jádře chlorofylu, kde se nachází asi 15 až 20 % celkového hořčíku v rostlině. Účastní se biochemických reakcí udržováním koloidního stavu protoplazmy a je aktivátorem nebo součástí řady enzymových reakcí. Svou přítomností v rostlině zvyšuje asimilaci  $CO_2$  a aktivuje enzymatické oddělení polypeptidických řetězců od ribosomů (MARSCHNER, 2002; RYANT *et* RICHTER, 2004d).

#### **Nedostatek hořčíku**

Při nedostatku hořčíku klesá intenzita fotosyntézy, dochází ke snížení tvorby bílkovin a hromadění dusíku a volných aminokyselin. Deficit hořčíku se na rostlinách projevuje snížením obsahu chlorofylu a změnou poměru obsahu chlorofylu a ku b ve prospěch chlorofylu b. Na listech se objeví chloróza a tvoří se více pigmentů. Listová čepel mezi žilkami a po okrajích žlutne, později dostává oranžovou, červenou, purpurovou až fialovou barvu. Nejdříve jsou postihnuté starší listy, které zasychají a opadávají (MARSCHNER, 2002).

#### **Nadbytek hořčíku**

Z důvodu hnojení jen omezeným množstvím hořečnatých hnojiv se se u nás běžně nadbytek hořčíku nevyskytuje. Hořčík je půdou dobře sorbován a nepůsobí ani antagonisticky na příjem ostatních iontů (VANĚK *et al.*, 2007).

## Hnojení hořčíkem

Při hnojení hořčíkem je potřeba vycházet z půdních vlastností, zásoby hořčíku v půdě, nároků pěstovaných plodin a druhu hořečnatého hnojiva. V sortimentu hořečnatých hnojiv se nacházejí hnojiva čistě hořečnatá, kterých je však minimum, protože hořčík je často součástí jiných hnojiv, především draselných a vápenatých. Nejčastěji používanými hnojivy jsou hořká sůl, síran hořečnatý a Kieserit. Pokud je zásoba hořčíku v půdě malá a z určitých důvodů nelze provést standardní hnojení, doporučuje se provést alespoň foliární aplikace hořečnatými hnojivy (RYANT *et* HLUŠEK, 2004).

### 2.11.6 Hnojení mikroelementy

Řepka vykazuje vysokou potřebu bóru a střední potřebu manganu a molybdenu. Nedostatečné zásobení řepky bórem brzdí prodlužovací růst, nejmladší listy vykazují chlorózy a nekrózy, okraje starších listů získávají červenofialovou barvu, listy jsou deformovány a v řapících vznikají trhliny. Stonky jsou duté a ztloustlé s hnědými nekrotickými trhlinami, květy a šešule zakrňují. Doporučuje se hnojení bórem v dávce 0,5 kg/ha, které lze provést do počátku butonizace (KOUBOVÁ, 2005; ZIMOLKA *et al.*, 2008).

Deficit manganu způsobuje chlorózy, někdy až vybělení listů, přičemž cévní svazky zůstávají zelené. Růst je omezen nebo se úplně zastaví. Deficit molybdenu nevyvolává žádné specifické příznaky a proto ho často nelze spolehlivě rozpoznat. Střední potřeba manganu a molybdenu u řepky je v normálním případě pokryta obsahem v půdě. Hnojení oběma mikroelementy není tedy většinou nutné. Pouze při velmi nízkém obsahu v půdě a za nepříznivých podmínkách pro příjem obou mikroelementů (jako je sucho, velmi vysoká hodnota pH u manganu popř. nízká u molybdenu) je hnojení potřeba (KOUBOVÁ, 2005).

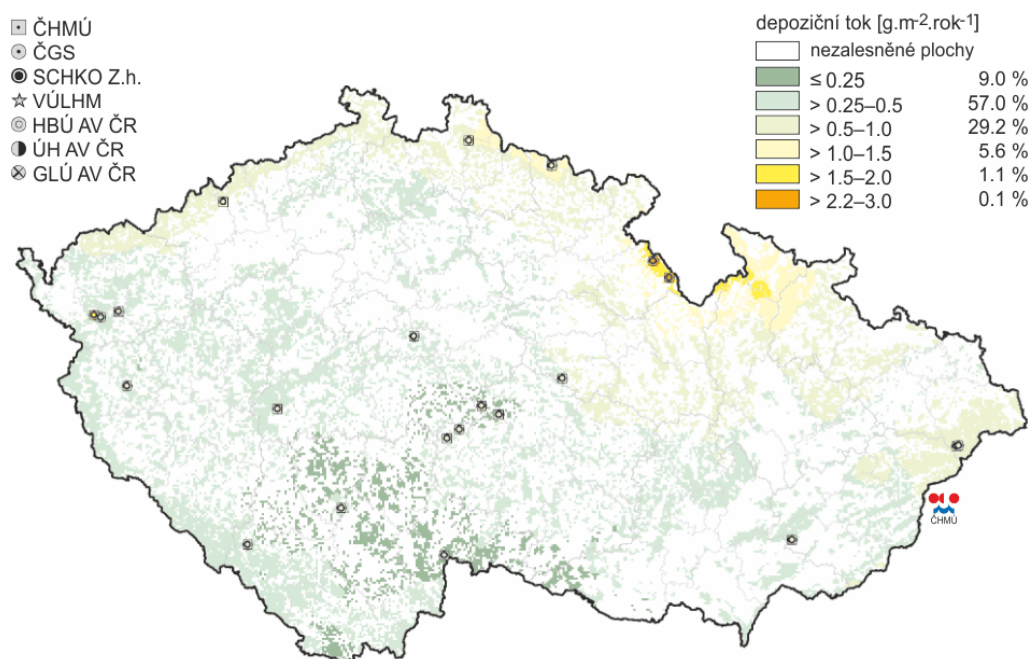
## 2.12 Síra ve výživě řepky ozimé

### 2.12.1 Význam síry

Síra je pro všechny žijící organismy esenciální prvek, což znamená, že si ho organismus nemůže sám syntetizovat a musí ho přijímat v potravě. Je základním prvkem aminokyselin cysteinu a methioninu, bílkovin, enzymů, koezymů a vitamínů (PIERZYNSKI *et al.*, 2000; ZELENÝ, ZELENÁ, 2006).

V koloběhu síry jsou důležité sirnaté sloučeniny dostávající se do půdy z ovzduší ve formě oxidu siřičitého. Ten pochází z průmyslové činnosti, dopravy a také ze sopečné

činnosti. Díky odsíření hnědouhelných elektráren v devadesátých letech 20. století došlo ke snížení emisí oxidu siřičitého a proto lze očekávat nedostatek síry v půdách a z toho postupně plynoucí deficit u rostlin (SCHWARZ *et al.*, 2009; VANĚK *et al.*, 2007).



Obrázek 1 Depozice síry na území ČR v roce 2014 (ČHMÚ, 2015)

### 2.12.2 Síra v půdě

Zemědělské půdy mají různý obsah síry, nejčastěji však od 50 do 500 mg S na kg. Až 98 % této síry je vázáno v organických sloučeninách (VANĚK *et al.*, 2007). Největší obsah celkové síry je v zasolených půdách aridních oblastí, kde dochází k hromadění síry ve formě síranů. Na celkový obsah síry v půdě má značný vliv i matečná hornina. Bazické vulkanické horniny mají většinou větší obsah síry než kyselé typy.

Síranový aniont  $\text{SO}_4^{2-}$  je v půdním roztoku velmi mobilní. Je to způsobeno jeho odpuzováním od půdních částic se stejným nábojem. Proto mohou být sírany snadno vyplavovány tokem gravitační vody do spodních vrstev. Ztráty vyplavením síranů z ornice mohou být v hodnotách 30 až 80 kg S na ha a rok (MATULA, 2007).

### 2.12.3 Anorganická síra

Anorganická síra se nachází v půdě většinou ve formě síranů, sulfidů a sulfanů. Sulfidy vznikají při zvětrávání mateřské horniny, při mineralizaci organických látek a při redukci síranů. Během zvětrávání dochází k oxidaci sulfidů na sírany. Sulfidy a sulfany

vznikající při mineralizaci organických látek se poměrně rychle oxidují na elementární síru a poté na síranovou síru (FECENKO *et* LOŽEK, 2000).

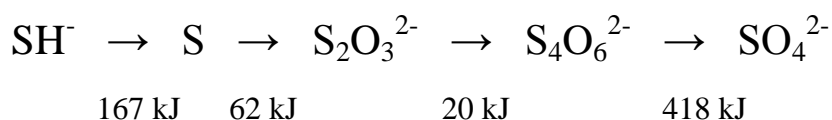
#### 2.12.4 Organická síra

Síra může být vázána na organické sloučeniny v oxidované nebo v redukované formě. **Síra vázaná na organické sloučeniny v oxidované formě** tvoří větší část organicky vázané síry v půdě. Jsou to sloučeniny jako estery, lipidy, polysacharidy a glukosinoláty. Z těchto sloučenin je síra poměrně snadno uvolňována při jejich mineralizaci a z uvolněného síranu  $\text{SO}_4^{2-}$  se stává potenciální zdroj pro rostliny. K uvolnění síranu dochází působením různých typů enzymů sulfatás, které vykazují vysokou specifickou k organickému zbytku molekuly. Ve sloučeninách kde je **síra vázaná na organické sloučeniny v redukované formě** a je vázána přes uhlík, probíhá mineralizace složitěji. V prvé řadě dojde k rozložení složitějších látek na jednodušší, a to až na aminokyseliny. Poté dojde k odštěpení sulfanu  $\text{H}_2\text{S}$  a jeho postupné oxidaci na síran  $\text{SO}_4^{2-}$  (VANĚK *et al.*, 2007).

#### 2.12.5 Přeměny síry v půdě

Přeměny síry v půdě jsou uskutečňovány sulfurikací, desulfurikací a imobilizací síry. O průběhu těchto procesů rozhodují podmínky prostředí jako kyslík, půdní reakce a obsah energetických substrátů (FECENKO *et* LOŽEK, 2000).

**Sulfurikace** je mikrobiální proces, při kterém působením sírných bakterií dochází k oxidaci redukované formy síry na sírany za vzniku energie.

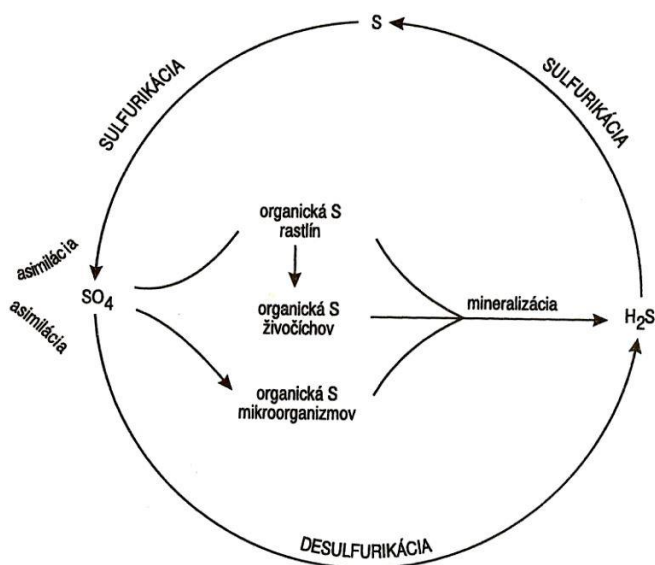


Obrázek 2 Proces sulfurikace (RICHTER, 2007)

**Desulfurikace** je proces, kdy dochází k postupné redukci síranů a siřičitanů na sirovodík působením desulfurikačních bakterií rodu *Desulfovibrio* a *Desulfotomaculum*. Sirovodík pak obvykle reaguje s kovovými ionty a sráží se v půdě v podobě  $\text{FeS}_2$ ,  $\text{MnS}$  a dalších přechodných kovů.

Při **imobilizaci síry** využívají mikroorganismy na syntézu protoplazmy organické i anorganické sloučeniny síry. V nich se síra dočasně imobilizuje a po jejich odumření se síra vrací zpět do koloběhu. K imobilizaci ale dochází i při tvorbě humusových kyselin a humusu

(FECENKO *et* LOŽEK, 2000; BOHN *et al.*, 1985).



