

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



Vliv podzimního hnojení dusíkem na růstové a výnosové ukazatele řepky ozimé (*Brassica napus* L.)

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Ondřej Průša**

**Obor studia: Výživa a ochrana rostlin**

**Vedoucí práce: Ing. David Bečka, Ph.D.**

© 2017 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Podzimní hnojení ozimé řepky (*Brassica napus* L.) dusíkem" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucím práce Ing. Davidu Bečkovi, Ph. D. za odborné vedení bakalářské a diplomové práce, za cenné rady a připomínky, vstřícný přístup a zájem o mou práci.

# Vliv podzimního hnojení dusíkem na růstové a výnosové ukazatele řepky ozimé (*Brassica napus* L.)

## Souhrn

Řepka olejka (*Brassica napus* L.) je ve světě významnou olejninou z hlediska olejnatosti semen je řepka třetí nejolejnatější plodinou z olejnin za palmou olejnou a sójou luštinatou. Z hlediska osevní lochy je řepky olejka druhou nepřestovanější olejninou na světě za sójou luštinatou. V České republice se ročně zaseje kole 400 tis ha řepky olejky. V roce 2016 bylo oseto 392 991 ha v osevních postupech. Řepka byla zastoupena v osevních postupech z 16 % celkové osevní plochy.

Cílem této práce je zhodnocení vlivu aplikace stupňovitých dávek dusíku (0, 40, 80 a 120 kg N/ha) v hnojivu UREASTabil a různých dusíkatých hnojiv (Ensin, LAV, DAM, močovina, UREASTabil a Sulfammo 23) v jednotné dávce 40 kg N/ha aplikovaných poslední dekádě října na výnos semen řepky. Pokusy byly založeny na Výzkumné stanici Červený Újezd v ročníkách 2013/14 – 2015/2016. Hnojení proběhlo poslední dekádě října. V rámci pokusů jsme sledovali znaky: hmotnost sušiny kořenů a nadzemní biomasy, obsah minerálního dusíku v půdě ( $N_{\min}$ ), výnos a olejnatost semen řepky olejky. Pro pokusy byla zvolena hybridní odrůda řepky olejné DK Exstorm.

V podzimní části vegetace byl vyhodnocen vliv stupňovitých dávek dusíku a vliv různých dusíkatých hnojiv jako tříletý průměr za období 2013/2014 – 2015/2016. Při aplikaci stupňovitých dávek dusíku (0, 40, 80, 120 kg N/ha) a různých dusíkatých hnojiv se sledoval i obsah minerálního dusíku v půdě ( $N_{\min}$ ), rovněž jako tříletý průměr za roky 2013 – 2016. Při vyhodnocování stupňovitých dávek dusíku byl zjištěn největší nárůst nadzemí biomasy i kořene u varianty hnojené 40 kg N/ha v hnojivu UREASTabil. Varianta hnojená 120 kg N/ha inhiboval růst kořenů, kde byla hmotnost sušiny nižší než nehnojená kontrola. Varianty 120 kg N/ha byla zjištěna nejvyšší hodnota  $N_{\min}$  na podzim. Z hlediska hnojiv byl růst nadzemní biomasy zjištěn po aplikaci 40 kg N/ha močoviny, ovšem růst kořenů byl zjištěn varianty hnojené hnojivem LAV o dávce 40 kg N/ha.

Po jarních odběrech bylo zřejmé, že v pokusu se stupňovitými dávkami dusíku, který byl rovněž vyhodnocený jak průměr z ročníků 2013/2014 – 2015/2016 nejvíce podpořilo růst nadzemní biomasy i kořenů v průběhu zimy varianta hnojená na podzim 120 kg N/ha hnojivem UREASTabil. Ovšem nejvyšší využitelnost dusíku přes zimu byla zjištěna u varianty, kde byla aplikována dávka 40 kg N/ha hnojiva UREASTabil přibližně 70 %. Z aplikovaných dusíkatých hnojiv na podzim byl zjištěn největší vliv během zimy v nárůstu

nadzemní biomasy a kořenů zjištěn u hnojiv močovina a LAV, kde byly využitelnost  $N_{\min}$  u močoviny 49 % a LAVu 34 %. Nejvyšší využitelnost byla během zimy u hnojiva UREAstabil o dávce 40 kg N/ ha přibližně 70 %.

Z hlediska výnosů semen řepky byly hodnoceny samotné ročníky, ale i průměrný výnos za ročníky 2013/2014 – 2015/2016. Nejvyšší semen u stupňovitých dávek dusíku byl zjištěn u varianty hnojené 120 kg N/ha, kde byl výnos navýšen oproti nehnojené kontrole (100 %) o 16 %. Významné navýšení výnosu semen bylo zjištěno u varianty, na kterou bylo aplikováno 40 kg N/ha, kde činilo navýšení výnosu o 9 %. U pokusu s různými dusíkatými hnojivy nejvíce zvýšila výnos semen varianta hnojená hnojivem UREAstabil a to o 9 % oproti nehnojené kontrole (100 %). Nejnižší nárůst výnosu byl zjištěn u hnojiva LAV, kde činil rozdíl oproti nehnojené odrole 100 kg, což je navýšení o 2 %.

Ekonomické vyhodnocení bylo hodnoceno za ročníky 2013/2014 – 2015/2016. V případě stupňovitých dávek dusíku nedošlo ke ztrátě u žádné ze zkoušených variant. Nejvyšší ekonomický přínos byl zjištěn u varianty hnojené 120 kg N/ ha a zisk činil 7 139 Kč/ha. Významný ekonomický přínos byl také u varianty 40 kg N/ha, kde zisk činil 4 970 Kč/ha. U zkoumaných dusíkatých hnojiv byl nevyšší ekonomický přínos zjištěn u hnojiva UREAstabil a to se ziskem 4 970 Kč/ha. Hnojiva Ensin, DAM a Močovina dosáhly zisku od 2 099 do 2 891 Kč/ha.

**Klíčová slova:** řepka ozimá, podzimní hnojení, dávky dusíku, formy hnojiv, kořeny, výnos

# Effect of autumn nitrogen fertilization on growth and yield indicators of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.)

## Summary

In the world rapeseed is significant oilseed from the point of view of oiliness of seeds. Rapeseed is the third most oiled crop of oilseed after palm oil and soybean. According to sown area is rapeseed the second most grown oilseed in the world after soybean. Yearly in the Czech Republic is sown around 400 thousand ha of rapeseed. In 2016 was sown 392 991 ha in sown areas. Rapeseed was represented in sown areas by 16% of total sown area.

The aim of this work is to evaluate the influence of application of stepped doses of nitrogen (0, 40, 80 and 120 kg N/ha) in manure UREAstabil and another nitrogenous manures (Ensin, LAV, DAM, urea, UREAstabil and Sulfammo 23) in united dose 40 kg N/ha applied on rapeseed yield in the last decade of October. Attempts was based on research station Červený Újezd in the years 2013/14 – 2015/2016. Manuring took place in the last decade of October. Within the tries we were watched characters: weight of dry matter of roots and over ground biomass, content of mineral nitrogen in the soil ( $N_{\min}$ ), yield and oiliness of rapeseed. For attempts was elected hybrid species of rapeseed DK Exstorm.

In the autumn part of vegetation was evaluated the influence of stepped doses of nitrogen and another nitrogenous manures as the three-year average for the period 2013/2014 – 2015/2016. During application of stepped doses of nitrogen (0, 40, 80, 120 kg N/ha) and another nitrogenous manures was watched content of mineral nitrogen in the soil ( $N_{\min}$ ), also as the three-year average for the period 2013 – 2016. Within evaluation of stepped doses of nitrogen was found out the greatest increase of over ground biomass and root at variant manured by 40 kg N/ha in manure UREAstabil. The variant manured by 120 kg N/ha inhibited root growth where the weight of dry matter was lower than unfertilized control. At variant 120 kg N/ha was found out the greatest value  $N_{\min}$  in autumn. According to manures was growth of over ground biomass found out after the application 40 kg N/ha of urea. Although the growth of roots was found out at variant manured by manure LAV with 40 kg N/ha of dose.

After spring collection plant was in experiment with stepped doses of nitrogen, which diameter for years 2013/2014/ - 2015/2016 most supported growth rise above ground biomass and roots variant fertilised 120 kg N/hectar in fertilizer UREAstabil. Biggest efficiency of nitrogen founded, where dose fertilizer 40 kg N/hectar UREAstabil about 70 %. From

applied various fertilizer on autumn founded biggest effect rise above ground biomass at fertilizers urea and LAV, where efficiency of nitrogen in soil  $N_{min}$  founded at urea 49 % and at LAV 34 %. Biggest founded Applicability as efficiency of nitrogen in soil at fertilizer UREAstabil in dose 40 kg N/ha/hectar about 70 %.

Yield of oilseed rape were evaluated per single years and also the average yield for years 2013/2014 – 2015/2016. Biggest yield was recognized by stepped doses of nitrogen of dosage of 120 kg N/hectares, In comparison with unfertilized control (100 %) yield increased by 16 %. Significant increase of yield was founded at variant fertilized with 40 kg N/hectare. In comparison with unfertilized control (100 %) yield increased by 9 %. In experiment with various fertilizers yield was found bigger by 9 % by usage of fertilizer UREAstabil than by the unfertilized control (100 %). Lowest yield was founded at variant fertilized with fertilizer LAV. By this variant yield was bigger than unfertilized control (100 %) by 2 %.

Economically was evaluated average for years 2013/2014/ - 2015/2016. In experiment with stepped doses of nitrogen was not found any financial loss. Biggest economic benefit was found by variant fertilized with 120 kg N/hectare, where the benefit was 7 139 CZK/hectare. Significant economic benefit 4 970 CZK/hectare was recorded by variant fertilized with application of 40 kg N/ha. In experiment with various fertilizers was founded economic benefit 4 970 CZK/hectare by fertilizer UREAstabil. Fertilizers Ensin, DAM and Urea reached economical from 2 099 to 2 891 CZK/hectare.

**Keywords:** winter rape, autumn fertilization, nitrogen dose, form of fertilizers, roots, yield

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Řepka olejka .....</b>	<b>3</b>
3.1.1	Pěstování v ČR.....	3
3.1.2	Pěstování ve světě .....	3
3.1.3	Zastoupení v osevních postupech.....	4
3.1.4	Využití.....	4
3.1.5	Původ a historie pěstování .....	7
3.1.6	Biologie.....	8
3.1.7	Požadavky na prostředí .....	11
3.1.8	Růst a vývoj.....	11
3.1.9	Prvky výnosu řepky olejky.....	12
<b>3.2</b>	<b>Dusík.....</b>	<b>13</b>
3.2.1	Význam dusíku.....	13
3.2.2	Dusík pro rostliny.....	13
3.2.3	Využití dusíku z dusíkatých hnojiv .....	14
3.2.4	Koloběh dusíku .....	15
3.2.5	Nitrátová směrnice .....	17
<b>3.3</b>	<b>Hnojení řepky olejné.....</b>	<b>23</b>
3.3.1	Náročnost řepky olejné na živiny.....	23
3.3.2	Hnojení řepky dusíkem .....	24
<b>4</b>	<b>Materiál a metody .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>Popis pokusného stanoviště.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2</b>	<b>Popis pokusů.....</b>	<b>26</b>
<b>4.3</b>	<b>Varianty pokusů.....</b>	<b>27</b>
<b>4.4</b>	<b>Průběh počasí 2013/2014 .....</b>	<b>28</b>



4.5	Průběh počasí 2014/2015 .....	29
4.6	Průběh počasí 2015/2016 .....	30
4.7	Technologie pěstování.....	32
4.8	Popis hnojiv .....	33
4.9	Odběry a měření.....	34
5	Výsledky.....	36
5.1	Výsledky podzimního odběru rostlin .....	36
5.2	Výsledky jarního odběru rostlin .....	38
5.3	Výnos semen .....	41
5.3.1	Výnos semen 2013/2014 .....	41
5.3.2	Výnos semen 2014/2015 .....	42
5.3.3	Výnos semen 2015/2016 .....	44
5.3.4	Výnos semen tříletý průměr z ročníků 2013/2014 – 2015/2015 .....	45
5.4	Olejnatost semen .....	46
5.5	Ekonomické zhodnocení .....	48
5.6	Celkové výsledky .....	49
6	Diskuse .....	51
6.1	Vliv podzimního hnojení na výnos rostlin .....	51
6.2	Využití hnojiva UREAstabil k podzimnímu hnojení řepky dusíkem .....	52
6.3	Vliv hnojení dusíkem na olejnatost semen řepky olejky .....	53
7	Závěr .....	54
8	Seznam literatury .....	55
9	Přílohy.....	62
9.1	Meteorologická část příloh .....	62
9.2	Vyhodnocení jednotlivých odběrů dle ročníku a ekonomické vyhodnocení každého ročníku .....	62
9.3	Statistické vyhodnocení výsledků .....	62
9.4	Fotografická příloha .....	64

# 1 Úvod

Řepka olejná (*Brassica napul* L.) je celosvětově druhou nejpěstovanější plodinou z hlediska osevní plochy a třetí neolejnatější olejninou za palmou olejnou a sójou luštinatou. V České republice je řepka olejná nejpěstovanější olejninou. V roce 2016 bylo oseto 392 991 ha, přičemž výnos se pohybuje podle ročníku mezi 3 a 4 t/ha. Řepka má široké použití od potravinářství přes kosmetický průmysl až po energetické účely, zejména pro výrobu metylesteru (MEŘO), který zaujímá 38 % z celkové produkce v České republice v roce 2015 (ČSÚ, 2015). Řepka se i v některých podnicích stala ekonomickou plodinou, mimo jiné má i funkci přerušovače mezi dvěma obilovinami (Baranyk a kol., 2007).

Dusík je jeden z nejdůležitějších prvků v přírodě i v koloběhu živin (Polaco and Todd, 2011). Dusík je nepostradatelný pro rostliny i všechny živé organismy. Dále je také jedním ze základních stavebních prvků, zejména bílkovin (Vaněk a kol., 2012). Zásadní úloha dusíku je spojená s udržitelným rozvojem, tím že stimuluje růst rostlin (Polaco and Todd, 2011).

Podzimní hnojení dusíkem je jeden z faktorů, kterými lze zvýšit výnos semen řepky olejné i ekonomický zisk. Podzimní hnojení dusíkem má také příznivý vliv na přezimování rostlin, zvláště při teplém průběhu zimy. Podzimní hnojení dusíkem má také příznivý vliv na jaře při regeneraci řepky, zvláště při jarním přísušku. Nadzemní část řepky roste do teploty půdy 5 °C a kořeny jsou schopny růst při teplotě půdy 2°C (Vašák a Růžek, 2014). V podzimní části vegetace řepky odčerpá 84 kg dusíku (Černý a kol., 2015).

## 2 Cíl práce

Cílem diplomové práce je zhodnocení výnosu semen řepky ozimé v závislosti na podzimních dávkách dusíku v hnojivu UREAstabil (0,40.80 a 12 kg N/ha) a různých dusíkatých hnojiv (UREAstabil, močovina, Dam, Sulfammo 23 a Ensin).

### **Dílčí cíle:**

- 1) Hmotnost sušiny kořenů na podzim a na jaře a jejich nárůst v závislosti na dávkách dusíku a různých dusíkatých hnojiv.
- 2) Obsah minerálního dusíku v půdě ( $N_{\min}$ ) na podzim i na jaře v závislosti na různých dávkách dusíku a dusíkatých hnojiv.
- 3) Výnos semen v závislosti na podzimním hnojení různými dávkami dusíku a různými dusíkatými hnojivy.

### **Vědecké hypotézy**

Hypotéza 1: Podzimní hnojení dusíkem zvyšuje výnos řepky ozimé a je ekonomicky efektivní.

Hypotéza 2: Optimální dávka dusíku aplikovaného na podzim z pohledu výnosu semen a ekonomiky je 40 kg N/ha.