Obrázek 3 Koloběh síry v přírodě (FECENKO *et* LOŽEK, 2000)

### 2.12.6 Síra v rostlinách

Rostliny síru přijímají převážně kořeny, aktivním způsobem ve formě síranu  $\text{SO}_4^{2-}$ . Příjem síry je minimálně ovlivněn ostatními živinami. Rostliny mohou pomocí kořenů přijímat síru i ve formě aminokyselin (MATULA, 2007).

V omezené míře jsou rostliny schopny přijímat síru i z ovzduší ve formě  $\text{SO}_2$ . V rostlině je pak síra poměrně mobilní a je transportována hlavně do mladých listů. Síran si rostliny hromadí jako zásobní látku a podle potřeby ho redukuje na  $\text{H}_2\text{S}$  a zabudovávají do organických sloučenin (VANĚK *et al.*, 2007).

Aby mohly rostliny přijatou síru využít a zabudovat ji do organických sloučenin, je nezbytné, aby došlo k aktivaci síranu adenosintrifosfátem. Při této reakci reaguje sulfát s adenosintrifosfátem a vzniká adenosinfosfosulfát. Ten je výchozí látkou pro zbudování síry do organických sloučenin. Následně se z adenosinfosfátu sulfátová skupina přenesne na nosič, kterým je glutathion, na jehož SH-skupinu se adenosinfosfát váže. Tato skupina je za účasti feredoxinu dále redukována a reaguje s acetyserinem za vzniku cysteinu. Vzniklý cystein je první stabilní organickou sloučeninou v rostlině. Rostliny z něj mohou dále syntetizovat další organické sloučeniny, jako například methionin. Redukce síranů probíhá v chloroplastech a je výrazně aktivována světlem. Vysoká aktivita je v mladých listech, ve starších výrazně klesá. (RYANT *et* RICHTER, 2004e; VANĚK *et al.*, 2007).

### 2.12.7 Nedostatek síry

Při nedostatečné výživě rostlin sírou dochází nejprve k omezení syntézy bílkovin a výrazně se snižuje aktivita nitrátreduktázy. Z toho důvodu dochází k omezenému převádění nitrátů na amoniak a dochází k omezení tvorby organických látek obsahujících dusík a hromadění nitrátů v pletivech rostlin. Výrazně klesá produkce cukrů, škrobů apod., což má za následek snížení výnosu a kvality produkce (VANĚK *et al.*, 2007).



Obrázek 4 Deficit síry na listech řepky ozimé (RYANT *et* RICHTER, 2004f)

Síra není v rostlinách příliš mobilní, proto se typické příznaky jejího nedostatku projevují nejprve na nejmladších listech a postupně přecházejí na starší listy. Příznaky jsou velice podobné jako při nedostatku dusíku. Listy jsou světle zelené až žluté, někdy však s načervenalým zbarvením. U řepky dochází k redukcí počtu a délky větví, zmenšuje se počet a velikost květů, délka šesulí a jejich počet semen. Dochází k opadu květů, šesule jsou nevyvinuté a obsahují malá semena s menším obsahem oleje (BAIER *et* BAIEROVÁ, 1985; RYANT *et* RICHTER, 2004f).

### 2.12.8 Nadbytek síry

I poměrně vysoké koncentrace  $\text{SO}_4^{2-}$  v půdním roztoku většinou nepůsobí na rostliny negativně. Rostliny mohou bez poškození nadbytečné množství síranů ukládat ve svých pletivech. Vyšší obsah síranů se však společně s kationty chloru, sodíku a draslíku může podílet na zasolení půd a zvýšení koncentrace solí v půdním roztoku. To může zhoršovat vzcházivost i růst některých citlivějších rostlin (VANĚK *et al.*, 2007).

### 2.12.9 Hnojení sírou

Ozimá řepka je naší nejnáročnější plodina na síru a hnojení sírou by mělo být samozřejmou součástí pěstební technologie. K zajištění dobrého výnosu potřebuje během vegetace odebrat kolem 80 kg S na ha. Optimální koncentrace síry u ozimé řepky na podzim by měla být 0,4 %. V tomto období je odběr síry řepkou velmi malý. Nejvíce síry potřebuje řepka na jaře od počátku dlouhivého růstu až do počátku kvetení. V tomto období se obsah síry v rostlině pohybuje i nad 0,7 %. V období květů by koncentrace síry neměla klesnout pod 0,5 % (BEČKA *et al.*, 2007)

K základnímu hnojení dávkou síry kolem 20 kg na ha se nejlépe hodí hnojiva síran amonný, DASA, kieserit, superfosfát nebo síran draselný. V případě že je základní hnojení vynecháno a v půdě není dostatečné množství síry, lze na přelomu září a října aplikovat kieserit, hořkou sůl nebo listová hnojiva s obsahem síry. V jarním období je výhodné aplikovat síru v kombinaci s dusíkatými hnojivy v dávce kolem 30 kg S na ha. Lze použít hnojiva jako je například DASA, SAM, kieserit a další (BARANYK *et FÁBRY* 2007; RYANT *et RICHTER* 2004e).

Tabulka 1 Hodnocení obsahu vodorozpustné síry v půdě (ZBÍRAL *et al.*, 2012)

Kategorie obsahu síry v půdě	S (mg/kg)
Velmi kritický	do 10
Nízký	11 - 20
Vyhovující	21 - 30
Dobrý	31 - 40
Vysoký	41 - 50
Velmi vysoký	nad 50

### 3 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo posouzení vlivu sledovaných forem síry (elementární a síranové) na výnos a olejnatost semene řepky ozimé. Byl sledován obsah vodorozpustné síry v půdě a byl proveden anorganický rozbor rostlin v závislosti na jednotlivých variantách. Do pokusu byla použita hnojiva LAD, DASA, WIGOR S a DAM 390.

V diplomové práci byly vysloveny následující hypotézy:

- Po hnojení sírou dojde ke zvýšení obsahu vodorozpustné síry v půdě;
- Podzimní aplikace elementární síry ovlivní obsah vodorozpustné síry v půdě a sledované parametry řepky ozimé;
- Regenerační a produkční hnojení síranovou formou síry ovlivní obsah vodorozpustné síry v půdě a sledované parametry řepky ozimé;
- Po hnojení sírou dojde ke zvýšení výnosu semene řepky ozimé;
- Hnojení sírou ovlivní poměry jednotlivých živin v sušině řepky ozimé;
- Hnojení sírou podpoří příjem a utilizaci dusíku v rostlinách;
- Po hnojení sírou dojde ke zvýšení olejnatosti v semenech řepky ozimé.



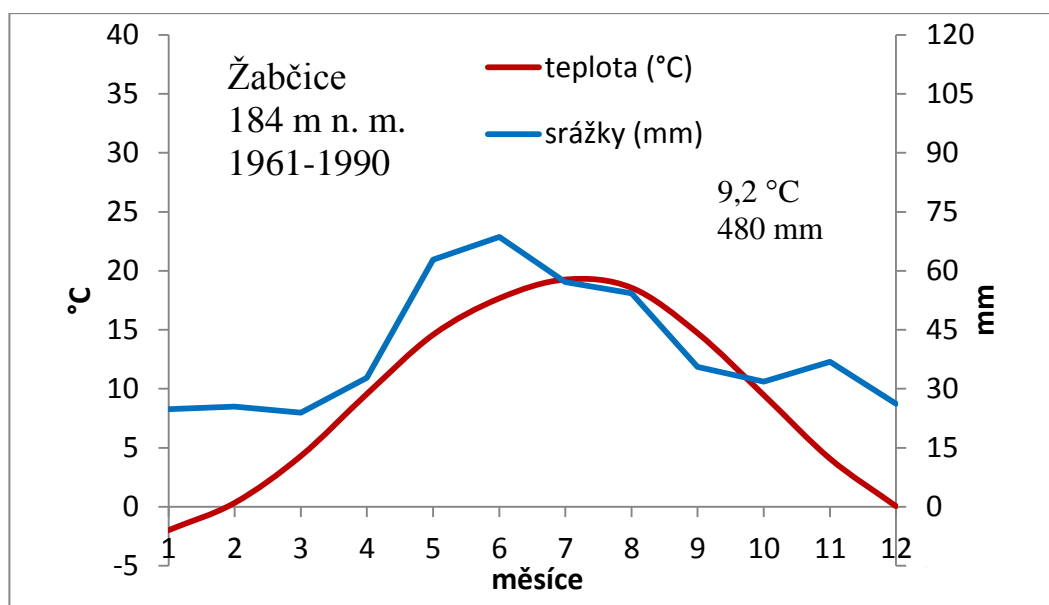
## 4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Pokus probíhal na pozemcích Školního zemědělského podniku Mendelovy univerzity v Žabčicích u Brna, nacházející se asi 25 km jižně od Brna. Tato lokalita náležící do Dyjsko-Svrateckého úvalu je převážně rovinná a spadá do kukuřičné výrobní oblasti. Nadmořská výška pozemků je 184 metrů nad mořem.

Půdy jsou zde zrnitostně těžší, s půdním typem fluvizem, subtyp glejový s neutrálním až slabě kyselým pH. Ornice o mocnosti 35 cm obsahuje okolo 2,4 % humusu. Hladina podzemní vody kolísá v hloubce od 0,8 do 2,5 metrů pod povrchem půdy a je částečně ovlivněná nedalekým potokem Šatava a řekou Svratkou.

#### 4.1.1 Dlouhodobé klimatické podmínky



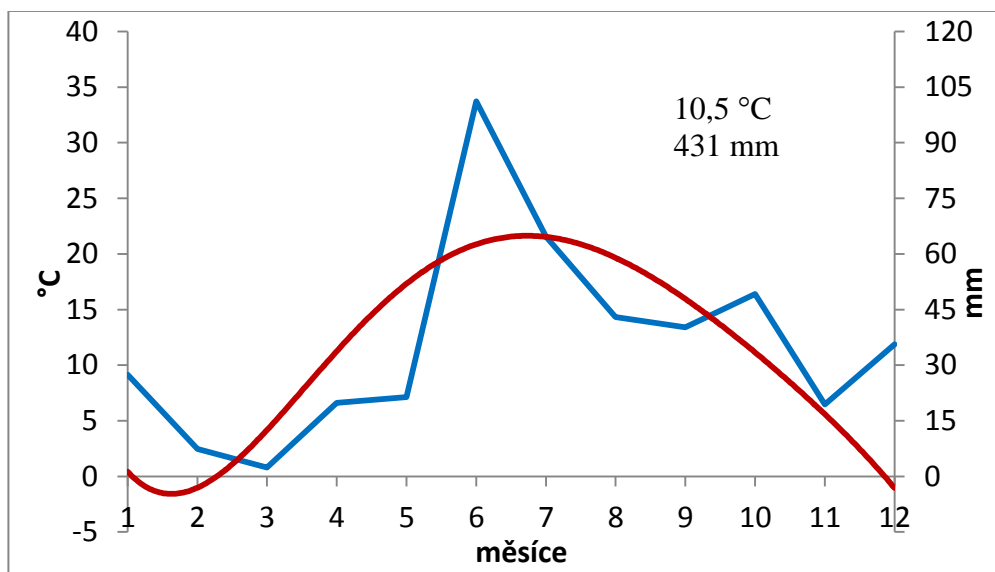
Graf 1 Klimadiagram normálu 1961 - 1990 Žabčice

Graf číslo 1 popisuje dlouhodobý poměr průměrných ročních srážek a teplot za období 1961 – 1990. Je z něj patrné, že Žabčice se nachází v teplé a suché oblasti České republiky, s průměrnou roční teplotou 9 °C a průměrným ročním úhrnem srážek 480 mm. Nejchladnějším měsícem je leden s průměrnou teplotou -2 °C, nejteplejším měsícem je červenec s průměrnou teplotou 19 °C.

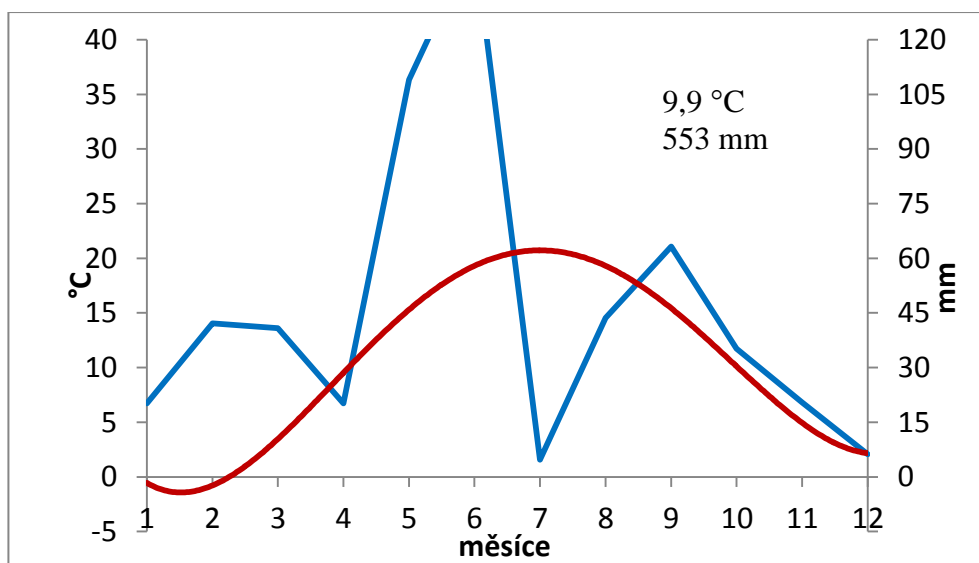
#### 4.1.2 Charakteristika hospodářského roku 2012/2013

Měsíce srpen a září byly z hlediska úhrnu srážek spíše průměrné, ale měsíc říjen byl se svými 49 mm srážek lehce nadprůměrný, což mělo pozitivní vliv na růst řepky. Naopak

listopad byl se svými 19 mm srážek podprůměrný, ale tento srážkový deficit se vyrovnal ve srážkově nadprůměrném prosinci. Přes zimu, kdy byla řepka ve vegetačním klidu a nemá tedy potřebu přijímat příliš vody, se vyšší srážky z prosince mohly kumulovat v půdě a eliminovat eventuální přísušky v jarním období. Leden byl jak teplotně, tak srážkově průměrný. Únor byl srážkově nadprůměrný a teplotně průměrný, což se nedá říci o březnu, který byl díky výrazně nadprůměrným srážkám také chladnější. Během měsíců května a června spadlo celkem 256 mm srážek, což je oproti dlouhodobému normálu se 123 mm více jak dvojnásobek a tyto srážky se pozitivně projeví na výnosu. V následujícím měsíci červenci spadly pouhé 4 mm srážek a díky tomu mohla řepka bez problému dozrát.



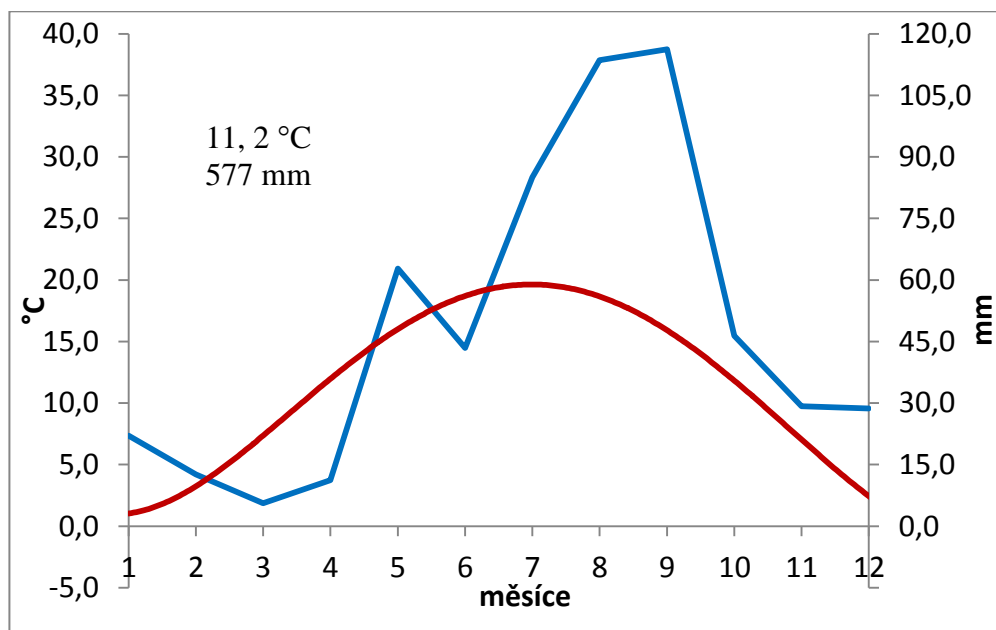
Graf 2 Průběh teplot a srážek v roce 2012



Graf 3 Průběh teplot a srážek v roce 2013

### 4.1.3 Charakteristika hospodářského roku 2013/2014

V srpnu, kdy probíhalo setí řepky, byly srážky jen lehce podprůměrné, ale následující září bylo srážkově velice nadprůměrné. Říjen byl srážkově průměrný. Listopad a především prosinec s pouhými 6 mm srážek velmi podprůměrný. Toto srážkově deficitní období trvalo až do měsíce května a mělo nemalý vliv na výsledný výnos semene řepky. Měsíce červen a červenec byly spíše podprůměrné.



Graf 4 Průběh teplot a srážek v roce 2014

## 4.2 Metodika a materiál

Pokusy v obou hospodářských letech byly prováděny formou maloparcelkového polního experimentu na parcelkách o velikosti 1,5 x 11,5 m. Předplodinou v prvním roce byla pšenice ozimá, v druhém roce ječmen jarní. Pro pokusy v obou letech byla použita odrůda řepky ozimé DK Exquisite. Pokusy zahrnovaly 6 variant hnojení, z nichž každá měla 4 opakování.

Před založením porostu byl odebrán vzorek půdy na zjištění obsahu živin, které uvádí tabulka 2.

Tabulka 2 Agrochemické vlastnosti půdy před založením porostu

pH/CaCl <sub>2</sub>	(mg/kg)							
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N <sub>min</sub>	S <sub>vodorozp.</sub>	P	K	Ca	Mg
6,30	2,00	2,29	4,29	5,86	161	354	2630	212

#### 4.2.1 Pokus v hospodářském roce 2012/2013

Předplodina pro řepku v tomto pokusném roce byla pšenice ozimá. Po sklizni pšenice následovala podmítka, kypření a následná příprava půdy před setím. Řepka byla zasetá 22. 8. 2012 maloparcelkovým secím strojem Wintersteiger. Výsevek činil 4 kg/ha a po zasetí následovalo válení. 18. 2. 2013 a 18. 4. 2013 byly odebrány vzorky půdy pro stanovení obsahu vodorozpustné síry. Před sklizní byl porost desikován přípravkem Reglone v dávce 3 l/ha a 22. 7. 2013 proběhla sklizeň pomocí maloparcelkové sklízecí mlátičky Sampo.

Tabulka 3 Ošetření porostu během vegetace v hospodářském roce 2012/2013

Datum	Přípravek	Pesticid	Dávka (l/ha)
23. 8. 2012	Brasan	herbucid	1,5
23. 8. 2012	Teridox	herbucid	0,5
22. 4. 2013	Biscaya	fungicid	0,15
28. 5. 2013	Decis Mega	insekticid	0,15
28. 5. 2013	Ornament 250 EW	fungicid	1



Obrázek 5 Pokus s řepkou pod jarním sněhem (31. 3. 2013)





Obrázek 6 Konec květu řepky (10. 5. 2013)



Obrázek 7 Sklizeň řepky (22. 7. 2013)

#### 4.2.2 Pokus v hospodářském roce 2013/2014

V tomto pokusném roce byl pro řepku předplodinou ječmen jarní. Setí řepky probíhalo 30. srpna znovu za použití maloparcelkového secího stroje Wintersteiger. Ve dnech 9. 10. a 5. 11. proběhlo podzimní hnojení, dle jednotlivých variant. Regenerační hnojení, které proběhlo 11. 3. 2014 i první produkční hnojení 4. dubna bylo hnojeno také dle jednotlivých variant a byly také provedeny odběry rostlin. Při druhém produkčním hnojení 6. května byl u všech variant s výjimkou nehnojené varianty aplikován DAM 390 v dávce 150 l/ha a byly odebrány vzorky půdy. Sklizeň proběhla 4. července opět pomocí sklízecí mlátičky Sampo.

Tabulka 4 Ošetření porostu během vegetace v hospodářském roce 2013/2014

Datum	Přípravek	Pesticid	Dávka (l/ha)
30. 8. 2013	Brasan	herbucid	1,5
30. 8. 2013	Teridox	herbucid	0,5
27. 9. 2013	Fusilade	herbucid	0,5

#### 4.2.3 Varianty hnojení řepky v pokusu

Tabulka 5 Varianty, hnojiva a dávky síry a dusíku

Varianta hnojení	Podzimní hnojení		Regenerační hnojení		Produkční hnojení I		Produkční hnojení II	
	Hnojivo	(kg/ha)	Hnojivo	(kg/ha)	Hnojivo	(kg/ha)	Hnojivo	(kg/ha)
1 Nehnojeno	-	0	-	0	-	0	-	0
2 LAD + LAD	-	0	LAD	78	LAD	58	DAM	58,5
3 DASA + DAM	-	0	DASA	78	DAM	58,5	DAM	58,5
4 DASA + DASA	-	0	DASA	78	DASA	58,5	DAM	58,5
5 WIGOR + LAD	WIGOR	60	LAD	78	DAM	58,5	DAM	58,5
6 WIGOR + DASA	WIGOR	60	DASA	78	DAM	58,5	DAM	58,5

#### 4.2.4 Použitá odrůda

V obou pokusných letech byla vyseta odrůda řepky ozimé DK EXQUISITE. Jedná se o středně raný hybrid společnosti Dekalb. Tato odrůda byla registrována v roce 2009 a vyniká výbornou zimovzdorností a odolností proti poléhání (DEKALB, 2016)



#### 4.2.5 Použitá hnojiva

**LAD** - Ledek amonný s dolomitem je dusíkaté hnojivo, které obsahuje v průměru 27 % dusíku, který je z poloviny v nitrátové a z poloviny v amonné formě. LAD obsahuje ještě asi 9 % vápníku a 4 % hořčíku. Dodává se v bělavých až světle hnědých granulích o velikosti 2 až 5 mm. LAD se používá jako dusíkaté hnojivo k základnímu hnojení i k přihnojování během vegetace, především pro půdy s menším obsahem hořčíku. Je vhodný zejména pro plodiny a kultury náročné na hořčík jako například brambory, luskoviny, ovocné plodiny, zelenina a réva vinná (ŠKARPA *et* RYANT, 2015).

**DAM 390** – Jedná se o čirý roztok dusičnanu amonného a močoviny s průměrným obsahem 30 % hmotnostních dusíku. Polovina dusíku je v močovinové formě, čtvrtina v nitrátové a čtvrtina v amonné. Toto kapalné hnojivo obsahuje ve 100 litrech 39 kg dusíku a jeho objemová hmotnost je 1300 kg/m<sup>3</sup>. Má silné korozivní účinky na měď, beton a uhlíkatou ocel. Proto se doporučuje DAM skladovat v PVC nádobách nebo sklolaminátu. Pro základní dusíkaté hnojení při předseťové přípravě půdy lze DAM 390 použít ke všem plodinám, zvláště k jařinám. K přihnojování během vegetace se používá buď v nezředěném stavu nebo zředěný s vodou (YARA, 2016).

**DASA** – Toto dusíkaté hnojivo s obsahem síry se vyrábí ze směsi dusičnanu amonného a síranu amonného. Obsahuje 26 % dusíku, z toho dvě třetiny dusíku obsahuje v amonné formě a třetinu v nitrátové. Obsah síry je 13 %. Má podobu bělavých až světle hnědých granulí o velikosti 2 – 5 mm. Používá se k základnímu hnojení nebo přihnojování za vegetace. Toto hnojivo je vhodné zejména pro rostliny s vyšší spotřebou síry jako například řepka, hořčice, zelí, cibule, česnek, píceňiny a brambory (ADW, 2016).

**WIGOR S** – Granulované hnojivo, které obsahuje 80 % elementární síry navázané na bentonit, který zamezuje vyplavování síry z půdního profilu. Je dodáváno ve formě granulí o velikosti 2 až 4 mm a je určené k předseťové aplikaci a u pšenice, cukrovky, řepky, kukuřice a luskovin (CHEMAPAGRO, 2016).