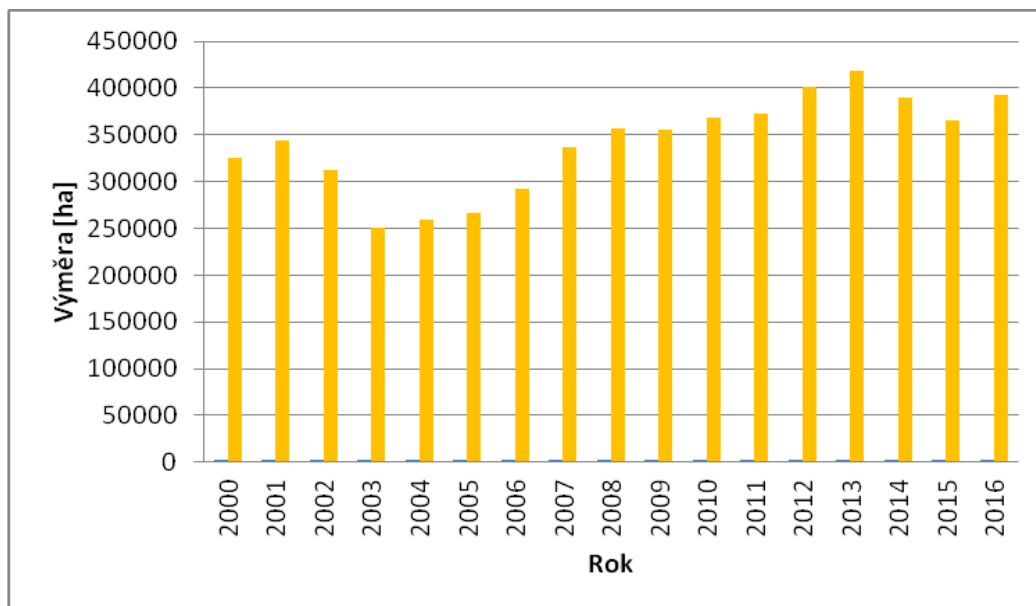
## 3 Literární rešerše

### 3.1 Řepka olejka

#### 3.1.1 Pěstování v ČR

Řepka olejka je v ČR nejpěstovanější olejninou, zaujímá 82 % z celkové výměry olejnin (MZe, 2015). V roce 2016 bylo oseto řepkou 392 991 ha a došlo ke zvýšení osevních ploch řepky olejné oproti roku 2015 o 26 811 ha, jedná se o zvýšení o 7 %. V osevních postupech v roce 2016/2017 zaujímá 16 % (ČSÚ, 2017). V roce 2015/2016 byl výnos řepky olejné 3,46 t semen/ha (ČSÚ, 2017), došlo ke zvýšení výnosu oproti roku 2014/2015 o 0,42 t semen/ha, což je zvýšení výnosu o 13 % (MZe, 2015).

**Graf č. 1: Výměra řepky olejné v České republice v letech 2000 - 2016**



Zdroj: ČSÚ, 2017

#### 3.1.2 Pěstování ve světě

Řepka olejná je z hlediska produkce semen druhou nejpěstovanější olejninou po sóje luštinaté, které se vyprodukovalo 67 912 tun v roce 2017. Z hlediska olejnatosti se řepka olejná řadí na třetí místo za palmu olejnou a sóju luštinatou. V roce 2017 se vyprodukovalo z řepky olejné 27,25 mil. tun oleje. Hlavními producenty jsou Evropská Unie, Kanada, Čína, Indie a Japonsko. Významnými dovozci řepky olejné jsou Evropská Unie, Čína a Japonsko. Mezi hlavními exportéry řepky olejné jsou Kanada a Evropská Unie (USDA, 2017).

### **3.1.3 Zastoupení v osevních postupech**

Řepka olejka má zastoupení v osevních postupech 16 % z celkové výměry orné půdy (ČSÚ, 2015). V osevních postupech dosahuje běžně 20 % orné půdy. Podniky, kde řepka tvoří funkci tržní plodiny, tak je zastoupena v osevním postupu z 25 – 33 %. Na pozemek by se měla řepka navrátit za 2 – 4 roky (Baranyk a kol., 2010).

V osevních postupech plní řepka funkci přerušovače mez hlininami. Z agroekologických faktorů má řepka protierozní a odplevelující účinek a snižuje spotřebu průmyslových hnojiv. Řepka má díky kořenovému systému brání eutrofizaci, neboli propalování dusíkatých látek do spodních vod. Z hlediska přísunu organické hmoty je řepka olejka dobrou alternativou organických hnojiv, což prospívá půdní fauně i samotné půdě. Biomasa z řepky se vrací do půdy ve formě slámy, kořenů, listů a chlopní šesulí (Klabzuba a Kožnarová, 2007).

### **3.1.4 Využití**

#### **3.1.4.1 Potravinářství**

Řepka olejka má v potravinářství využití, zejména řepkový olej, který je doporučován odborníky na zdravou výživu na světě, též je řepkový olej velmi ceněným mezi rostlinnými oleji (Malina, 2013). Řepkový olej tvoří z hlediska složení kyselin 56 - 68 % kyselina olejová, 18 – 22 % kyselina linolová a 10 – 13 % kyselina linolenová (Novak-Polakowska et al. 2005). Řepkový olej je využíván hlavně díky nízkému obsahu podílu nezdravých nenasycených kyselin. Řepkový olej obsahuje také vysoký podíl vícenasycených mastných kyselin. Z hlediska nutričního je řepkový olej velmi hodnotná potravina (Malina, 2013). Podle Szydłowské et al. (2013) je řepkový olej bohatý zdroj přírodních látek s antioxidačními vlastnostmi (Szydłowska et. al., 2013).

Využitelnost řepkového oleje je široké v potravinářství, jako je výroba louhu, margarínů, chlorofylových a karetonoidních barviv, také samotného oleje (Vašák a kol., 2000). Řepkový olej je díky své světlé barvě a bezvýrazné chuti je přidáván do dresinků a majonéz (McDonald, 2004). V kulinářství se řepkový olej využívá ve studené i teplé kuchyni. Ve studené kuchyni bývá řepkový olej přidáván do salátů, též by se mohlo mluvit o řepkovém oleji jako o salátovém oleji. V teplé kuchyni se řepkový olej využívá k jednorázovému pečení a smažení. Pro fritování se k řepkovému oleji přidává palmový olej, čímž tato směs olejů je odolnější k namáhání a může být použita víckrát (Vašák a kol., 2000).

### 3.1.4.2 Krmivářství

V krmivářství s řepkou olejkou se využívají semena, výlisky a extrahované šroty (Suchý et al., 2007). Řepkový šrot je využíván jako zdroj aminokyselin, které jsou lyzin, metionin, leucin, izoleucin, fenylalanin, valin a threonin (Guo Chen et al., 2011). Semena řepky olejky jsou v porovnání sóji luštinaté bohatší na energii, ale mají nižší zastoupení dusíkatých látek. Při zkrmování semen řepky a sóji jsou semena řepky méně kvalitní, z důvodu obsahu neškrobových polysacharidů a ligninu. Při zkrmování řepky se používají především extrahované šroty, protože mají větší obsah energie a méně dusíkatých látek (Suchý et al., 2007). Snížením glukosinulátů se řepky mohla zkrmovat ve formě šrotu, protože glukosinulátů způsobovaly poruchy při látkové výměny u některých kategorií zvířat (Downey, 1969).

### 3.1.4.3 Oleochemie

Řepka olejka má významné zastoupení v oleochemii, díky využití rozkladu olejů a tuků. Rozklad olejů a tuků probíhá hydrolýzou nebo alkoholýzou. Po rozkladu olejů a tuků vznikají produkty a jsou to mastné kyseliny, glycerol a estery mastných kyselin. Glycerol je využíván ve výrobě kosmetiky, k výrobě výbušnin a fermeží. Mastné kyseliny se využívají při výrobě metylesteru řepkového oleje, detergentů, vosků plastických hmot. Řepka olejka se také využívá k výrobě technických olejů, které se využívají samotné jako maziva, hydraulické kapaliny, nebo součást vazelíny, vosků, laků a pryskyřic (Baranyk a kol., 2007).

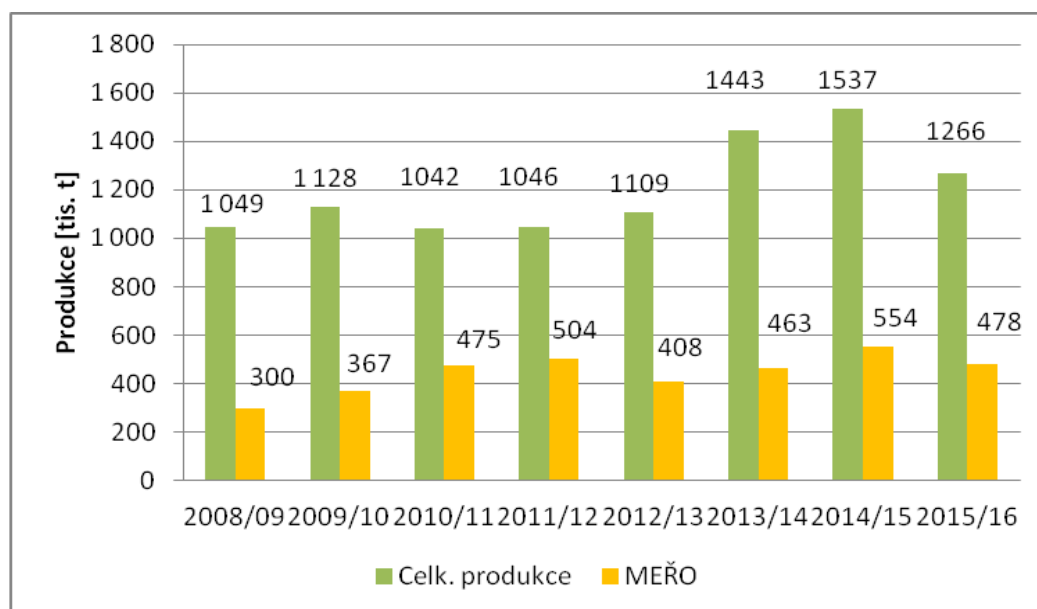
Malina (2013) uvádí, že řepka má využití nejen ve výrobě hydraulických olejů, fermeží a kosmetickém průmyslu, ale i na výrobu mýdel, pracích prostředků a masážních olejů. Protein řepky je využíván na výrobu biologicky rozložitelných materiálů, jako jsou filmy, teplovodivé plasty, papír a lepidla (Jang et al., 2011; Palomino et al., 2012; Li et al., 2012). Z řepkového oleje lze získat 82 % teplené energie (Jankowski et al., 2015).

### 3.1.4.4 Energetika

Řepka olejka může být využita jako energetický zdroj, čímž se myslí řepková sláma, kterou lze spalovat. Spalování řepkové slámy může být alternativa teplené energie, ze spalování hnědého uhlí (Abraham a Andert, 2011). Spalováním řepkové slámy lze získat 44 – 60 % tepelné energie (Jankowski et al., 2015), popřípadě elektrickou energii (Abraham a Andert, 2011). Podniky, které by topily řepkovou slámou by mohli uspořit náklady na vytápění nebo elektrickou energii. Tepelná nebo elektrická energie, která byla vyrobená ze spalování z řepkové slámy by se mohla distribuovat a další výhodou by bylo vytvoření nových pracovních příležitostí. (Abraham a Andert, 2011).

Nejpoužívanější zpracování řepky pro energetické účely je, získávání metylesteru z řepkového oleje pro výrobu bionafty. Metylester (MEŘO) se buď přidává do nafty, nebo se používá jako palivo (Malina, 2013). Při volbě oleje přidávaného do nafty byl vybrán řepkový olej z důvodu, že lze použít čistý olej jako palivo nebo ho lze míchat s naftou. Také byl zvolen řepkový olej z toho důvodu, že z něj lze získávat metylester a používat ho jako samotné palivo nebo jej míchat s naftou (Walker, 2004). MEŘO je lepší v ohledech, že produkuje méně škodlivých emisí a je biologicky lépe odbouratelný (Malina, 2013). Z jednoho hektaru lze získat 1,2 tuny oleje (Agrofert, 2014). V roce 2015/16 se z 1 266 tis. tun semen řepky olejné se zpracovalo 478 tis. tun semen pro výrobu MEŘA (MZe, 2015).

**Graf č. 2. Produkce řepky olejné a MEŘO**



Zdroj: Výhledová a situační zpráva olejniny 2015

### 3.1.5 Původ a historie pěstování

#### 3.1.5.1 Původ

O řepce ozimé se nedá říci, že by měla planého předka, jedná se o fylogeneticky velmi mladý druh a dosud proměnlivý. Brukev řepka vznikla spontánním zkřížením brukve zelné (*B. oleracea*) s brukví řepicí (*B. campestris*). Původní výskyt řepky se nachází v oblasti středomoří, kde lze najít brukvev zelnou, taktéž i řepici. Řepka byla pěstována ve dvou podruzích a to brukvev řepka olejka (*B. napus L. subsp. napus*) nebo brukvev řepka tuřín-kolník (*B. subsp. Rapifera Metzger*) (Hejný a kol., 1992).

#### 3.1.5.2 Historie pěstování

Pěstování řepky na území Čech, Moravy a Slezska, je známé od 8 – 10 stolení našeho letopočtu (Beranová, 1980). Využívaly se rostliny y a semena řepky kolníku, též známé jako řepka tuřín pro výrobu oleje a mýdel. Rostliny původního rodu *Brassica* sloužily původně jako zelenina, nebo se konzumovala jako pikantní semena (Vašák a kol., 2000). Používání řepky tuřínu je znázorněné na malbách v Pompejích a Herkulaneumu. Zbytky semen řepky byly nalezeny ve starém Egyptě ve starogermánských hrobech (Baranyk a kol., 2000).

Ve středově se využití semen řepky a řepice rozšířilo nejen na výrobu olejů k mazání a k výrobě mýdel. Pozdější době byla řepka využívána i pro potravinářské účely (Vašák a kol. 2000). Roku 1682 se v instrukci Frýdlantské se již rozlišuje samostatně řepka a řepice. Nárůst v pěstování řepky nastal v éře růstu velkých měst, manufaktur, moderního a lehkého průmyslu. Za vlády Marie Terezie a Josefa II. byla snaha o rozšíření pěstování řepky, ale pro sedláky bylo pracné řepku vypěstovat (Baranyk a kol., 2000).

Evidence osevních ploch, výnosů a sklizně řepky se datuje od současnosti do roku 1868 (Baranyk et. al, 2007). V roce 1899 se výměra řepky snížila díky nástupu svítiplynu, petroleje a ropných produktů. V této době byl výnos řepky 1,94 t semen /ha. Další snížení výměry nastalo po roce 1890 až do doby vzniku Československa, díky rozšíření ploch cukrové řepy a škodlivého škůdce *Baridus lepidii* (Krytonosec vesnovkový).

V meziválečném období nastal téměř úplný úpadek v pěstování řepky z důvodu konzumace tuků pocházejících z živočišné výroby nebo se oleje a tuky dovážely tropických a subtropických oblastí (Vašák a kol., 2000).



V meziválečném období se řepka přestala téměř pěstovat, tento úpadek pěstování řepky měl důvod, že se v Československu konzumovaly hlavně živočišné tuky, popřípadě se dovážely tropické a subtropické tuky a oleje (Vašák a kol., 2000).

V době protektorátu nastalo navýšení ploch řepky na 17 847 ha. V 50. letech 20. století byla stále pěstovaná řepka jako širokořádková plodina. Šířka pohybovala od 30 do 45 cm a výnos semen v rozmezí 1,4 – 1,8 t semen/ha (Kalus a Suchánek, 1955). V letech 1945 – 1975 se výměra pohybovala v rozmezí 18 až 37 000 ha. Výnosy se v těchto letech zvyšovaly podle pětiletého plánu o 0,67 až 1,64 t semen/ha (Vašák a kol., 2000).

V roce 1975 byla vyšlechtěna odrůda řepky označována jako jedno nulová „0“, která se vyznačovalo sníženým množstvím kyseliny erukové a vysokým obsahem glukosinulátů, což Aleno rozšíření využití řepky k potravinářskému využití. V roce 1985 se vyšlechtila dvou nulová „00“ odrůda řepky se sníženým množstvím kyseliny erukové a glukosinulátů. Dvou nulové odrůdy měli uplatnění hlavně v krmivářství hlavně pokrutiny a používají se dodnes. V roce 1995 se na trhu objevily hybridní „00“ odrůdy, které přinesly zvýšení výnosů a lepší odolnost vůči stresovým faktorům. V roce 2000 se v sortimentu odrůd řepky se změnilo složení mastných kyselin v oleji, což rozšířilo využití řepky na výrobu bionafty a zlepšilo i složení olejů. Z agronomického hlediska se zlepšila tolerance k herbicidům a mrazuvzdornost rostlin (Baranyk, 2013).