### 4.3 Analytické metody

#### 4.3.1 Stanovení výměnné půdní reakce pH/CaCl<sub>2</sub>

Výměnná půdní reakce byla stanovena potenciometrickým měřením aktivity

vodíkových iontů. Toto stanovení se provádí ve výluhu zeminy v 0,01 mol/l CaCl<sub>2</sub> pomocí pH metru (ZBÍRAL, 2002).

#### **4.3.2 Stanovení obsahu minerálního dusíku**

Obsah minerálního dusíku byl stanoven jako součet obsahu nitrátového a amonného dusíku. Pro stanovení obou dusíků byla použita iontově selektivní metoda (ŠKARPA, 2013).

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

Stanovení vodorozpustné síry bylo provedeno z filtrátu vodného výluhu zeminy při dodržení předepsaného poměru zeminy k vodě v poměru 1 : 5. Tato metoda měření se nazývá ICP-OES a provádí se na spektrometru (ZBÍRAL, 2002).

#### **4.3.4 Stanovení přístupných živin podle Mehlicha III**

Touto metodou se zjišťoval obsah draslíku, fosforu, vápníku a hořčíku. Vzorek zeminy byl smíchán s extrakčním činidlem označovaným jako Mehlich III a následně zfiltrován. Obsah draslíku byl z filtrátu zjištěn pomocí plamenné fotometrie, obsah vápníku a hořčíku pomocí atomové adsorpční spektrofotometrie a fosfor pomocí spektrofotometru (ŠKARPA, 2010).

#### **4.3.5 Stanovení celkového obsahu tuku v semenech řepky**

Zjištění celkového obsahu tuku v semenech bylo provedeno pomocí gravimetrie po trojnásobné extrakci n-hexanem (NOVOTNÝ, 2006).

### **4.4 Použité statistické metody**

Výnos a olejnatosť byly hodnoceny jednofaktorovou analýzou a analýzou rozptylu pomocí softwaru STATISTICA 12, metodou podle Tukeye.

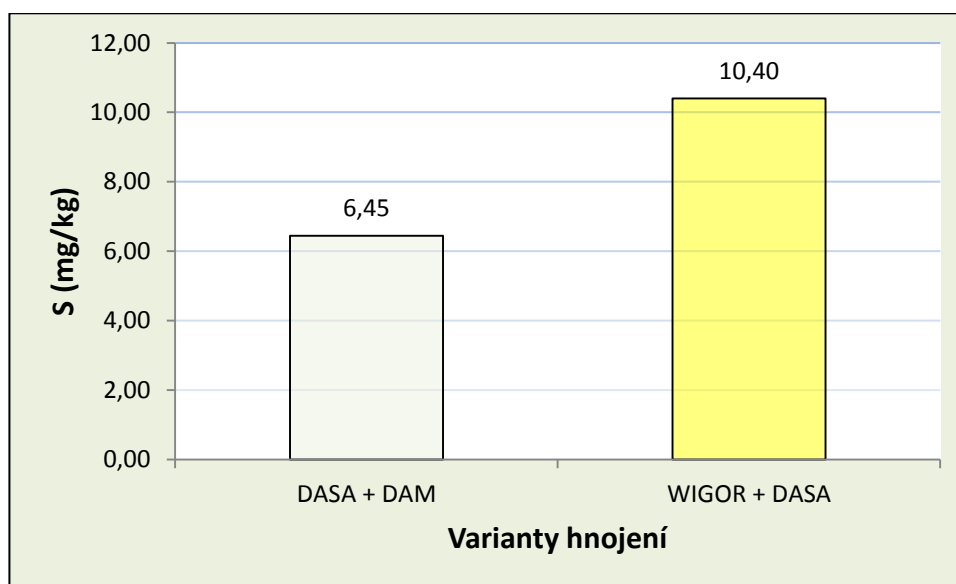


## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Obsah vodorozpustné síry v půdě

#### 5.1.1 Vliv podzimní aplikace elementární síry na obsah vodorozpustné síry v půdě v předjarním období

Graf číslo 5 zobrazuje vliv podzimní aplikace elementární síry na obsah vodorozpustné síry v půdě v předjarním období (18. února 2013).



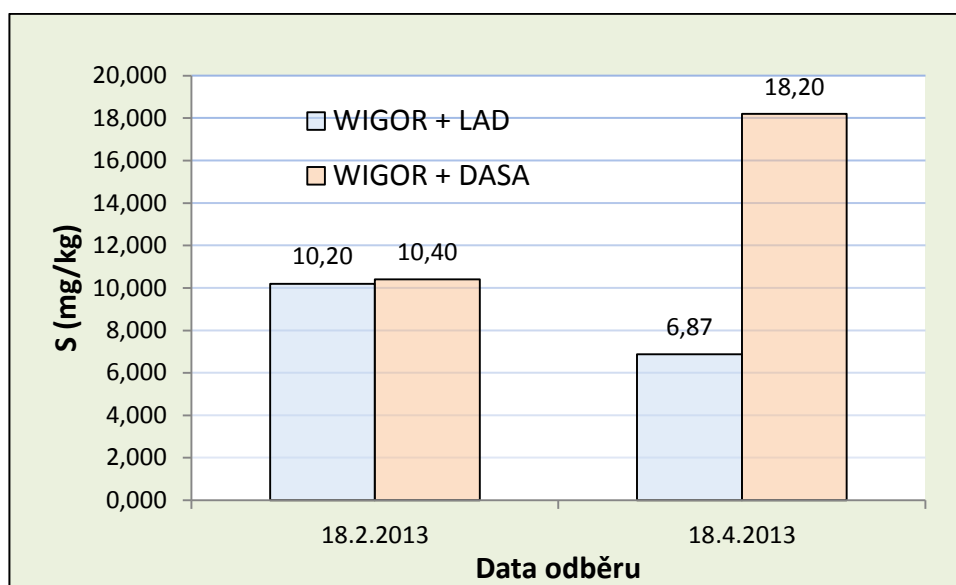
Graf 5 Vliv pozimní aplikace elementární síry na obsah vodorozpustní síry

U variant DASA + DAM, kde nebyla v podzimním období aplikována žádná síra bylo zjištěno 6,5 mg/kg síry. U varianty kde byla na podzim aplikována elementární síra v hnojivu WIGOR v dávce čisté síry 60 kg S na ha je patrný nárůst obsahu vodorozpustné síry na hodnotu 10,4 mg/kg. To svědčí o tom, že se elementární síra zoxidovala na sírany a stala se tak pro řepku přístupná. Pokusy s elementární a síranovou sírou prováděli EGRYSE *et al.* (2016), kteří porovnávali přístupnost jednotlivých variant síry v řepce v průběhu dvou let. Došli k závěru, že míra oxidace elementární síry je asi 0,03 % za den. Využití elementární síry u řepky v prvním roce je asi 20 %, u NP hnojiva s obsahem síranové síry je využitelnost 43 % díky přístupnější formě síry. Právě v tomto brzkém jarním období je pro správnou výživu řepky velice důležitý obsah síry v půdě a i její využití rostlinami je v tomto období nejvyšší (BARANYK *et FÁBRY*, 2007). Rychlost oxidace elementární síry v půdě závisí

především na velikosti částic. Velmi jemné částice elementární síry jsou oxidovány téměř okamžitě, zatímco větší částice jsou inertní. Vliv na rychlost oxidace mají i povětrnostní podmínky. Pokud je elementární síra jemně mletá a dobře promíchána s půdou a nastanou pro oxidaci ideální podmínky, je elementární síra oxidována téměř okamžitě a je stejně účinná jako síranová forma (BARRACLOUGH, 2006).

### 5.1.2 Vliv regeneračního hnojení síranovou sírou na obsah vodorozpustné síry v půdě

Graf číslo 6 zobrazuje obsah vodorozpustné síry v půdě u dvou variant ve dvou termínech (18. února 2013 a 18. dubna 2013).



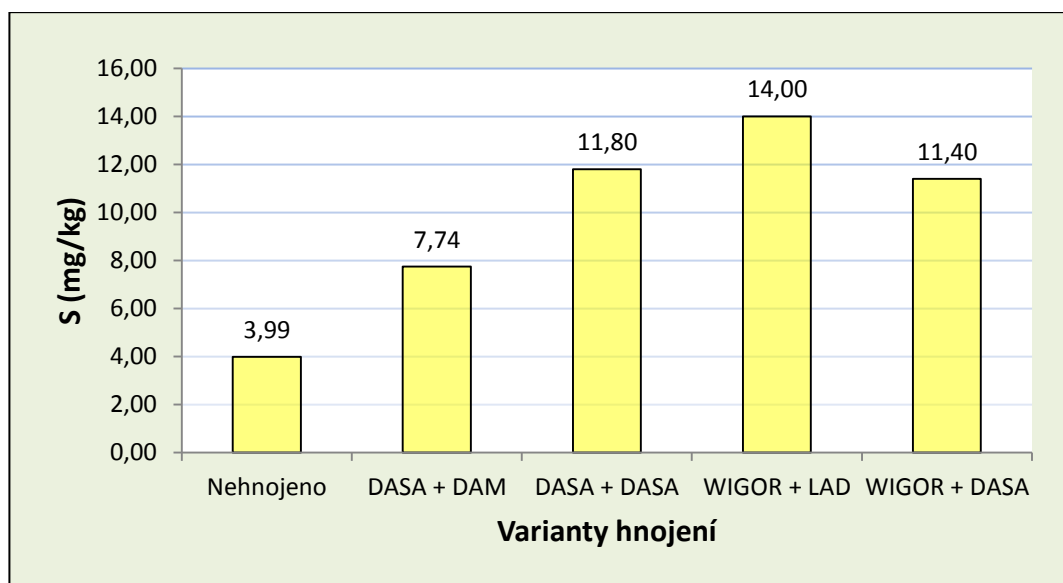
Graf 6 Obsah vodorozpustné síry

U varianty WIGOR + DASA došlo 6. 3. 2014 při regeneračním hnojení k aplikaci hnojiva DASA s obsahem síranové síry a u varianty WIGOR + LAD bylo aplikováno hnojivo LAD bez síry. Z hodnot odběru vzorků ze dne 18. dubna lze pozorovat očekávané zvýšení obsahu vodorozpustné síry u varianty WIGOR + DASA a snížení obsahu vodorozpustné síry u varianty WIGOR + LAD. Snížení obsahu síry u varianty WIGOR + LAD je způsobeno pravděpodobně z důvodu příjmu síry řepkou, nebo vyplavením síranů do spodních vrstev. FECENKO *et* LOŽEK (2000) uvádí, že hnojení průmyslovými hnojivy zvyšuje vyplavování síry z půdy. Síra se vyplavuje ve formě síranů v množství až 70 kg S na hektar a rok. S přihlédnutím na množství nadprůměrných srážek v zimním a brzkém jarním období, lze

předpokládat, že k nějakému vyplavení síry došlo. Pro jarní vegetaci řepky je vhodnější dodat síru na začátku jara, protože sírany se přes zimu mohou vyplavit do spodních vrstev a spolu s nimi se vyplaví i některé kationty (RŮŽEK *et al.*, 2013).

### 5.1.3 Obsah vodorozpustné síry v půdě

Graf 7 zobrazuje obsah vodorozpustné síry v půdě začátkem května 2014.