### **3.1.6 Biologie**

#### **3.1.6.1.1 Charakteristika čeledi**

Čeď brukvovité zahrnuje jednoleté a dvouleté byliny, rostoucí hlavně v mírném pásu severní polokoule. Čeď obsahuje 3200 druhů, z toho 150 roste u nás. Mnoho rostlin po rozemnutí charakteristicky páchnou (Hejný a Slavík, 2003). Listy jsou střídavě postavené s bezpalistnatými porostlými jednouchými nebo větvenými trichomy. Květy tvoří na květním lůžku nektaria. Šešule je tvořena dvěma chlopněmi, které pukají zdola nahoru. Semena zůstávají upoutána na zbytku srůstových švů, kde je průsvitná blanitá přehrádka. Semena obsahují olej v různých koncentracích (Novák a Skalický, 2009).

### **3.1.6.2 Kořen**

Kořenový systém je tvořen jedním mohutným křulovým kořenem (Hejný a Slavík, 2003) vnikající do hloubky 60 až 80 cm. S mohutným křulovým kořenem vytváří řepka v ornici mohutnou síť poměrně dosti silných krátkých postraních kořenů nízkou sací a osvojovací schopností, s výjimkou vápníku. Vápník je řepka schopna uvolňovat i z těžko rozpustných forem. Po zahrnutí kořenového krčku rostlina nevytváří adventivní kořeny a zimní kořeny bývají téměř zformovány, až do konečného rozpětí a délky asi 4/5 nejstarších listů (Kalus a Suchánek, 1955).

Růstová schopnost kořenů je dána teplotou do 2°C, při této teplotě jsou kořeny ještě biologicky aktivní. Koncem října se nesetkáme v noci teplotami 3 – 5 °C, tyto teploty vyhovují hlavně k růstu kořenovému systému. V zimním období teploty pro růst kořenů lze nalézt v hloubce 10 cm, v této hloubce kořeny velmi intenzivně rostou. Dobrý kořenový systém ovlivňuje následný výnos z 30% (Vašák a Růžek, 2014).

### **3.1.6.3 Stonek**

Stonek tvoří přímá kulatá lodyha vyplněná dřevem (Kalus a Suchánek, 1955) dorůstající do výšky od 0,5 až 1,5 m výjimečně do až 2 m (Hejný a Slavík, 2003). Lodyha je mohutně rozvětvená, postraní větévky vyrůstají z úžlabí listů a končí hroznem květů (Kalus a Suchánek, 1955).

Růst lodyh je spojen s tvorbou pupat, v době kdy dorostou první zelená pupata na obvodu terminálního květenství. V této době se objevují základy větví v paždí listů, tehdy dochází k velmi intenzivnímu růstu. Toto období trvá asi 10 dnů a v této době přirůstá řepka o 5 – 8 cm denně. Konec růstu lodyh nastává v období plného květu. Od fáze žlutých pupat nastává intenzivní růst a prodlužování větví, tento proces končí při odkvětu. Lodyhy mají podíl na rostlině v rozmezí mezi 20 až 30% (Vašák a kol., 1997).

### **3.1.6.4 Listy**

Listy mají temně zelenou barvu, modravým ožiněným, jsou hladké a lesklé (Kalus a Suchánek, 1955). Dolní lodyžní listy jsou řapíkaté, lyrovitě peřenosečné, oproti horním lodyžním listům, které jsou horní listy jednoduché, přisedlé vejčité až čárkovitě kopinaté (Hejný a Slavík, 2003).

Spodní listy jsou hluboce plnolisté a nezřetelně řapíkaté. Horní listy jsou celokrajné se srdčítým spodkem, objímající lodyhu. Do zimy si rostlina vytváří jen spodní listy, které jsou schopny svým povrchem dobře přijímat vodu ve formě rosy, která na listech je schopna držet celý den v měsících září a říjen. Ve středu listů se nachází vegetační vrchol, ten představuje 8 až 10 zárodků listů složeného do kužele. Kuželově složené listy tvoří tzv. srdéčko. Horní srdčité listy jsou šikmo nahoru postavené, což umožňuje stékání vody ke kořenům. Horní šikmé postavení listů také umožňuje rychlý odtok vody, to znamená, že voda se nehromadí na listech a průduchy zůstávají volné (Kalus a Suchánek, 1955).

### **3.1.6.5 Květ**

Květy jsou uspořádány v hroznech, korunní plátky jsou zbarveny světle až do sytě žluté barvy. Kališní lístky jsou čtyři uspořádaní ve dvou párech, v uzavřeném květu jsou světle zelené a později žlutozelené. Květ obsahuje šest čtyřmocných tyčinek, z toho jsou 4 vnitřní a delší a 2 tyčinky jsou kratší. Před rozpuknutím se na prašnicích nachází na horním konci hnědočervená skvrna, mimo jiné je to i odlišovací znak od řepice, ta tuto skvrnku postrádá. Na spodku květu se nacházejí bradavkovité nektarie vylučující sladký nektar lákající hmyz, v případě deštivého počasí je schopna řepka oplodnit se vlastním pylem z téže rostliny (Kalus a Suchánek, 1955).

### **3.1.6.6 Plod**

Plodem jsou odstáté lysé šešule s 15 až 20 semeny. Semena mají tmavohnědou až hnědočernou barvu (Novák a Skalický, 2009). Šešule je přepažena blanitou přepážkou, na níž z každé strany je umístěno semeno. Chlopně zralé šešule se otevírá od přepážky a otevírá se zdola nahoru a semena následně vypadávají. Nejkratší a nejlehčí šešule se nacházejí na spodku větví a s přibýváním šešulí to jak z hlediska délky i váhy postupně k vyšším patřům narůstají do první až druhé pětiny.

Semena jsou kulatá v průměru 1 až 2,5 mm s tmavou až téměř černou barvou. Povrch semen je jemně síťkovaný (Kalus a Suchánek, 1955). Semena obsahují 44 – 47 % oleje v sušině s vysokou kalorickou hodnotou. Lze nalézt jejich využití v technických oblastech i v potravinářství, dále i v pro krmení hospodářských zvířat (Hejný a Slavík, 2003).

### **3.1.7 Požadavky na prostředí**

Řepka olejka je zařazována do optimálních výrobních oblastí, které jsou bramborářská a řepařská výrobní oblast. Řepku lze pěstovat i v nižších výrobních oblastech, jako je kukuřičná výrobní oblast, ale v této oblasti je řepka častěji napadána chorobami a škůdci, také jí scházejí živiny. Optimální oblast pro pěstování řepky má průměrnou roční teplotu 6,5 - 8,5°C a roční úhrn srážek 550 až 750 mm. Vhodné výrobní oblasti musí zajišťovat dobré podmínky pro přezimování a přísun srážek při vzcházení řepky tj. na konci srpna (Bečka a kol., 2007).

Řepka olejka potřebuje půdy, které mají příznivý výživný režim a dobrý obsah živin v půdě. Jestliže je nízký obsah živin v půdě, tak řepka využívá živiny ze staré půdní síly a potenciál takovéto půdy klesá (Richter a kol., 2010). Podle Bečky a kol. (2007) jsou pro řepku olejku vhodné lehké a střední půdy tzn. půdy hlinitopísčité až písčité, které musí být řádně hnojeny. Z hlediska půdní reakce je řepka schopná růst od pH 5,5 do 8 (Booth and Gustone, 2004).

### **3.1.8 Růst a vývoj**

Řepka má životní cyklus 11 – 12 měsíců. Z hlediska vývoje se rozeznávají fáze vývoje vegetativní, růstová, generativní a plodná. Z časového je to podzimní část vegetace, kryptovegetace, jarní část vegetace (Vašák a kol., 1996).

Podzimní vývoj řepky je dán technologickými vlastnostmi stanoviště a podmínkami na daném stanovišti. Faktory, které negativně ovlivňují vývoj kořene a nadzemní biomasy jsou povrchové hroudy a nadměrná vlhkost (Bečka et al., 2004).

#### **3.1.8.1 Podzimní vývoj**

V podzimní části řepka soustřeďuje zásobní látky do kořenového krčku a kořenů. Na podzim nastává nejintenzivnější růst od září do října, přičemž zkracováním dne řepka přechází z vegetativní fáze do generativní fáze vývoje, to je od poloviny října. Podzimní část vegetace by měla řepka zakončit listou růžicí s 6 až 10 listy. Průměr kořenového krčku by měl být větší jak 8 mm a základ listového srdéčka by neměl být protáhlý. K podzimnímu vývoji potřebuje řepka 60 až 70 dní vegetace (Vašák a kol., 1996). Sieling and Kage (2010) uvádí, že v podzimní části vegetace navyšuje podíl sušiny a narůstá příjem dusíku.

### 3.1.8.2 Kryptovegetace

Období kryptovegetace nastává po podzimní části vegetace. Začátek kryptovegetace začíná, jestliže ustal růst nadzemní biomasy. Nadzemní biomasa přestává růst, jestli se sníží teplota vzduchu pod 5°C, ale kořeny jsou schopny růst do teploty půdy 2°C. Kryptovegetace zahrnuje období měsíců od prosince až do února. V období kryptovegetace dochází ke snížení délky rostlin a listů o 10 %, snížení obsahu dusíku v pletivech, naopak se zvyšuje obsah sušiny z 12 na 17 %. Vegetační vrchol pokročí o 2 etapy. (Vašák a kol., 1996)

### 3.1.8.3 Jarní vývoj

Počátek jarního nastává, jestliže se objeví bílé kořínky a to je při teplotě půdy nad 2°C. Jeli teplota vzduchu vyšší jako 5°C začíná opětovný růst nadzemní biomasy, který následuje dlouhivý růst stonku. Intenzivní dlouhivý růst stonku začíná po objevení poupat a trvá přibližně 14 dní. V průběhu intenzivního dlouhivého růstu rostlina vytvoří 50 % nadzemní hmoty. Denní přírůstek nadzemní hmoty je 5 – 8 cm a dochází k zřed'ovacím efektu všech prvků, hlavně dusíku. Růst stonku je zakončen v plném květu. Po ukončení růstu stonku nastává růst větví, když narostou zelená poupata na obvodu terminálního květenství. K intenzivnímu růstu větví dochází od fáze žlutých poupat (Vašák a kol., 1996).

V průběhu kvetení opadávají lodyžní listy, přičemž rostliny mají 80 % konečné hmotnosti. po odkvětu dochází k nárůstu sušiny i k mírnému nárůstu biomasa nastává tvorba šesulí. Po tvorbě šesulí následuje období zralosti, kdy klesá sušina o 5 % a rostliny se zmenšují (Vašák a kol., 1996).

### 3.1.9 Prvky výnosu řepky olejky

V podzimní část vegetace je výnosotvorným prvkem rovnoměrné vzejití porostu, které určuje velikost semen. Semena by měli mít co největší velikost. V jarní části vegetace je důležitý počet pupenů, které přežily a slouží jako zárodky šesulí. Délka šesulí udává také výnos semen rostlin (Diepenbrock, 2000).

Optimální počet rostlina na m<sup>2</sup> je 40 – 50 rostlin/m<sup>2</sup> (Bečka a kol., 2014) při hustotě 40 rostlin/m<sup>2</sup> dochází k nižším ztrátám než u přehoustlých porostů (200 r./m<sup>2</sup>) (Mendham and Salisbury, 1995). Počet šesulí na rostlinu je také výnosotvorným prvkem a optimální počet činí 80 – 100 šesulí/rostlinu. Optimální počet větví se pohybuje mezi 6 – 12 větvemi na rostlinu. Šesule obsahuje 18 – 22 semen a hmotnost tisíce semen (HTS) se pohybuje od 4,5 do 5,2 g (Vašák a kol., 1996).

## 3.2 Dusík

### 3.2.1 Význam dusíku

Nejvýznamnějším prvkem v koloběhu je dusík (Vaněk a kol., 2012), přičemž z hlediska příjmu je dusík po uhlíku nejvíce přijímaným prvkem (Marschner, 2012). Pro rostliny je dusík nepostradatelnou živinou (Vaněk a kol., 2012), kde tvoří 1 – 5 % sušiny (Marschner, 2012). Nejen pro rostliny je dusík důležitou živinou, ale i pro živé organismy, včetně půdních organismů, tím že je jedním ze stavebních prvků živé hmoty (bílkovin). Nejvíce dusíku se nachází v litosféře, ale pro koloběh v přírodě je nevýznamnější atmosférický dusík (Vaněk a kol., 2007) kterého je téměř 80 % v plynné formě ( $N_2$ ) (Polacco and Todd, 2011).

Dusík má důležitý a rozhodující vliv pro udržitelný vývoj. V přírodě má příznivý vliv, tím největším je stimulace růstu rostlin. Také má dusík v přírodě i záporné vlivy, které jsou klimatické změny, eutrofizace vod, okyselení půdy, zhoršení lidského zdraví a ztráta biodiverzity (Polacco and Todd, 2011).

### 3.2.2 Dusík pro rostliny

Rostliny přijímají dusík v iontové formě nebo jako amoniak  $NH_3$ . Dusík v iontové formě je přijímán jako amonný kationt ( $NH_4^+$ ), nebo jako nitrátový aniont ( $NO_3^-$ ). Amoniak vzniká redukcí amonného kationtu, přičemž samotný amoniak i amonný kationt jsou pro rostliny toxické i v malých koncentracích (Marschner, 2012). Příjem jednotlivých iontů je nejvíce ovlivňován vnějšími podmínkami prostředí, ale i pěstovaná rostlina (Vaněk a kol., 2012). Například na lesních půdách dominuje převaha amonných kationtů (Rennenberg et al., 2009).

Výrazný vliv má pH půdy, a to v půdách s kyselejšími až neutrálními pH převažuje příjem nitrátové formy, oproti tomu při neutrálními až alkalickém pH je vyšší intenzita příjmu amonné formy dusíku (Vaněk a kol., 2007). Při nižších teplotách půdy dochází k poklesu příjmu nitrátových aniontů a naopak se zvyšuje příjem amonných kationtů (Torma, 2005). Nitrátové anionty jsou přijímány do teploty 5°C (Macduff and Jackson, 1991), ale amonné kationty jsou stále přijímány do teploty 2°C (Černý a kol., 2017).

Dusík je prvkem, který ovlivňuje výnos semen řepky, ale i kvalitu semen. V případě vyšších dávek, kde nejvyšší dávka dusíku byla 240 kg N/ha byl vysoký výnos semen i nejnižší olejnatost semen. Olejnatost se snížila díky rychlým posklizňovým pochodům uvnitř semene. Nehnojená varianta měla nízký výnos semen, ale nejvyšší olejnatou.

Nejnižší olejnatost se pohybovala v rozmezí 43,8 - 44,1 % a nejvyšší olejnatost byla v rozmezí 46,8 – 47,7 % (Rahke et al., 2005).

### **3.2.2.1 Příjem dusíku pro rostliny a mikroorganismy**

Rostliny přijímají dusík ve formě minerální, nitrátové nebo amonné. Minerální dusík je využíván k tvorbě organických dusíkatých sloučenin. Amonnou formu jsou schopny rostliny využít okamžitě k syntéze aminokyselin, oproti tomu nitrátový dusík musí být redukován na amonnou formu. Redukce probíhá v rostlinných pletivech, hlavně v listech za pomoci enzymů (Vaněk a kol., 2007).

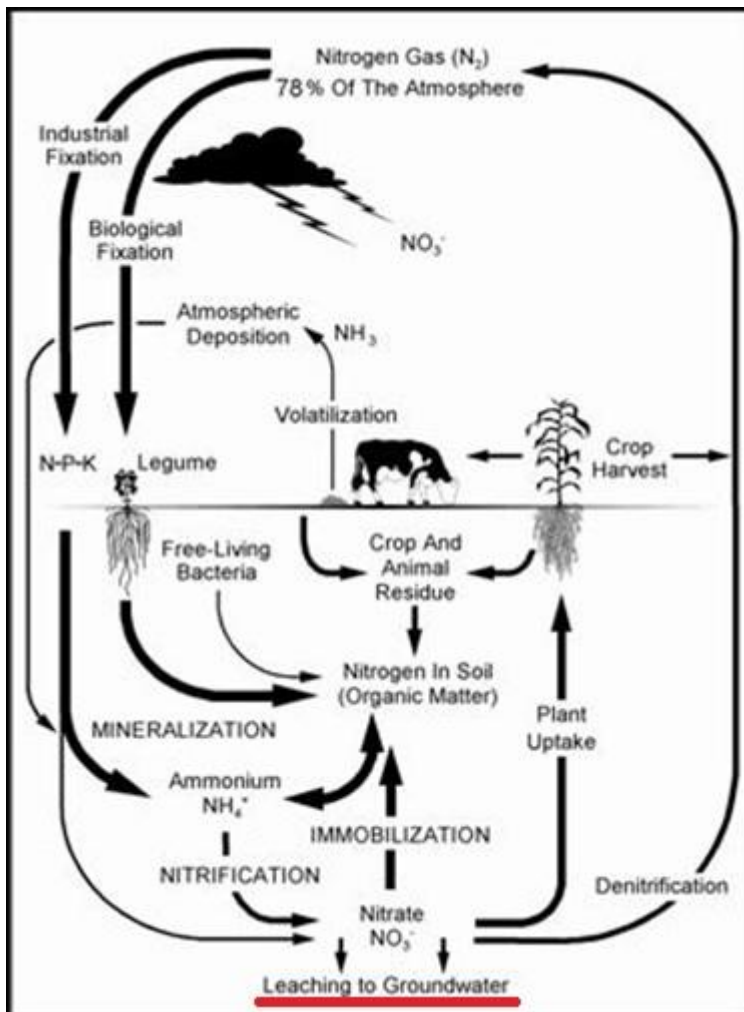
Dusík v rostlině podléhá okamžitým změnám. Nitrátový aniont ( $\text{NO}_3^-$ ) se redukuje na amoniak. Redukce nitrátů může probíhat v jakémkoliv orgánu rostliny, a to v případě obsahuje-li dostatek sacharidů, které jsou potřebné k zabezpečení redukce nitrátů na amoniak. Amoniakální kationt  $\text{NH}_4^+$  se po přijetí rostlinou metabolizuje na amoniak ( $\text{NH}_3$ ), který je dále zabudováván do aminokyselin a v konečném důsledku až do nukleových kyselin a bílkovin (Torma, 2005).

### **3.2.3 Využití dusíku z dusíkatých hnojiv**

Efektivní využitelnost dusíku (NUE) z hnojiv se pohybuje okolo 50 %, přičemž samotný vliv má i samotná rostlin například pšenice je schopná ze síranu amonného využít 55 % dusíku nebo kukuřice 45 % dusíku. Vyšší využitelnost dusíku lze dosáhnout přidáním inhibitoru nitrifikace, například u síranu amonného s inhibitorem nitrifikace se využitelnost dusíku u kukuřice zvýšila na 74 %, čímž se může snížit dávka hnojiva o 23 % (Alonso-Ayuso et al., 2016).

V případě řepky olejné se ukázalo, že optimální využitelnost dusíku je při dávce 180 kg N/ha a vhodném hnojivu, zde byla zvolena močovina. V procentickém vyjádření byla využitelnost z močoviny dusíku 39 % (Júsus et al., 2016). Močovina je v půdě dobře pohyblivá a vlivem enzymu ureasy, mikroorganismů a rostlinných zbytků se štěpí na uhličitou amonnou, který je labilní následně se rozkládá na amoniak a kyselinu uhličitou, která se rozkládá dále na vodu (Vaněk a kol., 2007).

### 3.2.4 Koloběh dusíku



Zdroj: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=4008&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4008&typ=html)

#### 3.2.4.1 Fixace

Nejvýznamnějším zdrojem dusíku pro půdu, je přísun pomocí fixace  $N_2$  mikroorganismy (Vaněk a kol., 2012). Dále je významným přísunem dusíku do půdy i nebiologické obohacování půdy o dusík, a to přísunem ze vzduchu, tento příjem činí asi 10 – 30 kg N ročně (Torma, 2005). Fixace je dvojího typu buď volně žijícími mikroorganismy, nebo symbiotickými mikroorganismy (Vaněk a kol., 2012).

Volně žijící mikroorganismy potřebují dostatek energetického materiálu se snadně rozložitelnými látkami. Množství fixovaného N na jednotku energetického materiálu je poměrně nízké, běžně se pohybuje cca 10 kg N/ ha ročně, u nás je to 5 kg N/ ha ročně. Jsou to anaerobní mikroorganismy *Bacillus Amylobacter*, *Clostridium Pasteriaunum* a další. Z aerobních mikroorganismů jsem to zástupci *Azotobacter chroococcum*, *Azotomonas insolita* (Vaněk a kol., 2012).



Symbiotická fixace dusíku je jeden z procesů, který je důležitý pro vývoj udržitelného zemědělství. Při fixaci dochází k přeměně atmosférického dusíku ( $N_2$ ) na amoniak ( $NH_3$ ) za pomoci enzymu nitrogenázy (Saad et. al., 2014). Symbiotické mikroorganismy jsou vázány především na bobovité rostliny, které jim poskytují živiny a energii a naopak symbiotické mikroorganismy poskytují velkou část N samotné rostlině, která je v amonné formě. Proces poutání vzdušného  $N_2$  je založen na aktivitě enzymu nitrogenia. Jedná se o mikroorganismy z rodu *Rhizobia* nebo aktinomycety rodu *Frankia*. Tyto mikroorganismy se nacházejí na kořenech hostitelských rostlin a vytváří, na nichž zduřené uzlinky (háčky) (Marschner, 2012).

### 3.2.4.2 Amonizace

Podle Bieleka (1998) lze nazývat amonizaci též jako mineralizaci. Amonizace je nejvýznamnějším, nerozšířenějším a kvantitativně nejrozsáhlejším procesem zpřístupňování dusíku v půdě. Amonizace je proces, ve kterém se odštěpuje amoniak z aminokyselin, popřípadě z amidů (Vaněk a kol., 2012). Jedná se o složitý proces, kdy jsou základním materiálem proteiny. Tento začíná destrukcí a roztrhání složitých bílkovinných molekul na peptony a polypeptidy. Dále následuje hydrolýza peptonů a polypeptidů a následné uvolnění aminokyseliny za účasti katalyticky působících peptidáz. Poslední část je biologická deaminace. Deaminace uvolňuje amoniak a radikál aminokyselin (Bielek, 1998).

Je to oxidační i redukční proces, přičemž při dostatku vzduchu z glycinu vzniká kyselina mravenčí, oxid uhličitý a amoniak. Z alaninu vzniká kyselina octová a amoniak. V anaerobním prostředí z glycinu vzniká kyselina octová, amoniak a z alaninu vzniká kyselina propionová a amoniak. Amoniak vzniklý z rozkladu organických dusíkatých látek je zdrojem hlavně pro mikroorganismy, částečně pro rostliny (Vaněk a kol., 2012).

### 3.2.4.3 Nitrifikace

Při nitrifikaci dochází k oxidaci redukovaných forem dusíku v první fázi na nitrity a v druhé fázi na nitráty. Nitrifikace je jedním ze základních článků v koloběhu dusíku v přírodě, průmyslu a zemědělství (Ward et al., 2011).

V první fázi nitrifikace k oxidaci amoniaku na nitrity, díky působení oxidující amoniak. Jedná se o bakterie rodu *Nitrosomonas* (Wood, 1986). Tato fáze probíhá ve dvou krocích, přičemž v prvním kroku se amoniak oxiduje na hydroxylamin pomocí enzymu monooxygenáza. V dalším kroku dochází k oxidaci hydroxylaminu na nitrit. V druhé fázi dochází k oxidaci nitritů na nitráty pomocí bakterie *Nitrobacter hanburgensis*.

Přeměna nitritů na nitráty je proces bez meziproductů, který probíhá také díky enzymu oxidoreduktáza (Arp, 2000).

Proces nitrifikace je značně závislý na mnoha faktorech, jedním z hlavních faktorů je teplota. Optimální teplota pro nitrifikaci se pohybuje mezi 25 - 30°C, dalšími faktory, které ovlivňují nitrifikaci je dostatek vzduchu a vody v půdě (Vaněk a kol., 2012). Autotrofní nitrifikátoři využívají CO<sub>2</sub>, jako zdroj a získávání energii oxidací amoniaku na dusičnany. Amoniak může přecházet z mineralizace půdní organické hmoty, nebo z hnojiv (Bielek, 1998).

#### **3.2.4.4 Denitrifikace**

Denitrifikace je proces, kdy dochází k redukcí nitrátů na nitrity až na plynný dusík N<sub>2</sub>, přičemž mikroorganismy podporující denitrifikaci jsou primárně *Protobacteria*. Proces denitrifikace nemusí začínat redukcí nitrátů a končit plynným dusíkem, vše záleží na přítomnosti bakterií podporující denitrifikaci v substrátu a podmínkách prostředí. Denitrifikace přispívá emisi skleníkových plynů do atmosféry. Jedním z hlavních faktorů je nedostatek kyslíku v půdě (Arp, 2000), dalšími faktory jsou dostatek organické hmoty v půdě a přítomnost nitrátů v půdě. Denitrifikaci urychluje neutrální až alkalická půdní reakce (Vaněk a kol, 2012).

Denitrifikace může probíhat dvojího typu a to přímá a nepřímá denitrifikace. Přímá denitrifikace se uskutečňuje pomocí biologickými a enzymatickými mechanismy. Nepřímá denitrifikace probíhá chemickými reakcemi (Bielek, 1998).

Calderer et. al. (2014) Uvádí že při zkoumání zvýšení denitrifikace při zvýšené koncentraci glukózy, byl hlavním faktorem ovlivňující denitrifikaci poměr C:N.

#### **3.2.5 Nitrátová směrnice**

##### **3.2.5.1 Význam**

Nitrátová směrnice je předpis Evropské unie o ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů. Nitrátová směrnice má hlavní úkol a to ochranu vod před znečištěním dusičnany. Plnění nitrátové směrnice povinné ve zranitelných oblastech. Zranitelné oblasti jsou oblasti, kde se vyskytují vody znečištění dusičnany ze zemědělských zdrojů (eagri, 2015).

### 3.2.5.2 Terminologie

- Zemědělský pozemek

Zemědělským pozemkem se rozumí souvisle obhospodařovaná plocha zemědělské půdy. Pro zemědělské podnikatele zařazené v registru půdy (LPIS) většinou jako půdní bloku nebo jeho díl. Opatření se nemusí týkat celého půdního bloku, také se mohou vztahovat k určité plodině (Klír a Kozlovská, 2012).

- Dusíkaté hnojivé látky

Pod pojmem dusíkatá hnojivá látka se rozumí minerální dusíkatá hnojiva obsahující minerální jednosložkové nebo vícesložkové hnojivo obsahující dusík. Dále dusíkatá hnojivá látka zahrnuje hnojiva s rychle a pomalu uvolnitelným dusíkem, sklíditelné zbytky a upravené kaly Mezi hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem se řadí statková hnojiva jako je kejda a tekutý podíl po mechanické separaci, hnojůvka, močůvka, silážní šťávy, trus drůbeže a drobných hospodářských zvířat s podestýlkou nebo bez podestýlky, výkaly, popřípadě moč zanechané hospodářskými zvířaty při pastvě nebo při jiném pobytu na zemědělském pozemku a organická nebo organominerální hnojiva, v nichž je poměr uhlíku k dusíku nižší než 10 (digestát) (Nařízení vlády 262/2012, 2017).

Hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem, a to statková hnojiva jako je hnůj nebo tekutý podíl kejdy po mechanické separaci a organická nebo organominerální hnojiva, v nichž je poměr uhlíku k dusíku roven nebo vyšší než 10. Do sklíditelných rostlinných zbytků se řadí zejména sláma, chrást, plodina na zelené hnojení a tráva (Nařízení vlády 262/2012, 2017).

### 3.2.5.3 Zásady hnojení a hnojení jednotlivých rostlin

Při aplikaci je potřeba dbát na přesné dávkování a rozmetání dusíkatých látek Při určování potřeby hnojení je potřeba vycházet z potřeby živin pro předpokládaný výnos a kvalitu produkce, množství přístupných živin v půdě a stanovištních podmínkách, půdní reakci, poměru důležitých kationtů, obsahu a kvality půdní organické hmoty a pěstitelských podmínek ovlivňující přístupnost živin (Klír a Kozlovská, 2012).

**Tab. č. 1: Výnosy vybraných plodin a limity přívodu dusíku pro jednotlivé výnosové hladiny**

Plodina	Výnosové hladiny					
	1		2		3	
	t/ha	kg N/ha	t/ha	kg N/ha	t/ha	kg N/ha
Pšenice ozimá potravinářská	do 6,0	170	6,0 – 8,0	200	nad 8,0	230
Pšenice jarní	do 4,0	100	4,0 – 6,0	130	nad 6,0	145
Ječmen ozimý	do 5,0	130	5,0 – 7,0	150	nad 7,0	170
Ječmen jarní sladovnický	do 5,0	90	5,0 – 6,5	110	nad 6,5	130
Kukuřice na zrno	do 8,0	190	8,0 – 10,5	220	nad 10,5	240
Kukuřice na siláž	do 40	190	40 -55	220	nad 55	240
Brambory rané	do 20	100	20 – 25	130	nad 25	160
Brambory ostatní	do 30	140	30 – 40	170	nad 40	190
Cukrovka	do 65	170	65 – 80	190	nad 80	210
Slunečnice	do 2,0	100	2,0 – 3,0	110	nad 3,0	130
Mák	do 0,7	80	0,7 – 1,1	100	nad 1,1	120

Zdroj: (Nařízení vlády 262/2012, 2017)

**Tab. č. 2: Limit přívodu dusíku k jednotlivým plodinám bez ohledu na výnosové hladiny**

Plodina /kultura	Limit přívodu dusíku (kg N/ha)
Řepka	230
Luskoviny	40
Jetel, vojtěška*	40
Trávy na orné půdě	200
Trvalé travní porosty	160
Jahody	100

\*Limit se vztahuje k celkovému přívodu dusíku za všechny roky pěstování. Do uvedeného limitu se nezapočítává případné hnojení krycí plodiny do doby její sklizně.

Zdroj: (Nařízení vlády 262/2012, 2017)

### 3.2.5.4 Období zákazu hnojení

Zákaz použití dusíkatých hnojivých látek dle termínu vztahující se ke klimatickému regionu v tabulce č. 3 je zakázáno orné půdě a trvalých travních porostech. Toto omezení se však netýká výkalů a moči zanechané hospodářskými zvířaty na pastvě nebo při jejich jiném pobytu na zemědělském pozemku a na hnojení ploch ve sklenících, fóliovních nebo pařeništích (Nařízení vlády 262/2012, 2017).

Období, kdy se nesmí hnojit dusíkatými hnojivy je toho důvodu, že organický dusík obsažený organických a organominerálních hnojiv, mineralizuje a dochází k jeho přeměnám až do forem využitelných rostlinami, taktéž kdy mohou nastat ztráty dusíku. (Klír a Kozlovská, 2012).

**Tab. č. 3: Období zákazu používání dusíkatých hnojivých látek na orné půdě a trvalých travních porostech**

<b>Klimatický region*</b>	<b>Minerální dusíkatá hnojiva</b>	<b>Hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem</b>	<b>Hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem ***</b>
<b>0 – 5</b>	<b>1.11 – 15.2.</b> (1.11. - 31. 1. **)	<b>15.11 – 15.2.</b> (15.11 – 31. 1. **)	<b>15. 12. - 15. 2.</b>
<b>6 – 9</b>	<b>15.10 – 28.2.</b> (15. 10. – 15. 2. **)	<b>5.11 – 28.2.</b> (5. 11. – 15. 2. **)	<b>15. 12. - 28. 2.</b>

\* První číslice kódu bonitované půdně ekonomické jednotky

\*\* Platí na zemědělských pozemcích s průměrnou sklonitostí nepřevyšující 5 stupňů a s porostem pšenice ozimé nebo řepky

\*\*\* Platí i pro upravené kaly; pokud nedojde k následnému pěstování ozimých plodin je zakázáno hnojení také v období od 1. června do 31. července

Zdroj: (Nařízení vlády 262/2012, 2017)

### **3.2.5.5 Užití dusíkatých látek podle půdně klimatických podmínek stanoviště**

Tento bod se týká omezené hnojení dusíkem v letním a podzimním období minerálními dusíkatými hnojivy (A) nebo hnojivy s rychle uvolnitelným dusíkem (B), hnojení pro rozklad slámy a hnojení k meziplodinám. Jednotlivé dávky dusíku závisí na klimatickém regionu, ve kterém se pozemek nachází. Pozemky dle klimatických pásem jsou rozděleny do tří aplikačních pásem, přičemž III. aplikační pásmo je rozdělena ještě na dvě pásma (Klír a kol., 2016).