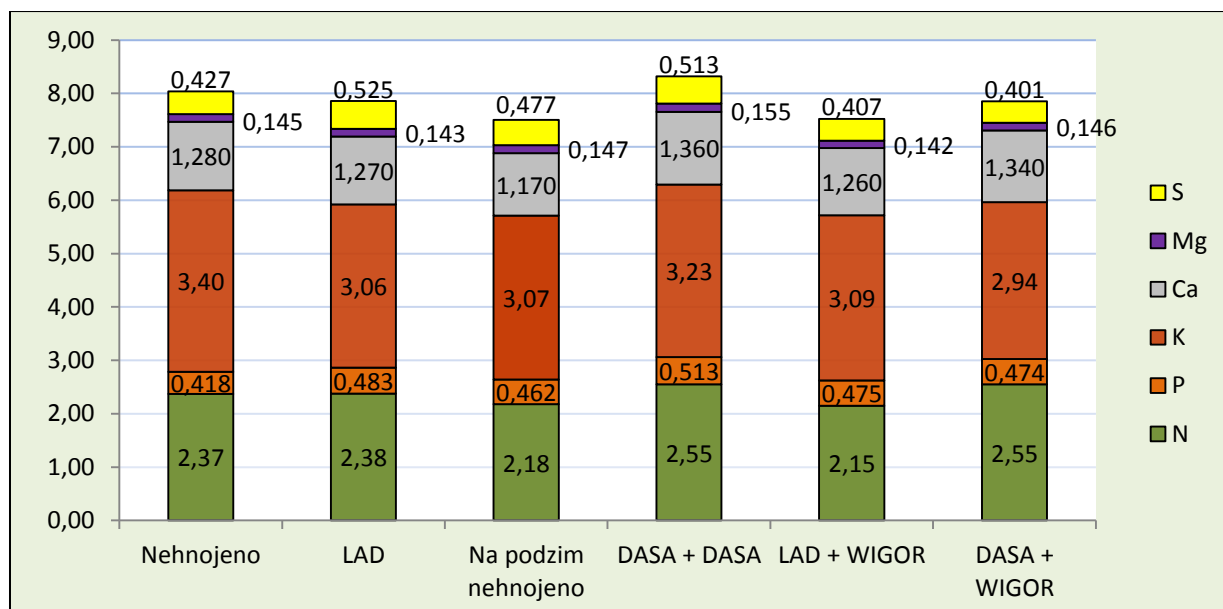


Graf 7 Obsah vodorozpustné síry v půdě 6. května 2014

Dle očekávání je nejmenší obsah vodorozpustné síry u nehnojené varianty. Nejvyšší obsah vodorozpustné síry v půdě je u varianty WIGOR + LAD, kde byla na podzim aplikována elementární síra. I když by se dalo očekávat, že vyšší obsah bude u varianty WIGOR + DASA, kde byla kromě podzimní aplikace elementární síry v hnojivu WIGOR aplikována ještě 4. dubna síra v hnojivu DASA. Tato skutečnost je zapříčiněna pravděpodobně vlivem nedostatečných srážek v období mezi aplikací hnojiva a stanovováním obsahu vodorozpustné síry v půdě. Bez dostatečných srážek nedojde k plnému rozpuštění hnojiva a vsaku do půdy. Nicméně porovnáme-li vliv podzimního hnojení elementární sírou a jarního hnojení síranovou sírou v obou letech, lze konstatovat, že vliv na obsah vodorozpustné síry v půdě má především množství a rozložení dešťových srážek.

## 5.2 Anorganické rozbory rostlin

V hospodářském roce 2013/2014 byly prováděny odběry rostlin ve fázi butonizace. Procentuální podíly jednotlivých živin v sušině řepky zobrazuje graf 8.



Graf 8 Procentuální zastoupení jednotlivých živin v sušině

Je patrné, že žádná z variant hnojení se výrazně neodlišuje od optimálního zastoupení jednotlivých prvků uvedených v tabulce 6. Nejvyššího zastoupení jednotlivých prvků dosáhla varianta DASA + DASA, druhého nejvyššího zastoupení pak nehnojená varianta. Obsah síry v rostlinách nekoresponduje s variantami hnojení, kde by se dalo očekávat, že u variant hnojených při podzimním a regeneračním hnojení sírou bude obsah síry v sušině u rostlin vyšší. Tato skutečnost je pravděpodobně zapříčiněno dostatečným množstvím vodorozpustné síry v půdním profilu i u variant, kde sírou hnojeno nebylo. VANĚK *et al.* (2007) uvádí, že hodnoty síry v sušině pod 0,4 % signalizují nedostatečné zásobení řepky sírou. Pod tuto hranici se však žádná z variant nedostala.

Tabulka 6 Optimální obsah živin v nadzemní biomase řepky ozimé pro fázi butonizace

(BEČKA *et al.*, 2007)

% prvků v sušině nadzemní hmoty					
N	P	K	Ca	Mg	S
4,90	0,50	3,60	1,90	0,18	0,60

### 5.3 Poměr dusíku a síry v rostlinné biomase

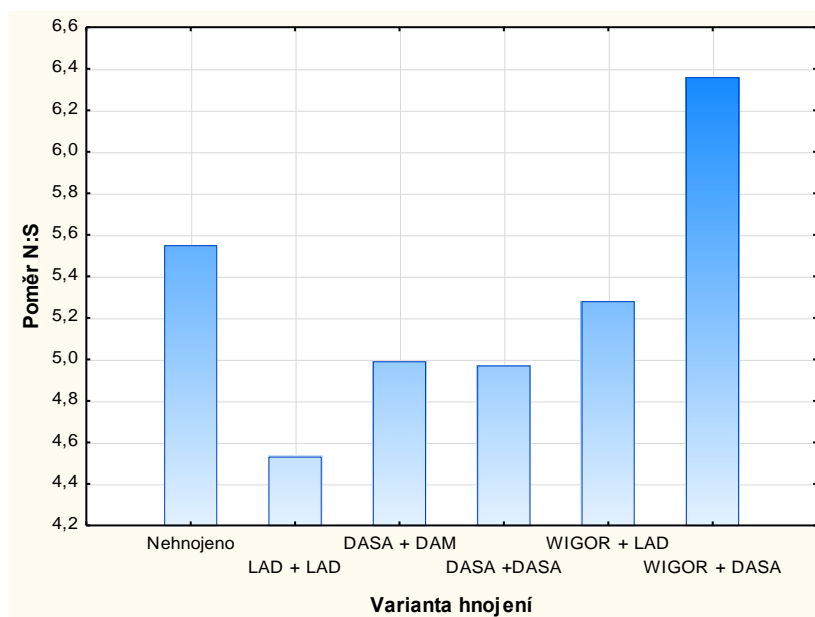
Ve fázi butonizace byl proveden odběr rostlin. Rostliny byly zváženy a stanovoval se u nich obsah dusíku a síry v sušině. V tabulce 7 je zobrazena hmotnost sušiny 1 rostliny, procentuální obsah síry a dusíku v sušině, hmotnost obou prvků v jednotlivých rostlinách a jejich poměrné zastoupení.

Tabulka 7 Hmotnost, podíl, váha a poměr dusíku a síry v sušině rostlin

Varianta	Hmotnost sušiny 1 rostliny (g)	% v sušině		mg v sušině		Poměr N:S
		N	S	N	S	
Nehnojeno	15,1	2,37	0,427	357,87	64,480	5,55:1
LAD + LAD	15,0	2,38	0,525	357,00	78,750	4,53:1
DASA + DAM	14,5	2,18	0,477	345,10	69,165	4,99:1
DASA +DASA	15,2	2,55	0,513	387,60	77,976	4,97:1
WIGOR + LAD	14,9	2,15	0,407	320,35	60,643	5,28:1
WIGOR + DASA	14,6	2,55	0,401	372,30	58,546	6,36:1

Nejlepší vypovídací hodnotu o výživném stavu rostlin sírou a dusíkem udává poměr dusíku a síry. MATULA (2007) uvádí, že poměr N:S nad 20:1 poukazuje na deficit síry. Hnojení sírou má vliv na lepší utilizaci dusíku, čímž se zvyšuje jeho využitelnost rostlinou a projevuje se snížením poměru N:S. Zároveň dochází i k lepšímu ekonomickému využití dusíkatého hnojiva. Nejužšího poměru dosáhla varianta LAD + LAD, kde nebyla aplikována žádná síra. Naopak nejširšího poměru varianta WIGOR + DASA, kde byla aplikována síra ve dvou termínech. Tyto překvapivé výsledky si lze pravděpodobně opět vysvětlit dostatečnou zásobeností půdního profilu sírou. Popřípadě jak uvádí MATULA (2007) mohlo dojít k selhání stanovení celkového dusíku a síry z důvodu vysokého a proměnlivého obsahu nemetabolizované síry v rostlinách v průběhu fenofází. Je proto pravděpodobné, že pokud bychom stanovovali poměr N:S v jiné vegetační fázi, mohly být výsledky naprosto odlišné. Například HŘIVNA (2010) ve svém tříletém pokusu potvrdil, že hnojení sírou se prokazatelně projevilo lepší utilizací dusíku v rostlinách a byl pozorován i vyšší výnos. K podobnému výsledku dospěli i JANKOWSKI *et al.* (2015), kdy po hnojení sírou došlo k výraznému snížení dusíku a vápníku v rostlině. Hnojení sírou také ovlivnilo obsah hlavních živin v semeni, kde došlo ke zvýšení obsahu všech hlavních makroživin kromě dusíku a fosforu. SARDA *et al.* (2014) navíc prokázali, že úroveň deficitu síry u řepky ovlivňuje metabolismus dusíku a vede k akumulaci nitrátů v pletivech. Vliv jednotlivých variant hnojení na poměr dusíku a síry

v rostlinné biomase zobrazuje graf 9.



Graf 9 Poměr dusíku a síry v rostlinné biomase

### 5.3 Výnos semene řepky ozimé

Analýza variance hodnot výnosu semene řepky ozimé je zobrazena v tabulce číslo 8. Průměrné hodnoty výnosu semene řepky a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye jsou zobrazeny v tabulce 9. Grafické znázornění výnosu semene v obou letech je v grafu 10.

Tabulka 8 Analýza variance hodnot výnosu semene řepky ozimé

Faktor	SČ	s. v.	PČ	Testované kritérium F	Vliv faktoru
<b>Ročník</b>	34,07	1	34,07	54,52	***
<b>Varianta hnojení</b>	2,94	5	0,59	0,94	NP
<b>Ročník*Varianta hnojení</b>	7,38	5	1,48	2,36	NP
<b>Chyba</b>	22,5	36	0,63		
<b>Celkem</b>	66,89	47			

Pozn.: SČ - součet čtverců, s. v. - stupně volnosti, PČ - průměrný čtverec, Vliv faktoru: \*\*\* – velmi vysoce významný, NP – statisticky neprůkazné

Analýza variance hodnot výnosu ukázala, že vliv ročníku je velmi vysoce významný. Vliv varianty hnojení a ročník\*varianta hnojení je statisticky neprůkazný.

Tabulka 9 Průměrné hodnoty výnosu semene řepky a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye

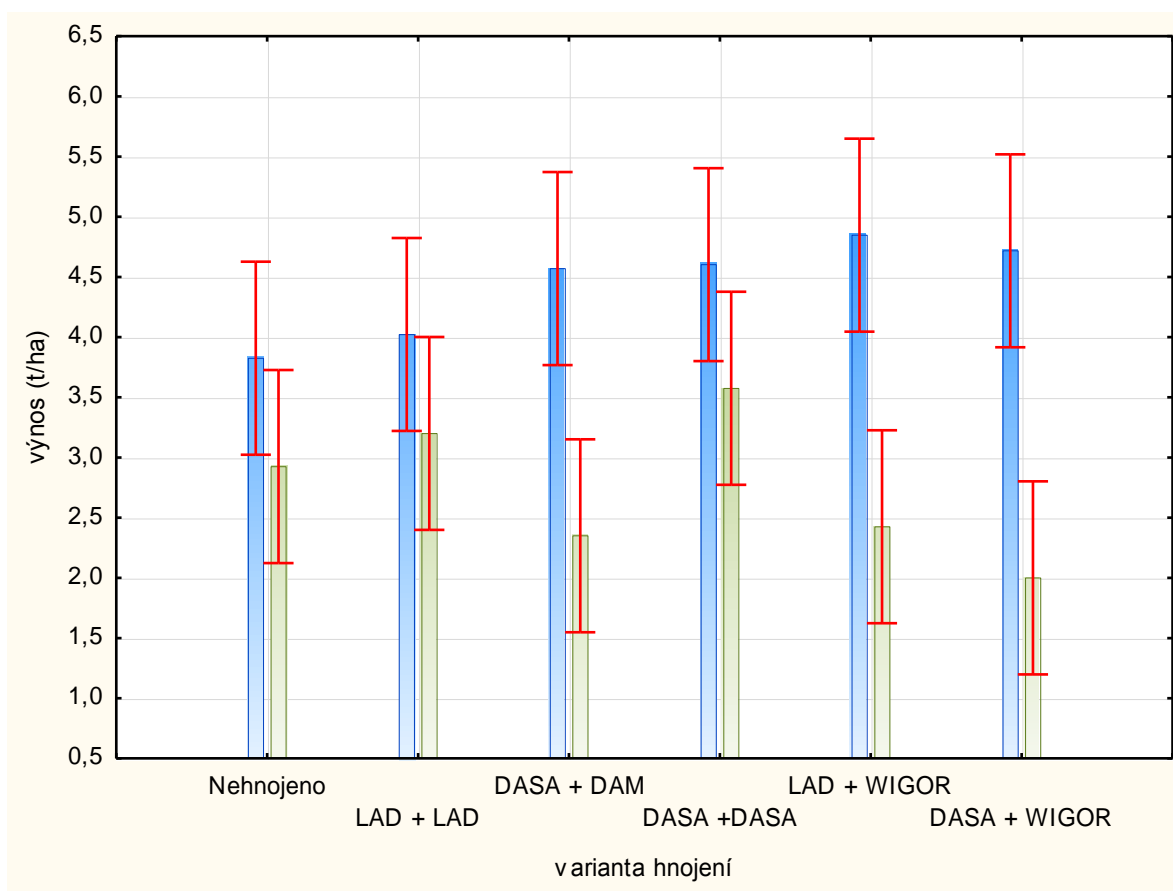
Faktor	Úroveň faktoru	n	Průměrný výnos (t/ha) ± s <sub>x</sub>	Statistická průkaznost	Vyjádření v relativních %
Rok	2013	24	4,43 ± 0,70	a	100
	2014	24	2,75 ± 0,97	b	62,08
Varianta hnojení	Nehnojeno	8	3,38 ± 1,14	a	100
	LAD + LAD	8	3,61 ± 0,91	a	106,80
	DASA +DAM	8	3,46 ± 1,28	a	102,37
	DASA + DASA	8	4,09 ± 1,06	a	121,01
	WIGOR + LAD	8	3,64 ± 1,43	a	107,69
	WIGOR + DASA	8	3,36 ± 1,48	a	99,41

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

Nejmenšího průměrného výnosu o hodnotě 3,36 t/ha dosáhla varianta WIGOR + DASA. Druhého nejmenšího výnosu pak nehnojená varianta. Nejvyššího průměrného výnosu s hodnotou 4,09 t/ha dosáhla varianta DASA + DASA, kde byla při regeneračním a I. produkčním hnojení aplikována síranová forma síry. Tato varianta měla o 21 % vyšší výnos než nehnojená varianta. Jednotlivé varianty hnojení neměly statisticky průkazný vliv na výnos semene. Neprůkazného výsledku po hnojení sírou dosáhli i KROUTIL *et* VAŠÁK (2007). Ti ve svém dvouletém pokusu neprokázali, že by hnojení sírou pozitivně ovlivnilo výnos semene. Pozitivní vliv na výnos po hnojení sírou však prokázali ZUKALOVÁ *et al.* (2000). Uvádějí, že výnos semene vzrůstal se stupňovitými dávkami síry a jako optimální dávku síry z hlediska produkční schopnosti řepky doporučují dávku 40 kg S na hektar. Stejný výsledek publikovali IMRAN *et al.* (2015), kteří po hnojení elementární sírou v dávce 45 kg S na hektar zaznamenali průkazný vliv na výnos a olejnatost semen řepky.

Mezi jednotlivými ročníky 2012/2013 a 2013/2014 jsou značné rozdíly v množství a rozložení srážek během roku. Především ročník 2013/2014 se vyznačoval dlouhotrvajícím srážkovým deficitem trvajícím od listopadu 2013 až do května 2014. Při tomto suchém období byla omezena rozpustnost hnojiv a pohyb živin v půdě včetně síry a dusíku a rostliny tak nemohly naplno využít potenciál hnojiv. ČERNÝ (2014) uvádí, že při aplikaci hnojiva na povrch půdy je hnojivo v tomto roce neúčinné - nerozpouští se vodou, ale dochází k jeho

degradaci půdní mikroflóry. Při aplikaci hnojiva na povrch půdy je tedy síra využitelná až u následné plodiny. BARANYK *et* FÁBRY (2007) ve své publikaci píše, že při nedostatku vláhy v období kvetení a dozrávání bývá příčinou redukce dvou významných výnosotvorných prvků – počtu semen v šesti a hmotnosti 1000 semen. Vzhledem k tomu, že optimální podmínky pro pěstování řepky jsou ve výšce kolem 500 m n. m. s průměrným ročním úhrnem srážek kolem 650 mm, je nutné počítat s tím, že na pozemcích v Žabčicích s nadmořskou výškou kolem 184 m n. m. a průměrným ročním úhrnem srážek 480 mm může docházet ke vzniku rizika vláhového deficitu. Významnou roli však také hraje rozložení srážek během roku.



Pozn.: ■ ročník 2013, ■ ročník 2014

Graf 10 Výnos semene řepky ozimé v letech 2013 a 2014



## 5.4 Olejnatost řepky ozimé

Olejnatost semen řepky ozimé byla stanovována v hospodářském roce 2013/2014. Analýza variance hodnot výnosu olejnatosti semen řepky ozimé je zobrazena v tabulce číslo 10. Jednotlivé rozdíly v olejnatosti jsou zobrazeny v tabulce 11 a jsou statisticky průkazné.

Tabulka 10 Analýza variance hodnot olejnatosti semen řepky ozimé

Faktor	SČ	s. v.	PČ	Testované kritérium F	Vliv faktoru
Varianta	42,86	5	8,57	10,01	*
Chyba	15,42	18	0,86		
Celkem	58,28	23			

Pozn.: SČ - součet čtverců, s. v. - stupně volnosti, PČ - průměrný čtverec, Vliv faktoru: \* – významný vliv

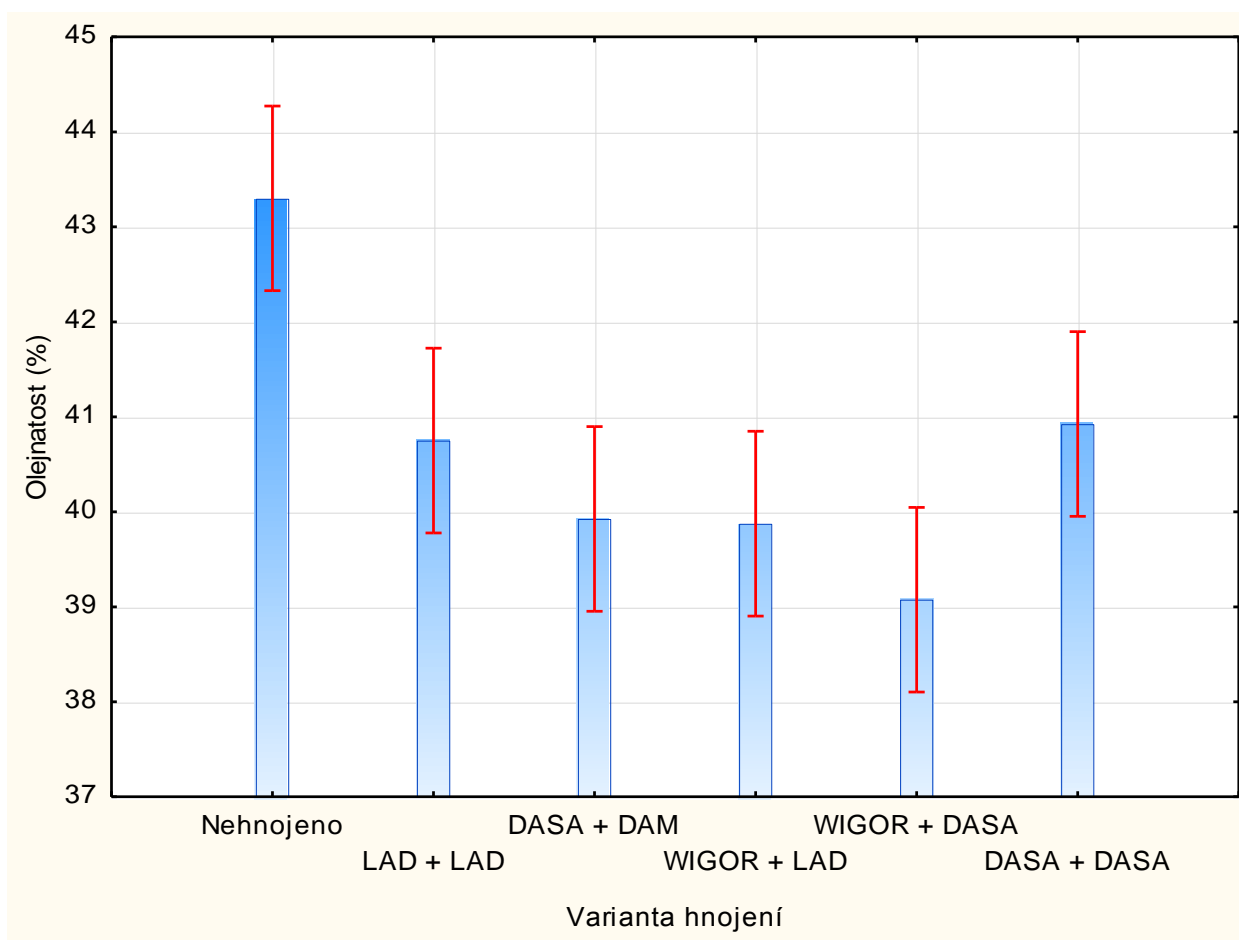
Hodnoty olejnatosti semen řepky jsou průkazné mezi nehnojenou variantou a všemi ostatními variantami. Nejmenší průměrnou olejnatost s průměrnou hodnotou 39,08 % vykazovala varianta WIGOR + DASA. Nejvyšší olejnatost vykazovala nehnojená varianta, která dosáhla průměrné olejnatosti 43,30 %. Podle normy ČSN 462300-2 je stanovena minimální olejnatost řepky ozimé na 42 %, vlhkost maximálně 8 %, obsah kyseliny erukové maximálně 2 %. Olejnatosti požadované normou by tedy splňovala pouze nehnojená varianta. Důvodem proč nehnojená varianta vykazovala nejvyšší obsah oleje v semeni může být kombinace ročníku a dostatečného množství živin v půdě, včetně dusíku a síry. Především přes zimní a v jarním období trpěla řepka deficitem vody a právě voda se stala limitní. Lze předpokládat, že v případě vyššího srážkového úhrnu v jarním období by výsledky olejnatosti semen řepky byly odlišné. Tuto teorii potvrzuje BALÍK *et al.* (1997), který uvádí, že stres z nedostatku vláhy u řepky vede ke snížení olejnatosti. Také ZUKALOVÁ *et al.* (2009) potvrzují, že olejnatost jako geneticky podmíněná vlastnost je nejvíce ovlivněná vlivem ročníku. Dále také uvádí, že se stoupající dávkou dusíku se zvyšuje také obsah bílkovin v semeni, ale klesá olejnatost. Při jarní aplikaci dusíku roste olejnatost do hranice 100-150 kg N na hektar a teprve potom se snižuje. Souběžně ale roste výnos, což přináší zvýšení výnosu tuku z hektaru. LUCAS *et al.* (2013) prováděli pokusy s různými úrovněmi hnojení dusíkem a sírou. Z jejich výsledků vyplývá, že hnojení dusíkem a sírou zvýšilo výnos semene řepky, aniž by se výrazně měnil obsah oleje a dusíkatých látek. Pokusy s hnojením sírou a jejím vlivem na olejnatost semen řepky prováděla i VARÉNYIOVÁ *et al.* (2015), kdy však v pokusech prokázali, že aplikace síry měla vysoce průkazný vliv na olejnatost semen řepky

ozimé. Lze tedy předpokládat, že největší vliv na olejnatost semen řepky má ročník, především množství a rozložení srážek. Dalšími faktory, které ovlivňují olejnatost semen jsou genetický předpoklad a výživa.