**Tab. č. 4: Maximální celková dávka v období po sklizni hlavních plodin**

Způsob hnojení	I. aplikační pásmo		II. aplikační pásmo		III. aplikační pásma			
					Půdy se středním rizikem infiltrace		Půdy s vysokým rizikem infiltrace	
	A*	B*	A*	B*	A*	B*	A*	B*
K ozimé plodině následující po obilnině	60	120	50	100	40	80	20	0
K ozimé plodině následující po jiné předplodině než je obilnina	40	80	30	60	15**	0	15**	0
K meziplodinám, s výjimkou čistých porostů jetelovin a luskovin nebo k podpoře rozkladu slámy, s výjimkou slámy luskovin, olejnin a jetelovin pěstovaných na semeno	60	120	50	100	40	80	40	80
Pro následné jarní plodiny ***	0	100	0	80	0	80	0	0

\*V případě hnojení pro cibuli ozimou a česnek ozimý je maximální dávka 40 kg N/ha

\*\*Použití minerálních dusíkatých hnojiv je možné pouze v případě, že bude následovat ozimá plodina nebo bude meziplodina ponechána na zemědělském pozemku minimálně do 15. února následujícího kalendářního roku.

\*\*\*Použití hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem je možné až v období od 1. října do začátku období zákazu hnojení, pouze s inhibítorem nitrifikace, a to způsobem v dávce uvedené v příbalovém letáku nebo schválené etiketě

Zdroj: (Nařízení vlády 262/2012, 2017)

### 3.2.5.6 Střídání plodin

Kritická doba z hlediska tvorby dusičnanů je podzim, kdy se mohou dusičnany objevit ve zvýšeném množství v půdě, a to díky rychlém rozkladu organických látek, který následuje po provzdušnění orbou (Klír a Kozlovská, 2012).

Jestliže se pěstují jednoleté plodiny na pozemku, tak třeba omezit období bez porostu (Klír a Kozlovská, 2012) v zájmu omezení eroze půdy a vyplavování živin (Nařízení vlády 262/2012, 2017). Při pěstování meziplodin a nenásleduje ozimá plodina, tak se porost ponechá na pozemku alespoň do 31. října příslušného roku. Při obnově trvalých travních porostů (TTP) a po zaorávce jetelovin je nutné vysévat v nejbližším agrotechnickém termínu následné plodiny. Má – li po jetelovině následovat jarní plodina, tak třeba porost jetelovin zaorat po 31. říjnu příslušného kalendářního roku (Nařízení vlády 262/2012, 2017).

### **3.2.5.7 Hospodaření na svažitéch zemědělských pozemcích**

Z důvodů ochrany půdy před erozí se na zemědělských pozemcích, které svou sklonitostí převyšují 7° a nachází v menší vzdálenosti, než 25 m od útvaru povrchových vod se nesmí pěstovat erozně nebezpečné plodiny, které jsou brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok. Na zemědělských pozemcích s ornou půdou se sklonitostí převyšující 10° a na zemědělských pozemcích s trvalým travním porostem se sklonitostí převyšující 12° se nesmí používat dusíkaté hnojivé látky, s výjimkou tuhých statkových hnojiv a tuhých organických hnojiv (Nařízení vlády 262/2012, 2017).

Trvalé travní porosty převyšující sklonitostí 7° je omezené hnojení dusíkem a celkové dávky hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem na 80 kg N/ha a minerálních hnojiv na 40 kg N/ha. Toto se nevztahuje na přívod dusíku ve výkalech a moči při pastvě (Nařízení vlády 262/2012, 2017). Omezení je z toho důvodu, že existuje zvýšené riziko znečištění vod erozí půdy, povrchovým smyvem aplikovaných hnojiv nebo vyplavování dusičnanů povrchovým odtokem. Výše ztrát závisí na půdně-klimatických podmínkách stanoviště, tvaru pozemku, délce, členitosti a expozici svahu (Klír a Kozlovská, 2012).

### **3.2.5.8 Hospodaření na pozemcích sousedících s útvary povrchových vod**

V případě, že se pozemek nachází v blízkosti zdroje povrchových vod, tak je třeba nechat nehnojený pás 3 m od břehové čáry (Klír a Kozlovská, 2012). Zemědělské pozemky, které převyšují sklonitostí 7° musí zachovat nehnojený pás minimálně 25 m od břehové čáry vodního zdroje, s tím že v něm nebudou použita hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem. Toto se nevztahuje na ponechané sklíditelné zbytky nebo výkaly a moč hospodářských zvířat zanechané na pastvě a při jiném pobytu na zemědělském pozemku je třeba zabránit samovolnému přístupu zvířat do útvarů povrchových vod poškození koryt a údolní niv, zničení břehových porostů nebo zničení vod (Nařízení vlády 262/2012, 2017).

### **3.2.5.9 Vyloučení hnojení na podmáčených, zaplavených, zamrzlých nebo sněhem pokrytých zemědělských pozemcích**

Zákaz hnojení dusíkatými hnojivy platí na zemědělských pozemcích přesycených vodou, nebo na půdách promrzlých do hloubky 5 cm, které přes den nerozmrzají. Pozemky pokryté vrstvou sněhu vyšší než 5 cm se též nesmí používat dusíkaté hnojivové látky (Klír a Kozlová, 2012).

Nepříznivé půdní a povětrnostní podmínky zvyšují nebezpečí vyplavení a povrchového odtoku dusíkatých látek. Hnojení je povoleno pouze za podmínek, kdy je půda přes den rozmrzlá a při dodržení, že nedojde ke smyvu hnojiva. Tato situace nastává v předjaří především v období regeneračního hnojení řepky ozimé (Klír a Kozlová, 2012).

### **3.2.5.10 Omezení doby bez rostlinného pokryvu půdy**

Období bez rostlinného pokryvu nastává především po ozimé předplodině a následuje jarní plodina. Pro tvorbu dusičnanů je kritické období na podzim, tehdy se dusičnany objevují ve velkém množství, hlavně z rychlého rozkladu organických látek v půdě (Klír a Kozlová, 2012).

Podle Klíra a Kozlové (2012) je vhodné opatření pro využití dusíku v podzimním období, je zařazení meziplodin do osevního postupu. Meziplodiny přispívají ke snížení podílu půdy bez vegetačního pokryvu, dále meziplodiny přispívají ke snížení znečišťování vod erozí, povrchovým smyvem a vyplavování dusíku (Klír a Kozlová, 2012).

## **3.3 Hnojení řepky olejné**

### **3.3.1 Náročnost řepky olejné na živiny**

Řepka olejná se řadí mezi intenzivní plodiny náročné na živiny. Ve srovnání s obilovinami, řepka potřebuje na výnos zrna 3 t/ ha srovnatelné množství živin, jako pšenice ozimá na výnos zrna 6 t/ ha (Ryant, 2012). Vaněk a kol. (2007) uvádí, že produkce na jednu tunu semene je potřeba 55 kg dusíku, 9 kg fosforu, 50 kg draslíku, 45 kg vápníku a 7 kg hořčíku. Při předpokladu dobrého výnosu, tzn. 4 t semene je potřeba dodat na tvorbu nadzemní biomasy 210 - 240 kg dusíku, 160 – 200 kg draslíku, 120 – 150 kg vápníku, 45 -70 kg fosforu, 15 – 25 kg hořčíku, 50 – 65 kg síry na hektar (Ryant, 2012).

**Tab. č. 5: Odběrový normativ řepky ozimé (kg živin / t semen)**

N	P	K	Ca	Mg
55	9	50	45	7

Zdroj: Vaněk a kol., 2007



### 3.3.2 Hnojení řepky dusíkem

#### 3.3.2.1 Na podzim

- Před setím

Hnojení dusíkem před setím by se mělo zohlednit, zdali je účel hnojení pro rozklad posklizňových zbytků, nebo pro zvýšení obsahu dusíku v půdě, který je určen pro následný růst rostlin (Mráz, 2010). Pro rozklad posklizňových zbytků, je nejlepší aplikovat na rozdrcenou slámu s následným zapravením do půdy. Jiná než amonná forma dusíku není pro mikroorganismy využitelná, nevhodnější hnojivo je síran amonný nebo z organických hnojiv kejda (Mráz, 2010). Ryant (2010) uvádí pro rozklad slámy a úpravě poměru C:N by dávka měla být v rozmezí 10 až 12 kg N na 1 tunu slámy (Mráz, 2010).

- Během vegetace

V podzimní části vegetace řepka načerpá 84 kg N, 8 kg P, 76 kg K, 40 kg Ca, 4 kg Mg a 9 kg S při biomase sušiny 2 t/ha (Černý a kol., 2015). Aplikace živin, jak ve formě dusíkatých nebo kombinovaných hnojiv řepce však nestačí, že z velké části využijí dusík mikroorganismy pro rozklad slámy (Béřes a kol., 2014). Díky vysokým nárokům řepky na dusík v podzimní části vegetace se zabrání ztrátám dusíku, zejména vyplavování dusičnanů z půdy (Klaus and Henning, 2010). Aplikace dusíkatých hnojiv je nevhodnější na přelomu října a listopadu, a to z toho důvodu, že nižší teploty zaručují nepřerůstání rostlin a veškerý dusík využijí kořeny (Béřes a kol., 2014).

K podzimnímu přihnojení se jsou nevhodnější hnojiva především stabilizované močoviny například Ureastabil nebo Alzon 46 (Bečka a kol., 2012). Béřes a kol. (2014) uvádí, že výnos se zvýšil oproti kontrole aplikací stabilizovaných močovín o 10%.

Pokusy prováděné se záměrným stresovým obdobím z pohledu dusíkaté výživy v podzimní části vegetace, ukázaly, že řepka měla závažné nedostatky v růstu, které neumožňovaly dostatečný růst. V jarní části vegetace řepka měla opětovný růst a nedostatky v dusíkaté výživě nakonec ve výnosech znát nebyly, výnosy byly srovnatelné s nehnojenou variantou na podzim (Colnenne et. al., 2001).

Podle Engströmové et. al (2014) podzimní hnojení organickým hnojivem Biofer zvýšilo výnos semen řepky o 10 až 410 kg /ha. Přesto, že se výnos semen zvýšil po podzimní hnojení dusíkem, tak Engströmová et. al podzimní hnojení dusíkem nedoručují a to z důvodu, že na podzim dochází k velkému uvolnění dusíku, který by se mohl vyplavovat.

### 3.3.2.2 Na jaře

Černý a kolektiv (2014) rozdělují jarní hnojení řepky na regenerační, produkční a pozdní hnojení (Černý a kol., 2014).

Po zimě řepka remobilizuje 20 % dusíku z kořenů, zbytek se nachází v listech. Celkové množství dusíku, jenž je remobilizován, závisí na vývoji počasí v průběhu zimy a předjaří. První jarní dávka je určena k podpoře regenerace rostlin po zimě a následného zabezpečení dostatku dusíku v kořenové zóně rostlin na počátku dlouhivého růstu (Černý a kol., 2014). Bečka a kol. (2012) uvádí, že první jarní regenerační dávka (1a) by se měla být aplikována, když se začnou tvořit bílé kořínky. Dávka (1a) se pohybuje při časném hnojení od 40 kg N/ha. Následná dávka regeneračního hnojení (1b) se pohybuje v rozmezí 50 -70 kg N/ha (Černý a kol., 2014). Tato druhá část regeneračního hnojení (1b) se aplikuje v případě, když je zelené srdéčko (Bečka a kol., 2012). Rozdělení dávek regeneračního hnojení je značně závislé na průběhu počasí, stavu a vývoji porostu. V oblastech s jarními přísušky lze aplikovat jednorázově dávku vyšší v rozmezí 80 – 100 kg N/ ha. Vhodná hnojiva pro regenerační hnojení jsou především tuhá hnojiva – ledek amonný s vápencem nebo DASA, zároveň je možné dodat i další živiny (Mg, S).

Produkční hnojení nastává v období dlouhivého růstu, to je začátkem dubna. V tomto období by měla být větší část dusíku naaplikována v půdě. Aplikace hnojiv, formy a dávky dusíku, by měla být sladěna s průběhem počasí. Dávky se pohybují v rozmezí 60 až 80 kg N/ha, u silných porostů s hustou 30 – 40 rostlin, lze hnojit o 20 kg/ ha více než obvykle. Vhodná hnojiva jsou ledek amonný s vápencem, DASA, močovinu lze použít, ale je potřeba počítat s tím, aby půda byla vlhká a hnojivo následně zamoklo. DAM lze také aplikovat, platí u něj obdobné zásady jako u močoviny, z organických hnojiv lze použít kejdu.

Třetí hnojení na jaře se aplikuje ve fázi žlutých pupat. Aplikuje se 30 až 40 kg N/ha ve formě pevných hnojiv, nejčastěji je LAD nebo LAV. V případě, že se jaro otevře pozdě, tak se vybírají hnojiva s vyšším podílem nitrátového dusíku, nejlépe ledek vápenatý (Bečka a kol., 2014). Hlavní hnojení by mělo spočívat v regeneračním a produkčním hnojení (Černý a kol., 2014).

## 4 Materiál a metody

### 4.1 Popis pokusného stanoviště

Pokusy byly založeny na Výzkumné stanici Červený Újezd ležící 26 km západně od Prahy. Podle GPS souřadnic se stanice nachází 50°04' zeměpisné šířky a 14°10' zeměpisné délky. Výzkumná stanice je v nadmořské výšce 398 m. n. m. (Cihlář, 2014).

Z hlediska klimatických podmínek stanice spadá do mírně teplého a suchého klimatického regionu s mírnou zimou. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 7 až 8,5°C s ročním úhrnem srážek 450 až 550 mm (VÚMOP, 2014). Průměrná doba ročního svitu je 1902 hodin, z toho je 1396 hodin slunečního svitu během vegetačního období (Cihlář, 2014).

Z hlediska půdních podmínek, se jedná o hnědozem modální a hnědozem modální slabě oglejenou. Z hlediska zrnitosti se jedná o půdy středně těžké až těžké s 1 až 2,5 % humusu v půdě. Půdy mají střední pórovitost a pH půdy je v rozmezí slabě kyselá až kyselá. Půda je ze 75 % nasycená z pohledu sorpčního komplexu (VÚMOP, 2015). Zastoupení fosforu a draslíku v půdě se pohybuje v rozmezí hodnot střední až dobrý (Cihlář, 2015).



Zdroj: <http://www.sermiri.cz/skupina/mracti/32>

### 4.2 Popis pokusů

Pokusy byly založeny jako maloparcelkové s plochou parcelky 11,875 m<sup>2</sup> (1,25 m x 9,5 m). Sledovaly se dávky dusíku v pokusu 1 a druhy hnojiv v pokusu 2.

#### POKUS 1

Jedná se o využití hnojiva UREAStabil v různých dávkách 0, 40, 80, 120 kg N/ha čtyřmi opakováními.

## POKUS 2

V pokusu 2 jsou hodnoceny různá dusíkatá hnojiva (UREAStabil, močovina, DAM, LAV, Sulfammo 23 a Ensin), které byly aplikovány v jednotné dávce 40 kg N/ha. Každá varianta měla čtyři opakování.

Pro pokusy byla vybraná odrůda DK Exstorm. Jedná se o hybridní odrůdu se střední raností. DK Exstorm je velmi plastická a adaptabilní odrůda vůči stanovišti. Další přednostmi, kterými se odrůda vyznačuje je dobré využití živin a vysokou odolností vůči polehání a zimovzdorností. Odolnost vůči patogenům zejména je odolná vůči Phomě a středně odolná vůči černi řepkové a bílé hnilobě, též nazývanou hlízenka. V České republice byla odrůda zaregistrována v roce 2013 a odrůdu v ČR prodává firma Monsanto (Dekalb, 2014).

### 4.3 Varianty pokusů

- **Pokus 1**

Pokus 1 zahrnuje aplikaci různých dávek hnojiva UREAstabil, jedná se o dávky 0,40,80,120 kg N/ ha. Pokus byl hnojen 29.10 2013. Hnojivo bylo na každou parcelku přesně naváženo, následně se hnojivo ručně rozházelo.

**Tab. č. 6: Varianty pokusu 1**

1	0 (Kontrola)
2	40 kg N/ha v UREAStabil
3	80 kg N/ha v UREAStabil
4	120 kg N/ha v UREAStabil

**Tab. č. 7: Plánek pokusu 1 (levá parcelka – sklizňová, pravá parcelka – odběrová)**

40	40	80	80	120	120	0	0
80	80	120	120	0	0	40	40
120	120	0	0	40	40	80	80
0	0	40	40	80	80	120	120

- **Pokus 2**

Pokus 2 zahrnuje aplikaci různých dusíkatých hnojiv, a to hnojiv UreaStabil, močovina, DAM, ledek amonný s vápencem (LAV), Sulfammo 23 a Ensin, dávka činila 40 kg N/ha. Hnojivo bylo na každou parcelku přesně naváženo a následně ručně rozházeno.

**Tab. č. 8: Varianty pokusu 2**

1	Ensin
2	Sulfammo 23
3	DAM 390
4	Močovina
5	LAV
6	UREAstabil
7	Nehnojená kontrola

**Tab. č. 9: Plánek pokusu 2 (levá parcelka – sklizňová, pravá parcelka – odběrová)**

DAM	DAM	Mo	Mo	LAV	LAV	EN	EN	SULF.	SULF.
Mo	Mo	LAV	LAV	EN.	EN.	SULF.	SULF.	DAM	DAM
LAV	LAV	EN	EN	SULF.	SULF.	DAM	DAM	Mo	Mo
EN.	EN.	SULF.	SULF.	DAM	DAM	Mo	Mo	LAV	LAV

#### 4.4 Průběh počasí 2013/2014

Měsíc srpen byl teplotně normální, z hlediska srážek se jednalo o měsíc silně vlhký. Nejvíce srážek bylo v první dekádě srpna, napršelo téměř 90 mm. V druhé dekádě srpna došlo ke snížení množství srážek, a to na 16,1 mm, ale ve třetí dekádě se opět množství srážek zvýšilo na 46,7 mm. Značné množství srážek v srpnu mělo za následek opoždění orby a předseťové přípravy, nicméně setí proběhlo v agrotechnickém termínu. Září se řadí, z hlediska teplot mezi mimořádně teplé měsíce, srážkově bylo září normální. Měsíc říjen byl teplotně silně teplý a z hlediska srážek se řadil mezi normální měsíce. Listopad se nesl ve stejném duchu jako říjen. Podzimní část vegetace byla příznivá pro růst a vývoj rostlin, zejména měsíce říjen a listopad.

Prosinec byl z pohledu teplot nadprůměrný, oproti normálu byl teplejší o téměř 2,5°C, ale srážkově se prosinec řadí k silně suchým měsícům. Leden byl teplotně taktéž teplý jako prosinec, ale srážkově patřil k měsícům s normálním srážkovým úhrnem. Únor byl oproti lednu mimořádně teplý, také i mimořádně suchý. Mírná zima z hlediska teplot, byla pro řepku příznivá, zejména pro růst kořenů.

Březen se z hlediska teplot řadil stejně jako únor k mimořádně teplým měsícům, ale srážkově březen byl průměrný. Duben se teplotně nesl ve stejném duchu jako březen, ale srážkově byl duben suchý. Květen byl z hlediska teplot normální, srážkově byl vlhký, což bylo dobré pro nasazování šesulí. Červen z hlediska teplot patří k teplým měsícům a srážkově byl podprůměrný. První a druhá dekáda června byla srážkově slabá. V první dekádě celkový úhrn srážek činil 1,4 mm a druhé dekádě úhrn srážek činil 1,5 mm. Třetí dekáda července byla na množství bohatší, napršelo 22,1 mm, což nebylo pro dozrávání zcela optimální. Červenec se teplotně řadí mezi teplé měsíce, ale srážkově byl červenec mimořádně vlhký, zejména srážky v červenci znesnadňovaly dozrávání a sklizeň. Sklizeň proběhla ve třetí dekádě července, konkrétně 23. 7. 2014.

**Tab č. 10: Teplotní a srážková charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2013/2014**

Měsíc	2013/2014		Normál	
	Teplota [°C]	Srážky [mm]	Teplota [°C]	Srážky [mm]
Srpen 2013	18,17	152,1	17,4	69
Září 2013	12,63	39,7	7,7	35
Říjen 2013	10,12	47,6	7,7	35
Listopad 2013	4,29	27,5	2,5	29
Prosinec 2013	1,48	6,1	-0,9	26
Leden 2014	0,47	19,7	-2,1	22
Únor 2014	3,04	1,7	-1,0	22
Březen 2014	7,55	35,3	3,0	26
Duben 2014	11,21	28,3	7,4	41
Květen 2014	12,89	91,5	12,6	54
Červen 2014	16,69	25,0	15,6	63
Červenec 2014	20,13	155,5	16,6	64
Srpen 2014	16,81	57	17,4	69

#### 4.5 Průběh počasí 2014/2015

Měsíc srpen byl teplotně normální, srážkově se jednalo o normální měsíc. V první dekádě srpna napršelo 21,2 mm, což pomohlo k orbě a přípravě půdy ale, v druhé dekádě nastalo snížení srážek, kdy napršelo 6,1 mm. Ve třetí dekádě srpna došlo ke zvýšení množství srážek, kdy bylo změřeno 29,7 mm a pomohlo to klíčení řepky. Září se řadí teplotně mezi teplý měsíc a srážkově silně vlhký měsíc. Takový průběh září byl příznivý pro růst porostů. Říjen byl z hlediska teplot teplý a z hlediska srážek vlhký. Listopad byl teplotně teplý i srážkově normální, což umožňovalo řepkám efektivnější využití spíše nitratového dusíku a to vedlo přirůstání nadzemní biomasy a menší podpora kořene.

Prosinec z pohledu teplot byl teplý, z hlediska srážek se jednalo o vlhký měsíc. Leden řadí mezi teplotně sině teplé měsíce a srážkově vlhký. Únor byl oproti lednu z hlediska teplot normální a vláhově mimořádně suchý.

Březen byl vyhodnocen jak z hlediska teplot jako teplý, z hlediska srážek jako normální. Duben se teplotně nesl ve stejném duchu tedy jako normální, ale srážkově byl normální, kdy napršelo 30 mm. Květen byl též teplotně normální, ale srážkově byl vyhodnocený jako normální. Červen se řadí jak srážkově, jako suchý, se řadí červen teplotně mezi měsíce s normálním průběhem oproti normálu. Červenec byl vyhodnocen teplotně jako teplý, srážkově byl červenec suchý, kdy napršelo o 29,3 mm méně oproti normálu (58,7).

**Tab č. 11: Teplotní a srážková charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2014/2015**

Měsíc	2014/2015		Normál	
	Teplota [°C]	Srážky [mm]	Teplota [°C]	Srážky [mm]
Srpen 2014	16,81	57	17,3	67,5
Září 2014	16,12	76,7	13,4	33
Říjen 2014	10,72	54,1	8,4	26,5
Listopad 2014	5,77	24,1	3	29,9
Prosinec 2014	2,28	31,6	-0,5	22,3
Leden 2015	1,78	19,1	-2,3	21,6
Únor 2015	0,7	1,6	-0,8	21,4
Březen 2015	5,48	32,6	2,9	26,3
Duben 2015	8,96	30	7,6	34,9
Květen 2015	13,65	44,7	12,9	67,2
Červen 2015	16,19	37	16,2	63,5
Červenec 2015	20,82	29,4	17,6	58,7

#### 4.6 Průběh počasí 2015/2016

Srpen byl z hlediska teplot mimořádně teplý a srážkově normální. V první dekádě srpna byl úhrn srážek 9,5 mm, což svědčilo přípravě půdy. Druhá dekáda byla srážkově nižší, kdy napršelo jen 4,4 mm. Třetí dekáda srpna byla srážkově nejbohatší, což svědčilo zasetým porostům ve vzházení. Září se řadí teplotně silně studené měsíce a srážkově mezi suché měsíce. Říjen byl z hlediska teplot normální, ale srážkově byl vlhký, byl naměřen úhrn srážek o 25,8 mm více oproti normálu. Listopad byl teplotně mimořádně teplý a z hlediska srážek vlhký, což bylo příznivé pro hnojiva s nitrátovým dusíkem.

Prosinec byl z hlediska teplot vyhodnocen jako mimořádně teplý, což pomohlo slabým porostům v průběhu zimy stále vegetovat. Srážkově byl listopad suchý. Leden byl teplotně normální, ale srážkově byl vyhodnocen jako vlhký, bylo naměřeno o 6,8 mm více oproti normálu. Únor se nesl ve stejném duchu jako prosinec tj. teplotně mimořádně teplý a srážkově, ale z hlediska byl oproti prosinci silně vlhký, napršelo téměř o 20 mm více ve srovnání s normálem.

Téměř celá jarní část vegetace byl z hlediska teplot normální, tak i z hlediska srážek. V měsíci březnu byla průměrná teplota 4,42°C což bylo vyhodnoceno ve srovnání s normálem jako normální. Z hlediska úhrnu srážek byl březen vyhodnocen jako normální. Květen byl teplotně normální, ale srážkově suchý. Květen byl vyhodnocen z hlediska průběhu teplot jako normální, však srážkově byl vyhodnocen jako vlhký, což ve ve třetí dekádě pomohlo k nalévání šesulí. Červen byl teplotně normální, tak i srážkově normální. Červenec byl teplotně silně teplý, což pomohlo k dozrávání porostů řepky. Srážkově se červenec řadí mezi normální měsíce.

**Tab. č. 12: Teplotní a srážková charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2015/2016**

Měsíc	2015/2016		Normál	
	Teplota [°C]	Srážky [mm]	Teplota [°C]	Srážky [mm]
Srpen 2015	21,93	54,7	17,6	67,5
Září 2015	14,58	11,5	17,3	33
Říjen 2015	8,18	53,2	8,4	26,5
Listopad 2015	6,68	52,3	3	29,9
Prosinec 2015	4,75	11,3	-0,5	22,3
Leden 2016	-0,42	28,4	-2,3	21,6
Únor 2016	3,29	41,7	-0,8	21,4
Březen 2016	4,42	21,9	2,9	26,3
Duben 2016	8,74	19,6	7,6	34,9
Květen 2016	14,18	90,8	12,9	67,2
Červen 2016	17,93	58,8	16,2	63,5
Červenec 2016	19,57	58,6	17,6	58,7
Srpen 2016	18,48	34,6	17,3	67,5



#### 4.7 Technologie pěstování

2013/2014	2014/2015	2015/2016
17. 8. 2013 Sklizeň předplodiny (ozimá pšenice) – sláma rozdrčena	10. 8. 2014 Sklizeň předplodiny (jarní ječmen) – sláma rozdrčena	4. 8. 2015 Sklizeň předplodiny (ozimá pšenice) – sláma rozdrčena
21. 8. 2013 Seťová „čerstvá“ orba (22 cm)	19. 8. 2014 Seťová „čerstvá“ orba (22 cm)	21. 8. 2015 Seťová „čerstvá“ orba (22 cm)
22. 8. 2013 Předseťová příprava půdy (brány, kompaktor)	20. 8. 2014 Předseťová příprava (kompaktor)	22. 8. 2015 Předseťová příprava (kompaktor)
22. 8. 2013 Výsev (hloubka 1,5 – 2 cm, šířka řádků 12,5 cm, výsevek 50 kl. semen/m <sup>2</sup> )	21. 8. 2014 Výsev (hloubka 1,5 - 2 cm, šířka řádků 12,5 cm, výsevek 50 kl. semen /1 m <sup>2</sup> )	22. 8. 2015 Výsev ( hloubka 1,5 -2 cm, šířka řádků 12,5 cm, výsevek 50 kl. semen / 1 m <sup>2</sup> )
23. 8. 2013 Válení (cambridge)	22. 8. 2014 Colzamid (1 l/ha) + Butisan 400 (1 l/ha) + Command 36 CS (0,2 l/ha)	24. 8. 2015 Colzamid (1 l/ha) + Butisan 400 (1 l/ha) + Command 36 CS (0,2 l/ha)
23. 8. 2013 Quiz (1,4 l/ha) + Command 36CS (0,2 l/ha)	28. 8. 2014 Vanish Slug Pellets	28. 8. 2015 Vanish Slug Pellets
3. 9. 2013 Hukinol – hadříky na okraji pole	4. 9. 2014 Stutox lokálně do děr (opakováno dle potřeby)	3. 9. 2015 Stutox lokálně do děr (opakováno dle potřeby)
17. 9. 2013 Clartex Neo	5. 9. 2014 Gallant Super (0,5 l/ha) + Nurelle D (0,6 l/ha)	16. 9. 2015 Targa Super (0,5 l/ha) + Nurelle D (0,6 l/ha)
27. 9. 2013 Gramin (0,6 l/ha) + Nurelle D (0,6 l/ha)	18. 9. 2014 Cyperkill 25 EC (0,1 l/ha)	<b>26. 10. 2015 podzimní hnojení N</b>
<b>29. 10. 2013 podzimní hnojení N</b>	29. 9. 2014 Tilmor (1 l/ha)	19. 2. 2016 1a. dávka dusíku (40 kg N/ha) v LAD
září - březen Stutox do děr dle potřeby	<b>29. 10. 2014 podzimní hnojení N</b>	8. 3. 2016 1b. dávka dusíku (50 kg N/ha) v DASA
13. 2. 2014 První regenerační dávka dusíku (40 kgN/ha) v LAD	1a. dávka dusíku (40 kg N/ha) v LAD	21. 3. 2016 2. dávka dusíku (60 kg N/ha) v LAD
11. 3. 2014 Druhá regenerační dávka dusíku (50 kgN/ha) v LAD	26. 2. 2015 1b. dávka dusíku (50 kg N/ha) v DASA	11. 4. 2016 3. dávka dusíku (30 kg N/ha) v LAD
21. 3. 2014 Proteus 110 OD (0,7 l/ha)	23. 3. 2015 2. dávka dusíku (60 kg N/ha) v LAD	13. 4. 2016 Nurelle D (0,6 l/ha) + Gallant Super (1 l/ha)
31. 3. 2014 Produkční dávka dusíku (60 kgN/ha) v LAD	11. 4. 2015 Nurelle D (0,6 l/ha)	19. 7. 2016 Reglone (4 l/ha)
21. 3. 2014 Proteus 110 OD (0,7 l/ha)		
31. 3. 2014 Produkční dávka dusíku (60 kgN/ha) v LAD	13. 4. 2015 3. dávka dusíku (30 kg N/ha) v LAD	26. 7. 2016 Sklizeň (maloparcelkový kombajn Wintersteiger)
4. 4. 2014 Nurelle D (0,6 l/ha)	5. 5. 2015 Proteus 110 OD (0,7 l/ha)	
10. 4. 2014 Kvalitativní dávka dusíku (30 kgN/ha) v LAD	10. 7. 2015 Roundup Klasik (3 l/ha)	
25. 4. 2014 Biscaya 240 OD (0,3 l/ha)	24. 7. 2015 Sklizeň (maloparcelkový kombajn Wintersteiger)	
14. 7. 2014 Roundup Klasik 3 l/ha		
23. 7. 2014 Sklizeň (maloparcelková sklízecí mlátička Wintersteiger)		

## 4.8 Popis hnojiv

### 1. Ensin

Ensin je granulované dusíkaté hnojivo s inhibítorem nitrifikace (dikyandiamid). Hnojivo obsahem 26 % dusíku a 13 % síry. Dusík je v tomto hnojivu v amoniakální formě, která činí 18,5 % a dusičnanové formě, jejíž obsah je 7,5 %. Hnojivo se doporučuje k regeneračnímu hnojení řepky bez dělení dávek, dávka se pohybuje v rozmezí 460 – 760 kg / ha (Duslo, 2015).

### 2. Sulfammo 23

Jedná se o granulované dusíkaté hnojivo s celkovým obsahem dusíku 23 %, 31 % SO<sub>3</sub>, 3 % MgO a 7,5 % CaO. Hnojivo stimuluje přeměnu NO<sub>3</sub> formy v rostlině na NH<sub>4</sub>. Hnojivo se doporučuje k jarnímu regeneračnímu hnojení řepky ozimé, a to v dávce 40 - 60 kg N/ hektar (TimacAgro, 2015).