Tabulka 11 Průměrné hodnoty olejnatosti zrna a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye

Varianty	n	Průměrná olejnatost $\pm s_x$	Statistická průkaznost	Vyjádření v relativních %
<b>Nehnojeno</b>	4	43,30 $\pm$ 0,86	b	100
<b>LAD + LAD</b>	4	40,75 $\pm$ 0,55	a	94,11
<b>DASA + DAM</b>	4	39,93 $\pm$ 0,86	a	92,22
<b>DASA + DASA</b>	4	40,93 $\pm$ 0,73	a	94,53
<b>WIGOR + LAD</b>	4	39,88 $\pm$ 0,84	a	92,10
<b>WIGOR + DASA</b>	4	39,08 $\pm$ 1,45	a	90,25

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



Graf 11 Olejnatost semene řepky ozimé

## 6 ZÁVĚR

Na základě získaných výsledků dvouletého maloparcelkového polního pokusu lze vyvodit následující závěry:

- Podzimní hnojení elementární sírou, která byla aplikována v hnojivu WIGOR v dávce 60 kg S na ha se projevilo již 18. února zvýšením obsahu vodorozpustné síry v půdě v porovnání s variantou kde na podzim žádná síra aplikována nebyla. To svědčí o tom, že se elementární síra zoxidovala na sírany a stala se tak pro výživu řepky přístupnou, což je pro správný vývoj řepky v tomto brzkém jarním období velice důležité a i využití síry rostlinami je v tomto období nejvyšší.
- Regenerační hnojení řepky hnojivem DASA s obsahem síranové síry se projevilo zvýšením obsahu vodorozpustné síry v půdě. U varianty, kde při regeneračním hnojení nebylo sírou hnojeno naopak došlo ke snížení obsahu vodorozpustné síry v půdě z důvodu příjmu síry řepkou a vyplavením síranů do spodních vrstev půdy.
- Hnojení hnojivy s obsahem síry se pozitivně projevilo na obsahu vodorozpustné síry v půdě oproti nehnojené variantě. Nejvyšší obsah vodorozpustné síry v půdě byl zaznamenán u varianty WIGOR + LAD, kde byla na podzim aplikována síra.
- Při anorganických rozborech rostlin ve fázi butonizace nebylo zjištěno, že by se některá z variant hnojení výrazně odlišovala od optimálního zastoupení jednotlivých prvků v sušině. To je pravděpodobně způsobeno dostatečným a vyrovnaným množstvím živin v půdě.
- Z poměru mezi dusíkem a sírou v sušině rostlinné biomasy lze usoudit, že řepka netrpěla deficitem síry u žádné z variant a to ani u varianty kde síra aplikována nebyla. To je pravděpodobně způsobeno dobrou zásobou vodorozpustné síry v půdě.

- Výnos semene řepky ozimé je statisticky velmi vysoce významně ovlivněn ročníkem, zatímco jednotlivé varianty hnojení nemají na výnos statisticky průkazný vliv. Nejmenšího průměrného výnosu s hodnotou 3,36 t/ha dosáhla varianta WIGOR + DASA, nejvyššího pak varianta DASA + DASA, která vykazovala o 21 % vyšší výnos než nehnojená varianta
- Jednotlivé varianty hnojení měly statisticky průkazný vliv na olejnatost semen řepky. Statisticky nejnižší olejnatost byla u varianty WIGOR + DASA a nejvyšší naopak u nehnojené varianty. Z toho vyplývá, že zvýšené hnojení snižuje olejnatost. To je ale nejpravděpodobněji způsobeno stresem z nedostatku vláhy v jarním období. Olejnatost je tedy více ovlivněna povětrnostními podmínkami, než výživou, což potvrzuje i literatura.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ANDĚROVÁ, Alena. Zelená alternativním palivům v EU. *Enviweb* [online]. 2014 [cit. 2016-02-05]. ISSN 803-6686. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/archiv/99342/>
- [2] AXMAN, Petr. *Zemědělec: Vydrol musí z řepky co nejdříve pryč*. Profi Press, 2014, 22(33). ISSN 1211-3816.
- [3] BAIER, Jan a Věra BAIEROVÁ. *Abeceda výživy rostlin a hnojení*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).
- [4] BALÍK, Jiří, Jindřich ČERNÝ, Vlastimil MIKŠÍK a Pongsak YANG-YUEN. *Výživa a hnojení ozimé řepky dusíkem* [online]. 1997 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/118819/vyziva-a-hnojeni-ozime-repky-dusikem>
- [5] BALÍK, J., ČERNÝ, TLUSTOŠ, P. a NĚMEČEK R. (1997): Minerální a organický dusík v půdě [online]. [cit. 26-4-2016]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/118821>
- [6] BARRACLOUGH, Peter. *Elementární síra jako hnojivo pro méně náročné plodiny* [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://www.leadingfarmers.cz/library/?ix=10&link>
- [7] BARANYK, Petr. *Olejniny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2010, 206 s. ISBN 978-80-86726-38-0.
- [8] BARANYK, Petr a Andrej FÁBRY. *Řepka*. Praha: Profi Press, 2007. ISBN 978-80-86726-26-7.

- [9] BEČKA, David. *Řepka ozimá: pěstitelský rádce*. Vyd. 1. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, 2007, 56 s. ISBN 978-80-87111-05-5.
- [10] BEČKA, David, Jan VAŠÁK, Jiří ŠIMKA a Juraj BÉREŠ. *Úroda: Jarní doporučení pro hnojení řepky ozimé dusíkem*. Profi Press, 2014, 62(3).
- [11] BOHN, Hinrich L, Brian Lester MCNEAL a George A O'CONNOR. *Soil chemistry*. 2nd ed. New York: John Wiley, 1985. ISBN 04-718-2217-5.
- [12] BOUMA, David. *Zemědělec: Zdravý olej do kuchyně*. Praha: Profi Press, 2014, (30). ISSN 1211-3816.
- [13] ČERNÝ, Jindřich, Jiří BALÍK a Radek NĚMEČEK. Minerální a organický dusík v půdě. *Agris* [online]. 1997 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/118821/mineralni-a-organicky-dusik-v-pude>
- [14] ČERNÝ, Jindřich, Martin KULHÁNEK, Filip VAŠÁK, Šárka SHEJBALOVÁ a Jakub KOVÁŘÍK. *Zemědělec: Základní hnojení fosforem a draslíkem*. Profi Press, 2014, 22(28). ISSN 1211-3816.
- [15] ČERNÝ, Ladislav. *Možnosti ovlivnění výživného stavu jarního ječmene* [online]. ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. 2014 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: [http://konference.agrobiologie.cz/2014-01-27/13\\_Cerny\\_MOZNOSTI\\_OVLIVNENI\\_VYZIVNEHO\\_STAVU\\_JARNIHO\\_JECMENE.pdf](http://konference.agrobiologie.cz/2014-01-27/13_Cerny_MOZNOSTI_OVLIVNENI_VYZIVNEHO_STAVU_JARNIHO_JECMENE.pdf)
- [16] *Český hydrometeorologický ústav: Atmosférická depozice na území České republiky* [online]. 2015 [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/14groc/gr14cz/IX\\_depозice\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/14groc/gr14cz/IX_depозice_CZ.html)

- [17] Český statistický úřad: *Zemědělství - časové řady* [online]. [cit. 2016-03-29].  
Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/zem\\_cr](https://www.czso.cz/csu/czso/zem_cr)
- [18] DEGRYSE, F, B AJIBOYE, R BAIRD, R. C. da SILVA a M. J. MCLAUGHLIN.  
*Availability of fertiliser sulphate and elemental sulphur to canola in two consecutive crops*. ADELAIDE UNIVERSITY FERTILISER TECHNOLOGY RESEARCH CENTRE, SOIL SCIENCE GROUP, SCHOOL OF AGRICULTURE, FOOD AND WINE, THE UNIVERSITY OF ADELAIDE, PMB 1 WAITE CAMPUS, GLEN OSMOND, SA 5064, AUSTRALIA. Dordrecht: Springer, 2016. ISSN 0032-079X.
- [19] DEKALB, DK Exquisite [online]. 2016 [cit. 2016-03-27]. Dostupné z:  
[https://www.dekalb.cz/documents/81793/81973/DK\\_Exquisite.pdf](https://www.dekalb.cz/documents/81793/81973/DK_Exquisite.pdf)
- [20] Dusíkatá hnojiva: DASA. ADW [online]. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z:  
<http://www.adw.cz/cs/274-dusikata.aspx#DASA>
- [21] Dusíkatá hnojiva: DAM 390. YARA [online]. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z:  
[http://www.yaraagri.cz/fertilizer/products/main\\_field\\_fertilizer/nitrogen/uan.aspx](http://www.yaraagri.cz/fertilizer/products/main_field_fertilizer/nitrogen/uan.aspx)
- [22] FECENKO, Ján a Otto LOŽEK. *Výživa a hnojenie pol'ných plodín*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2000. ISBN 80-7137-777-5.
- [23] HRČKA, Pavol. *Roľnícke noviny: Produkčný systém Clearfield® - revolúcia v repke*. Profi Press, 2014, 10(24). ISSN 0231-6617.
- [24] HŘIVNA, Luděk. *Využití tuhých dusíkatých hnojiv se sírou ve výživě řepky* [online]. MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ. 2010, [cit. 2016-04-09]. Dostupné z:  
[http://konference.agrobiologie.cz/2010-12-09/09-Hrivna\\_VYUZITI\\_TUHYCH\\_DUSIKATYCH\\_HNOJIV\\_SE\\_SIROU\\_VE\\_VYZIVE\\_REPKY.pdf](http://konference.agrobiologie.cz/2010-12-09/09-Hrivna_VYUZITI_TUHYCH_DUSIKATYCH_HNOJIV_SE_SIROU_VE_VYZIVE_REPKY.pdf)
- [25] HŮLA, Josef, Zdeněk ABRHAM a František BAUER. *Zpracování půdy*. Vyd. 1. Praha: Brázda, 1997. ISBN 80-209-0265-1.

- [26] CHEMAPAGRO. Wigor S [online]. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z:  
<http://www.chemapagro.cz/pripravky/hnojivaostatni/wigor-s/>
- [27] IMRAN, A. A. KHAN, INMULLAH, Hayat ZADA, Fayaz AHMAD, S. T. SHAH, Amjad USMAN a IRFANULLAH. Yield and yield attributes of rapeseed cultivars as influence by sulfur level under Swat valley conditions. *International Society of Pure and Applied Biology*. 2015. ISSN 2304-2478.
- [28] JAKUBEC, Marek. *Roľnícke noviny: Sprievodca začínajúcich pestovateľov repky*. Profi Press, 2014, 10(25). ISSN 0231-6617.
- [29] JANKOWSKI, K. J., L. KJEWski, D. GROTH, M. SKWIERAWSKA a W. S. BUDZYNSKI. The effect of sulfur fertilization on macronutrient concentrations in the post-harvest biomass of rapeseed. *Journal of Elementology*. 2015, 20(3). ISSN 1644-2296.
- [30] JURSIK, Miroslav a Josef SOUKUP. Zásady regulace plevelů v ozimé řepce. *Agromanual* [online]. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012 [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/zasady-regulace-plevelu-v-ozime-repce.html>
- [31] KROUTIL, Petr a Jan VAŠÁK. *Řepka ozimá a různé dávky síry* [online]. 2007, , 4 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: [http://konference.agrobiologie.cz/2007-12-12/11\\_kroutil\\_vasak\\_repka\\_ozima\\_a\\_ruzne\\_davky\\_siry.pdf](http://konference.agrobiologie.cz/2007-12-12/11_kroutil_vasak_repka_ozima_a_ruzne_davky_siry.pdf)
- [32] KŘEPELKA, Václav. Optimalizace parametrů palivové soustavy při použití metylesteru řepkového oleje jako paliva: (metodika). Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1995.
- [33] KULHÁNEK, Martin, Jindřich ČERNÝ, Mikuláš MADARAS, Filip VAŠÁK a Jiří BALÍK. ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE, VÝZKUMNÝ ÚSTAV ROSTLINNÉ VÝROBY, V. V. I., PRAHA - RUZYŇ. *Úroda: Draslík - podceňovaný prvek ve výživě rostlin*. Profi Press, 2014, 62(3). ISSN 0139-6013.