### 3. Lovodam 30

DAM je dusíkaté kapalné hnojivo s obsahem 30 % dusíku. Hnojivo obsahuje ½ amidové formy, ¼ ve formě dusičnanové a ¼ ve formě amonné. Hnojivo je vhodné k základnímu hnojení, ale i k přihnojování během vegetace, dokonce i kvetoucích rostlin, nejsou-li v blízkosti nebo nelétají včely. V 1 litru DAMu je obsaženo 39 % Kg N. (Lovochemie, 2015).

### 4. Močovina

Močovina je granulované dusíkaté hnojivo, obsahující 46 % dusíku v amidové formě. Hnojivo je vhodné k základnímu i hnojení během vegetace. Hnojivo je vhodné k přípravě roztoků a následné aplikaci na list rostlin. Pro hnojení řepky ozimé je doporučená dávka 300 – 500 kg/ha (Agrochemtrade, 2015).

### 5. Ledek amonný s vápencem (LAV)

Ledek amonný s vápencem je granulované dusíkaté hnojivo, obsahující 27 % dusíku. LAV obsahuje dusík v nitrátové formě. Hnojivo lze využít od jarního regeneračního hnojení až po kvalitativní hnojení, pro řepku olejnou jsou doporučené dávky pro regenerační a produkční hnojení 200 – 400 kg/ha (Lovochemie, 2015).

## 6. UREAstabil

UREAstabil je granulované dusíkaté hnojivo inhibitorem ureázy, obsahující 46 % dusíku v amidové formě. Hnojivo se doporučuje k základnímu i hnojení během vegetace. Hnojivo je vhodné k přípravě roztoků a následné aplikaci na list rostlin. K hnojení řepky olejné se nedoporučuje k prvnímu jarnímu regeneračnímu hnojení silně poškozené vyzimované řepky. Doporučené dávky pro hnojení řepky olejné od 300 KG N/ha až po 450 kg/ha (Agropodnik Hradec Králové, 2015).

### 4.9 Odběry a měření

V podzimní a jarní části vegetace při odběrech rostlin byly sledovány znaky:

- Hmotnost sušiny kořenů a listů
- Obsah minerálního dusíku v půdě ( $N_{\min}$ )
- Výnos semen
- Olejnatost semen

Na podzim byly provedeny odběry téměř měsíc po hnojení obou pokusů a na jaře uvedené v tabulkách č. 13 a 14.

**Tab. č. 13: Termíny odběrů rostlin z pokusu 1**

<b>Rok</b>	<b>Druh odběru</b>	<b>Podzimní odběr</b>	<b>Jarní odběr</b>
2013/2014	Odběr rostlin	18. 11. 2013	19. 3. 2014
	$N_{\min}$	19. 11. 2013	13. 2. 2014
2014/2015	Odběr rostlin	27. 11. 2014	15. 1. 2015
	$N_{\min}$	15. 12. 2014	10. 2. 2015
2015/2016	Odběr rostlin	26. 11. 2015	5. 2. 2016
	$N_{\min}$	7. 12. 2015	15. 2. 2016

**Tab. č. 14: Termíny odběrů rostlin z pokusu 2**

Rok	Druh odběru	Podzimní odběr	Jarní odběr
2013/2014	Odběr rostlin	9. 12. 2013	19. 3. 2014
	N <sub>min</sub>	19. 11. 2013	13. 2. 2014
2014/2015	Odběr rostlin	27. 11. 2014	22. 1. 2015
	N <sub>min</sub>	15. 12. 2014	10. 2. 2015
2015/2016	Odběr rostlin	26. 11. 2015	5. 2. 2016
	N <sub>min</sub>	7. 12. 2015	15. 2. 2016

Z každé parcelky bylo odebráno 10 rostlin po sobě jdoucích v řádku, které byly následně omyty. Omytí rostlin se dělalo z toho důvodu, aby odstranila zemina a jiné nečistoty, zejména z kořenů rostlin. Po omytí rostlin, byla odstraněna nadzemní části rostlin a kořeny byly zváženy a umístěny do sušárny, kde se 8 hodin sušily při 105°C. Po vysušení byly kořeny zváženy na analytických vahách přesností na jedno desetinné místo.

Obsah minerálního dusíku v půdě (N<sub>min</sub>) se stanovoval na základě podzimních odběrů, a jarních odběru provedeného v tabulkách č. 13 a 14. Pomocí sondýrky se odebral vzorek zeminy, ze kterého byl následně stanoven obsah minerálního dusíku v půdě v laboratoři.

Sklizeň byla provedena maloparcelkovou sklízecí mlátičkou Wintersteiger. Po sklizni byly sklizené vzorky zváženy, následně se odebral vzorek pro stanovení čistoty a vlhkosti. Čistota se stanovila zvážením nevyčištěného a vyčištěného vzorku, který vznikl přefoukáním nevyčištěného vzorku. Čistota byla stanovena podle vzorce  $Q = \frac{m1}{m0} * 100$  (m1 – hmotnost navážky zkušební vzorku v g, m0 – hmotnost nečistot v g) v procentech. Vlhkost byla stanovena pomocí vlhkoměru. Výnos jednotlivých variant v t/ha byl přepočten na 8 % vlhkosti a 2 % nečistot.

## 5 Výsledky

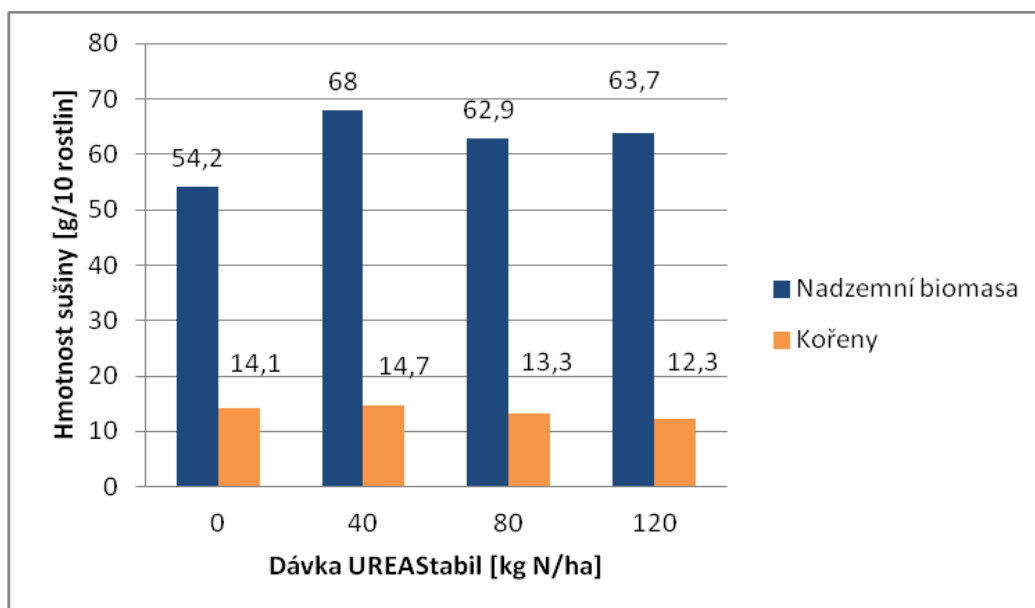
### 5.1 Výsledky podzimního odběru rostlin

#### **Hmotnost sušiny kořenů a nadzemní biomasy**

- **Pokus 1**

Hmotnost sušiny kořenů a nadzemní biomasy u stupňovitých dávek dusík je znázorněna v grafu č. 3, přičemž v tomto grafu jsou vyhodnoceny tříleté průměry z ročníků 2013/2014 – 2015/2016 (viz. příloha č. 9). Teplý průběh podzimní části vegetace po podzimní aplikaci dusíku více podporoval nárůst nadzemní biomasy. V rámci třech sledovaných let se ukázala za nejefektivnější aplikace na podzim 40 kg N/ha, která nejlépe podporovala, jak růst kořenů i nadzemní biomasy. Naopak dávka 120 kg N /ha více podporovala růst nadzemní biomasy a inhibovala růst kořenů (viz. fotografická příloha č. 49). Statisticky nebyl zjištěn průkazný rozdíl v žádném parametru. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 13 - 16).

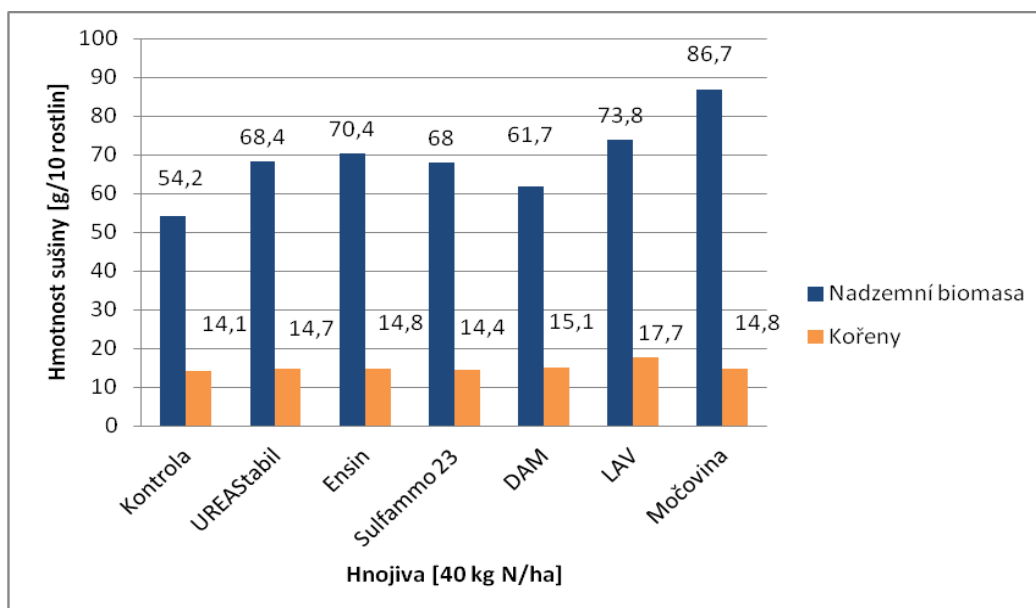
**Graf č. 3: Hmotnost sušiny kořenů a nadzemní biomasy (g/10 rostlin) na základě stupňovitých N dávek v hnojivu UREAstabil.**



- **Pokus 2**

V grafu č. 4 je vyhodnocen průměr z podzimních odběrů rostlin z ročníků 2013/2014 – 2015/2016 (viz. příloha č. 10). Z hnojiv byly vyhodnoceny jako nejlépe vyhodnoceny hnojiva močovina, LAV, Ensin a UREAstabil. Růst nadzemní biomasy nejvíce podpořila močovina a růst kořenů LAV. Statisticky nebyl zjištěn průkazný rozdíl ani v jenom parametru. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 15 - 20).

**Graf č. 4 : Hmotnost sušiny kořenů a nadzemní biomasy (g/10 rostlin) na základě využití různých dusíkatých hnojiv.**

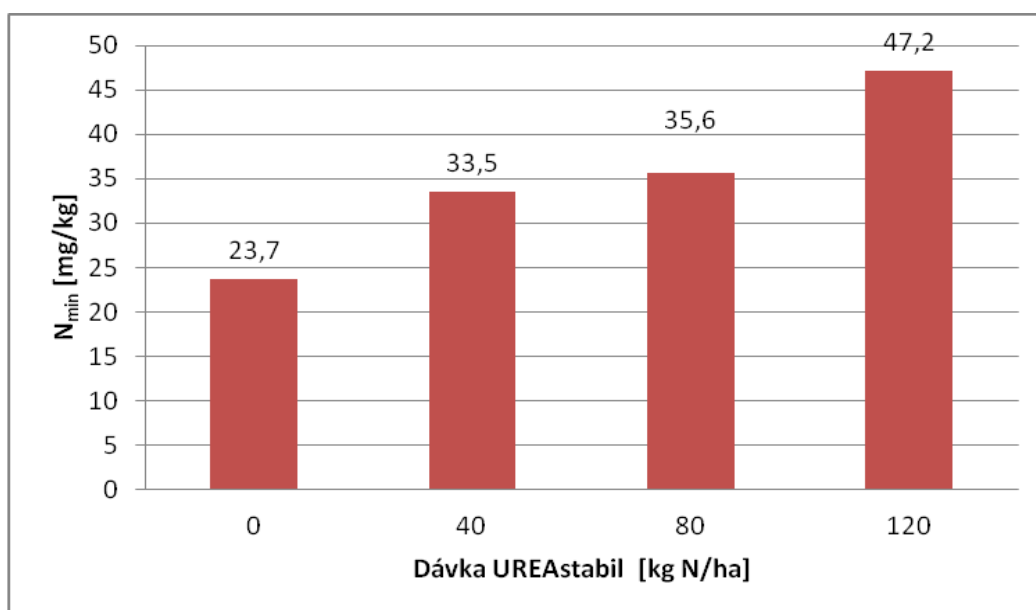


#### **Obsah minerálního dusíku v půdě**

- **Pokus 1**

Obsah minerálního dusíku v půdě ( $N_{\min}$ ) v grafu č. 4 byl vyhodnocen jako tříletý průměr z ročníků 2013/2014 – 2015/2016 (viz. příloha č. 9). Hnojení dusíkem na podzim a minerální dusík m zabezpečit výživu řepky během zimní části vegetace, to nejlépe zabezpečila varianta hnonejná 120 kg N/ha. Varianty 40 a 80 kg N/ha měli téměř stejní hodnoty  $N_{\min}$ .

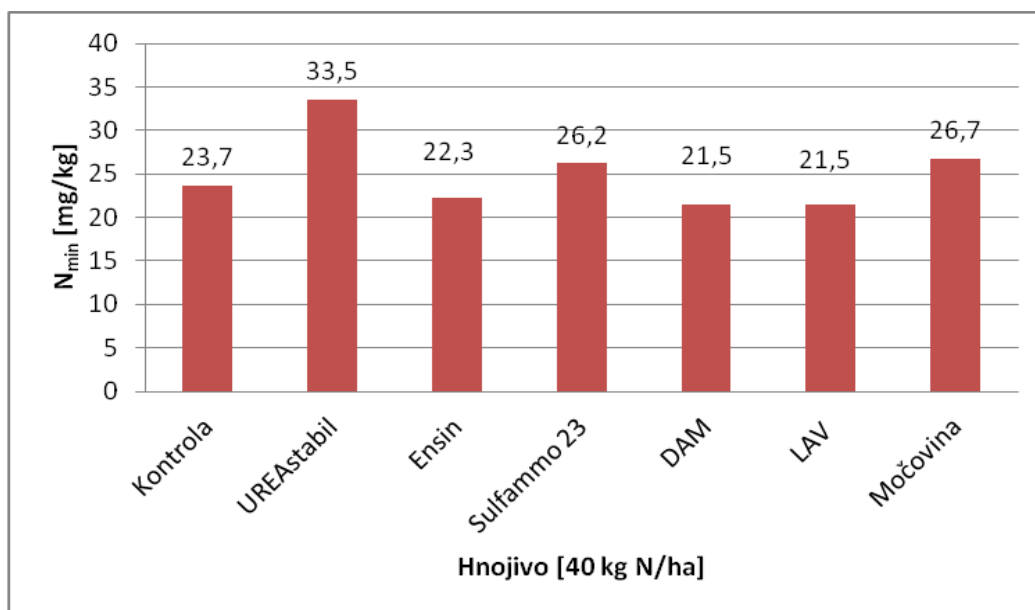
**Graf č. 4: Obsah minerálního dusíku v půdě (0 – 30 cm) po podzimním hnojení hnojivem UREAstabil.**



- **Pokus 2**

V grafu č. 5 jsou uvedeny výsledky tříletého průměru obsahu minerálního dusíku v půdě ( $N_{\min}$ ) z ročníků 2013/2014 – 2015/2016 (viz příloha č. 10). Největší obsah minerálního dusíku v půdě byl zjištěn u varinaty hnojené hnojivem UREAstabil, pak následovně hnojiva Sulfammo 23 a močovina s téměř stejným obsahem  $N_{\min}$  v půdě. Hnojiva Ensin, DAM, LAV vykazaly nižší hodnotu minerálního dusíku v půdě než nehnojené kontrola.