- [34] KULHÁNEK, Martin, Jindřich ČERNÝ, Filip VAŠÁK, Šárka SHEJBALOVÁ a Jakub KOVÁŘÍK. 2014 *Zemědělec: Vápnění účinně snižuje kyselost půdy*. 22(28). ISSN 1211-3816.
- [35] KOUBOVÁ, Dana. Hnojení řepky mikroelementy. *Agronavigátor* [online]. 2005 [cit. 2016-03-27]. Dostupné z:  
<http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=38727>
- [36] LUCAS, F. T., E. L. M. COUTINHO, J. M. V. PAES a J. C. BARBOSA. Yield and quality of canola grains due to nitrogen and sulfur fertilization. *Semina: Ciências Agrarias*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2013, , 14. ISSN 1676-546X.
- [37] MADARAS, Mikuláš, Magdaléna KOUBOVÁ, Martin KULHÁNEK a Eva KUNZOVÁ. *Zásoby draslíku v půdě: jejich charakter a metody stanovení : (uplatněná certifikovaná metodika)*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2012. ISBN 978-80-7427-090-1.
- [38] MARSCHNER, Horst. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. London: Academic Press, 2002. ISBN 01-247-3543-6.
- [39] MATULA, Jiří. *Výživa a hnojení sírou*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2007. ISBN 978-80-87011-15-7.
- [40] MIKULKA, Jan. VÝZKUMNÝ ÚSTAV ROSTLINNÉ VÝROBY. *Úroda: Regulace výtvaru obilnin a pýru plazivého v ozimé řepce*. Profi Press, 2014, 62(8). ISSN 0139-6013.
- [41] MRÁZ, Jaroslav. AGRA GROUP. *Zemědělec: Vyrovnaná výživa řepky na podzim*. Profi Press, 2014, 22(32). ISSN 1211-3816.

- [42] NOVOTNÝ, František. *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd: jednotné pracovní postupy*. 2. vyd. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, Odbor odrůdového zkušebnictví, 2006. ISBN 80-865-4881-3.
- [43] PHILLIPS, Peter W a George G KHACHATOURIANS. *The biotechnology revolution in global agriculture: innovation, invention, and investment in the canola industry*. New York: CABI Pub., 2001, xi, 360 p. Biotechnology in agriculture series, 24. ISBN 0-85199-513-6.
- [44] PIERZYNSKI, Gary M, J SIMS a George F VANCE. *Soils and environmental quality*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2000. ISBN 08-493-0022-3.
- [45] RICHTER Rostislav. Síra v půdě [online]. 2007 [cit. 2016-02-22]. 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)
- [46] RŮŽEK, Pavel, Helena KUSÁ a Radek VAVERA. *ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ ŘEPKY A JEJÍ HNOJENÍ BĚHEM PODZIMNÍHO RŮSTU* [online]. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. v Praze – Ruzyni, , 5 [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <https://www.vurv.cz/sites/File/Repka%20na%20www%20VURV-srpen.pdf>
- [47] RYANT, Pavel a Rostislav RICHTER. *Nároky řepky na výživu* [online]. 2005 [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/hnojeni\\_plodin/html/olejniny/repka\\_ozima.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/olejniny/repka_ozima.htm)
- [48] RYANT, Pavel a Rostislav RICHTER. *Fosfor: Symptomy nedostatku a nadbytku fosforu* [online]. 2004b [cit. 2016-03-07]. 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)

- [49] RYANT, Pavel a Rostislav RICHTER. *Asimilace dusíku* [online]. 2004a [cit. 2016-03-08]. 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)
- [50] RYANT, Pavel a Rostislav RICHTER. *Symptomy nedostatku a nadbytku draslíku* [online]. 2004c [cit. 2016-03-08]. 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)
- [51] RYANT, Pavel a Rostislav RICHTER. Hořčík: Význam hořčíku. *Multimediální učební texty z výživy rostlin* [online]. 2004d [cit. 2016-03-13]. 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)
- [52] RYANT, Pavel a Jaroslav HLUŠEK. *Multimediální učební texty z výživy rostlin: minerální hnojiva - hořečnatá* [online]. 2004 [cit. 2016-03-13]. Dostupné z:  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/hnojiva/mineralni/horecnata.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/mineralni/horecnata.htm)
- [53] RYANT, Pavel a Rostislav RICHTER. *Multimediální učební texty z výživy rostlin: Symptomy nedostatku a nadbytku síry* [online]. 2004f [cit. 2016-03-14]. 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)
- [54] RYANT, Pavel a Rostislav RICHTER. *Multimediální učební texty z výživy rostlin: Síra (S)* [online]. 2004e [cit. 2016-03-18]. Dostupné z:  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/hnojeni\\_plodin/html/olejniny/a\\_index\\_olejniny.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/olejniny/a_index_olejniny.htm)

- [55] SARDA, X., S. DIQUELOU, M. ABDALLAH, N. NESI, O. CANTAT, P. le GOUEE, J. C. AVICE a A. OURRY. *Assessment of sulphur deficiency in commercial oilseed rape crops from plant analysis*. Cambridge University Press, 2014, 152(4). ISSN 0021-8596.
- [56] SCHWARZ, Otakar. Soubor map atmosférické depozice, překročení kritických zátěží síry a dusíku pro lesní ekosystémy a lišejníkové indikace imisní zátěže v KRNAP a CHKO Jizerské hory. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-67-0.
- [57] SIKORA, Karel. *Úroda: Ochrana hořčice a řepky proti plevelům v jarním období*. Profi Press, 2014, 62(1). ISSN 0139-6013.
- [58] SOUČEK, Jiří. *Oleochemie* [online]. 2016 [cit. 2016-02-05]. Dostupné z: <http://www.soucek.pro/jiri/odborne-aktivita/tukovy-prumysl/oleochemie/>
- [59] SVOBODOVÁ, Iva. *Situační a výhledová zpráva: Olejniny*. 2014. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-7434-189-2.
- [60] ŠKARPA, Petr. Moderní trendy v laboratorní výuce agrochemie a výživy rostlin: odborný kurz: další vzdělávání pedagogických pracovníků Středních odborných škol. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013. ISBN 978-80-7375-734-2.
- [61] ŠKARPA, Petr a Pavel RYANT. *The atlas of mineral fertilizers: Atlas minerálních hnojiv*. 1st edition. Brno: Mendel University in Brno, 2015. ISBN 9788075093684.
- [62] VANĚK, Václav, Jiří BALÍK, Daniela PAVLÍKOVÁ a Pavel TLUSTOŠ. *Výživa polních a zahradních plodin*. Praha: Profi Press, 2007. ISBN 978-80-86726-25-0.

- [63] VARÉNYIOVÁ, Mária, Ladislav DUCSAY a Peter BOKOR. *Vplyv zvyšujúcich sa dávok síry na výšku úrody a obsah oleja v semene kapusty repkovej pravej* [online]. SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE. 2015, 4 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: [http://konference.agrobiologie.cz/2015-12-10/12\\_Varenyiova\\_Ducsay\\_Bokor\\_VPLYV\\_ZVYSUJUCICH\\_SA\\_DAVOK\\_SIRY\\_NA\\_VYSKU\\_URODY\\_A\\_OBSAH\\_OLEJA\\_V\\_SEMENE\\_KAPUSTY\\_REPKOVEJ.pdf](http://konference.agrobiologie.cz/2015-12-10/12_Varenyiova_Ducsay_Bokor_VPLYV_ZVYSUJUCICH_SA_DAVOK_SIRY_NA_VYSKU_URODY_A_OBSAH_OLEJA_V_SEMENE_KAPUSTY_REPKOVEJ.pdf)
- [64] VAŠÁK, Jan. *Řepka*. Praha: Agrospoj, 2000, 321 s. ISBN 80-239-4236-0.
- [65] VAŠÁK, Jan a David BEČKA. *Zemědělec: Příprava ke sklizni vybraných olejnin*. Profi Press, 2014, 22(19). ISSN 1211-3816.
- [66] VRBOVSKÝ, Viktor a Lenka ENDLOVÁ. VÝZKUMNÝ ÚSTAV OLEJNIN OPAVA. *Kvalitativní parametry sledované při šlechtění řepky olejky: Anatomie a složení řepkového semene*. Profi Press, 2014, 62(8). ISSN 0139-6013.
- [67] WARD, John, Bill BASFORD, John HOWKINS a Mike HOLLIDAY. *Oilseed rape*. Ipswich: Farming Press, 1985. ISBN 08-523-6155-6.
- [68] ZBÍRAL, Jiří. *Analýza půd: jednotné pracovní postupy*. Vyd. 2., přeprac. a rozš. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2002. ISBN 80-865-4815-5.
- [69] ZBÍRAL, J., E. OBDRŽÁLKOVÁ a M. SMATANOVÁ. ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ. Bulletin Národní referenční laboratoře XVI 2012/1: Optimalizace a širší využití metody Mehlich 3 v systému agrochemického zkoušení půd, Část 1. Optimalizace stanovení P a S metodou Mehlich 3. 2012. ISSN 1801-9196.
- [70] ZELENÝ, František a Eva ZELENÁ. *Síra a její potřeba pro výživu rostlin: (studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. Studijní informace. ISBN 80-861-5362-2.

- [71] ZIMOLKA, Josef. *Speciální produkce rostlinná - rostlinná výroba: (polní a zahradní plodiny, základy pícninářství)*. 2. nezměn. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-230-9.
- [72] ZUKALOVÁ, Helena, David BEČKA a Jan VAŠÁK. *Kvalita řepky v roce 2009* [online]. ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. 2009 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: [http://konference.agrobiologie.cz/2009-12-10/12-zukalova-becka-vasak\\_kvalita\\_repky\\_v\\_roce\\_2009.pdf](http://konference.agrobiologie.cz/2009-12-10/12-zukalova-becka-vasak_kvalita_repky_v_roce_2009.pdf)
- [73] ZUKALOVÁ, H., J. MATULA a J. VAŠÁK. *Růst, výnos a kvalita ozimé řepky ve vztahu k požadavkům na síru* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: [http://www.agris.cz/zemedelstvi?id\\_a=107626](http://www.agris.cz/zemedelstvi?id_a=107626)
- [74] ZUKALOVÁ, H. a J. VAŠÁK. *Kvalita řepky, šrotů a pokrutin. Úroda* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita Praha – Suchdol, 2001 [cit. 2016-02-05]. Dostupné z: <http://uroda.cz/kvalita-repky-srotu-a-pokrutin/>

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Depozice síry na území ČR v roce 2014 (ČHMÚ, 2015)	27
Obrázek 2 Proces sulfurikace (RICHTER, 2007)	28
Obrázek 3 Koloběh síry v přírodě (FECENKO <i>et</i> LOŽEK, 2000)	29
Obrázek 4 Deficit síry na listech řepky ozimé (RYANT <i>et</i> RICHTER, 2004f)	30
Obrázek 5 Pokus s řepkou pod jarním sněhem (31. 3. 2013)	36
Obrázek 6 Konec květu řepky (10. 5. 2013)	37
Obrázek 7 Sklizeň řepky (22. 7. 2013)	37

## 9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Hodnocení obsahu vodorozpustné síry v půdě	31
Tabulka 2 Agrochemické vlastnosti půdy před založením porostu	35
Tabulka 3 Ošetření porostu během vegetace v hospodářském roce 2012/2013	36
Tabulka 4 Ošetření porostu během vegetace v hospodářském roce 2013/2014	38
Tabulka 5 – Varianty, hnojiva a dávky síry a dusíku	38
Tabulka 6 – Optimální obsah živin v nadzemní biomase řepky ozimé (BARANYK, 2007)	44
Tabulka 7 – Hmotnost, podíl, váha a poměr dusíku a síry v sušině rostlin	45
Tabulka 8 Analýza variance hodnot výnosu semene řepky ozimé	46
Tabulka 9 Průměrné hodnoty výnosu semene a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye	47
Tabulka 10 Analýza variance hodnot olejnatosti semen řepky ozimé	49
Tabulka 11 Průměrné hodnoty olejnatosti zrna a průkaznost jejich rozdílů podle Tukeye	50



## 10 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Klimadiagram normálu 1961 - 1990 Žabčice	33
Graf 2 Průběh teplot a srážek v roce 2012	34
Graf 3 Průběh teplot a srážek v roce 2013	34
Graf 4 Průběh teplot a srážek v roce 2014	35
Graf 5 Vliv pozimní aplikace elementární síry na obsah vodorozpustní síry	41
Graf 6 Obsah vodorozpustné síry	42
Graf 7 Obsah vodorozpustné síry v půdě 6. května 2014	43
Graf 8 Procentuální zastoupení jednotlivých živin v sušině	44
Graf 9 Poměr dusíku a síry v rostlinné biomase	46
Graf 10 Výnos semene řepky ozimé v letech 2013 a 2014	48
Graf 11 Olejnatost semene řepky ozimé	50