**Graf č. 5: Obsah minerálního dusíku v půdě (0 – 30 cm) po podzimním hnojení různými dusíkatými hnojivy.**



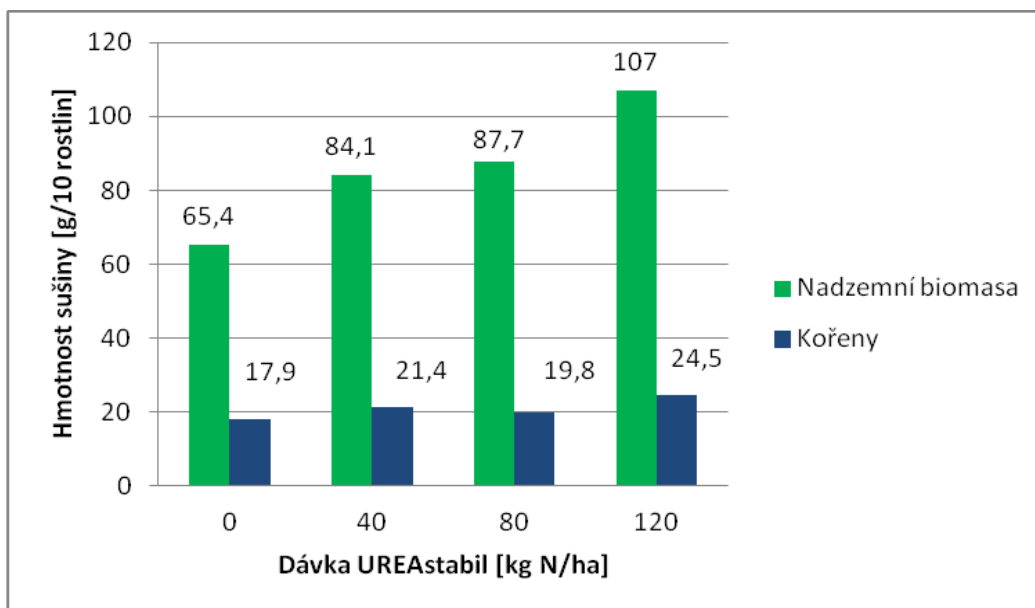
## 5.2 Výsledky jarního odběru rostlin

### Hmotnost sušiny kořenů

- **Pokus 1**

Při vyhodnocení tříletého průměru z odběrů rostlin v ročnících 2013/2014 – 2015/2016 sušiny nadzemní biomasy a kořenů (viz příloha č. 9) v grafu č. 6. Nejvyšší nárůst sušiny kořenů a nadzemní biomasy byl zjištěn u varianty hnojené 120 kg N/ha. U variant 80 a 40 kg N/ha byly zjištěny podobné hodnoty hmotnosti sušiny kořenů a nadzemní biomasy. Staticky průkazný rozdíl byl zjištěn u hmotnosti sušiny nadzemní biomasy mezi kontrolou a 120 kg N/ha. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz příloha č. 21 - 24).

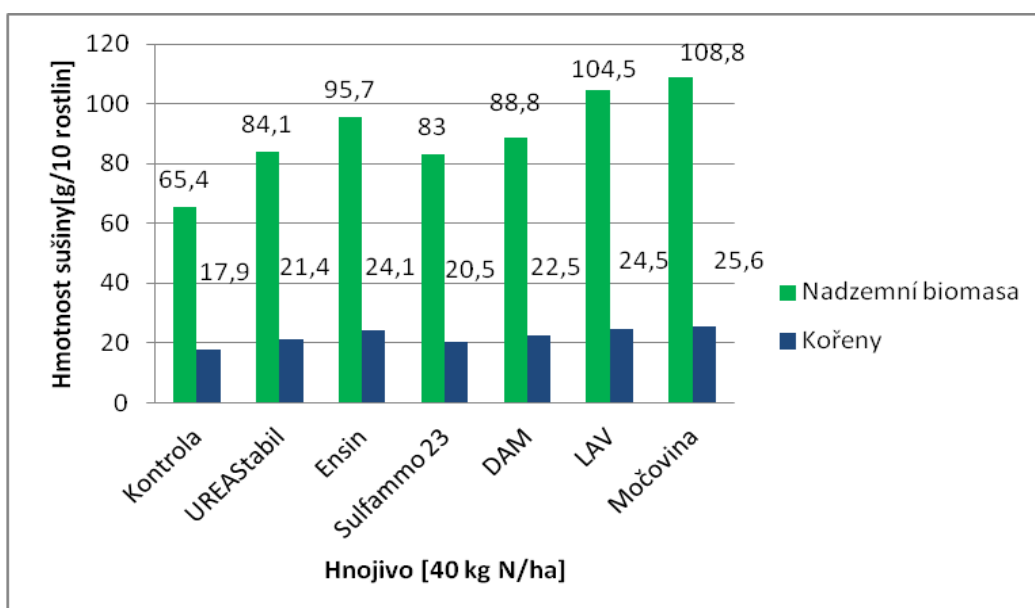
**Graf č. 6: Hmotnost kořenů a nadzemní biomasy (g/10 rostlin) na základě různých dávek hnojiva UREAstabil průměru z jarních odběrů rostlin.**



- **Pokus 2**

Vyhodnocení působení různých dusíkatých hnojiv po jarním odběru v grafu č. 7 bylo hodnoceno jako tříletý průměr z ročníků 2013/2014 – 2015/2016 (viz. Příloha č. 10). Všechny varianty překonaly, přičemž největší nárůst sušiny kořenů i nadzemní biomasy byl zaznamenán u hnojiv Močovina a LAV. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn u hmotnosti sušiny nadzemní biomasy mezi nehnojenou kontrolou a hnojivy Ensin, Sulfammo 23, Močovina a LAV. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn také u hmotnosti sušiny kořenů mezi nhnojenou kontrolou a Sulfammem 23. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 25 - 28).

**Graf č. 7: Hmotnost kořenů a nadzemní biomasy (g/10 rostlin) na základě využití různých dusíkatých hnojiv průměru z jarních odběrů rostlin.**



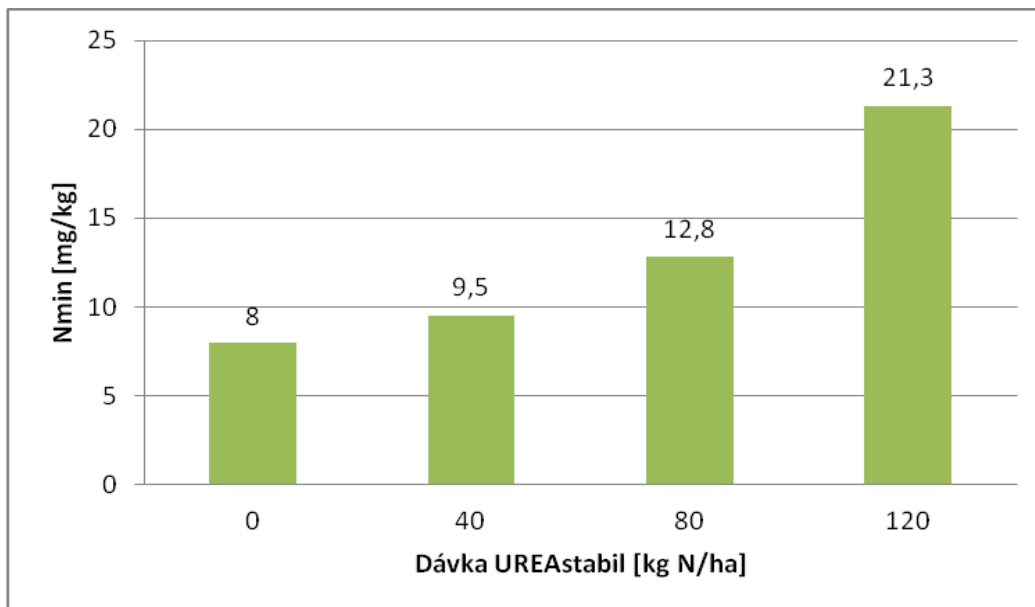


### **Obsah minerálního dusíku v půdě**

- **Pokus 1**

Při jarním odběru byl hodnocen i obsah minerálního dusíku ( $N_{\min}$ ) v půdě v rámci hodnocení tříletého průměru z ročníků 2013/2014 – 2015/2016 (viz. Příloha č. 9) je znázorněn v grafu č. 9. Nejnižší obsah  $N_{\min}$  byl po nehnojené kontrole zaznamenán u varianty 40 kg N/ha, přičemž stejný odběr dusíku během zimní části vegetace byl téměř stejný jako u varianty 120 kg N/ha.

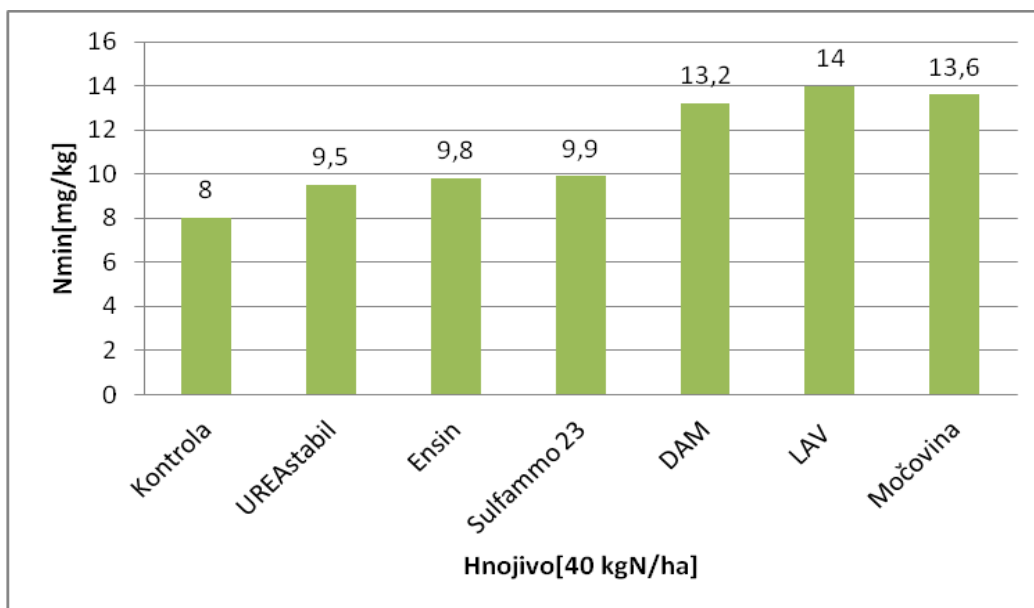
**Graf č. 8: Obsah minerálního dusíku v půdě (0 – 30 cm) po podzimním hnojení hnojivem UREAstabil průměru z jarních odběrů rostlin.**



- **Pokus 2**

V grafu č. 9 jsou zhodnoceny tříleté průměry obsahu minerálního dusíku ( $N_{\min}$ ) v půdě na základě výsledků odběrů z ročníků 2013/2014 – 2015/2016. Nejnižší obsah minerálního dusíku v půdě byl zaznamenán u hnojiv UREAstabil, Ensin a Sulfammo 23, přičemž největší rozdíl oproti podzimnímu odběru  $N_{\min}$  byl u varianty hnojené hnojivem UREAstabil. U hnojiv DAM, LAV, Močovina byl dusík využit přibližně z 50 %.

**Graf č. 9: Obsah minerálního dusíku v půdě (0 – 30 cm) po podzimním hnojení různými dusíkatými hnojivy průměru z jarních odběrů rostlin.**



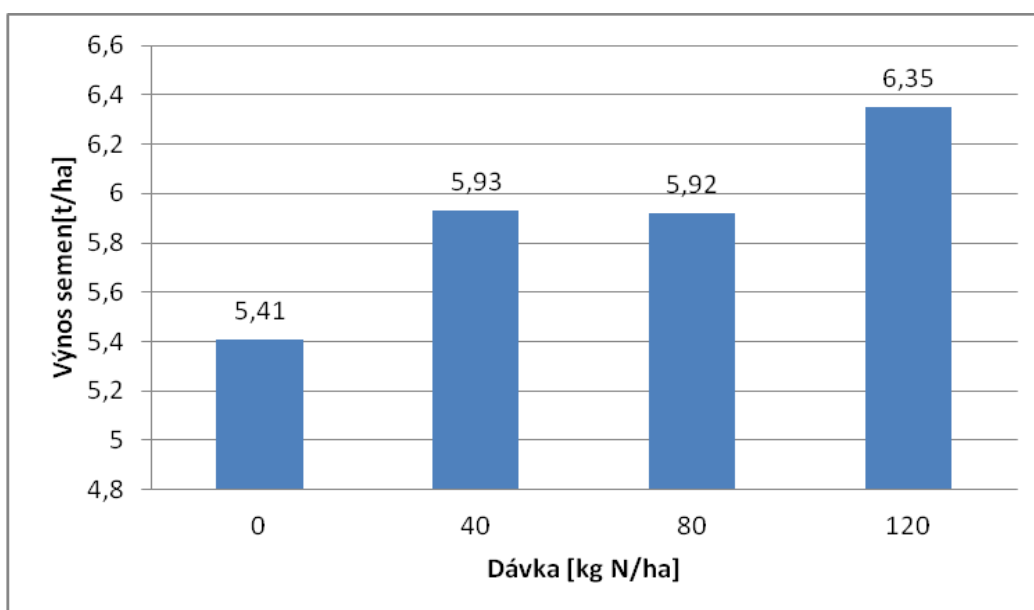
### 5.3 Výnos semen

#### 5.3.1 Výnos semen 2013/2014

- **Pokus 1**

Výnos semen je zobrazen v grafu č. 10 a to vliv dávek dusíku v hnojivu UREAstabil. Nejvyšší výnos byl zjištěn po aplikaci 120 kg N/ha. Kontrola měla výnos 100% a navýšení oproti kontrole u varianty 120 kg N/ha bylo o 17 %. Varianty 80 a 40 kg N/ha navýšily výnos přibližně stejně a to o 9 – 10 %. Statisticky průkazný rozdíl nebyl zjištěn. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 29, 30).

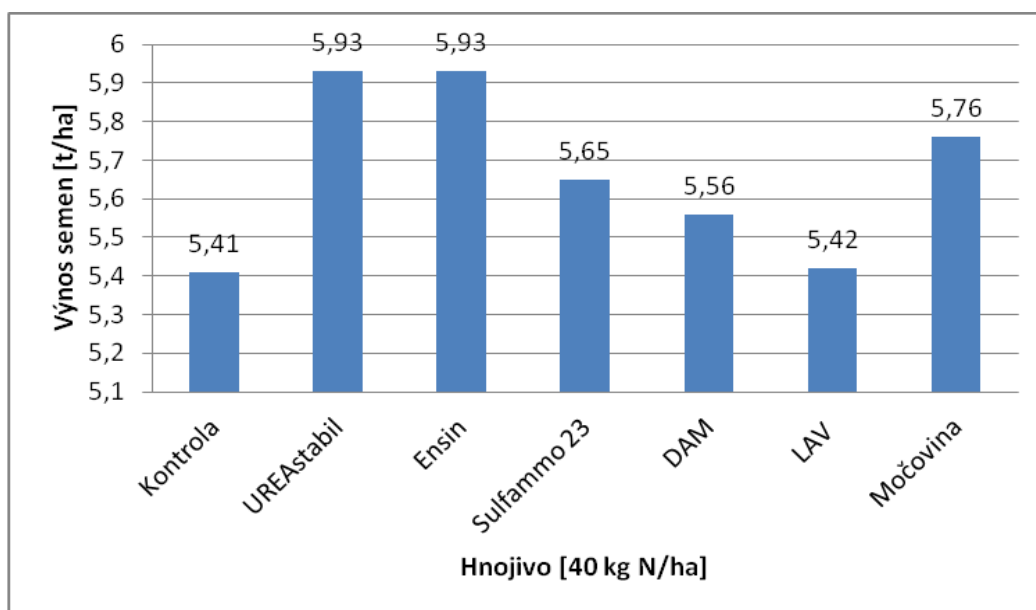
**Graf č. 10: Výnos semen řepky olejky hnojené různými variantami UREAstabil**



- **Pokus 2**

Vliv různých dusíkatých hnojiv na podzim, je znázorněn v grafu č. 11 z kterého je vyplývá, že nejvíce výnos semen ovlivnily hnojiva UREAstabil a Ensin. Srovnání hnojiv UREAstabil a Ensin s nehnojenou kontrolou, která činila 100 % výnosu tyto hnojiva, zvýšily výnos o 10 %. Varianta hnojená LAV měla téměř stejný výnos jako nehnojená kontrola. Statisticky průkazný rozdíl nebyl zjištěn. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 31,32).

**Graf č. 11: Výnos semen řepky olejky hnojené různými dusíkatými hnojivy**

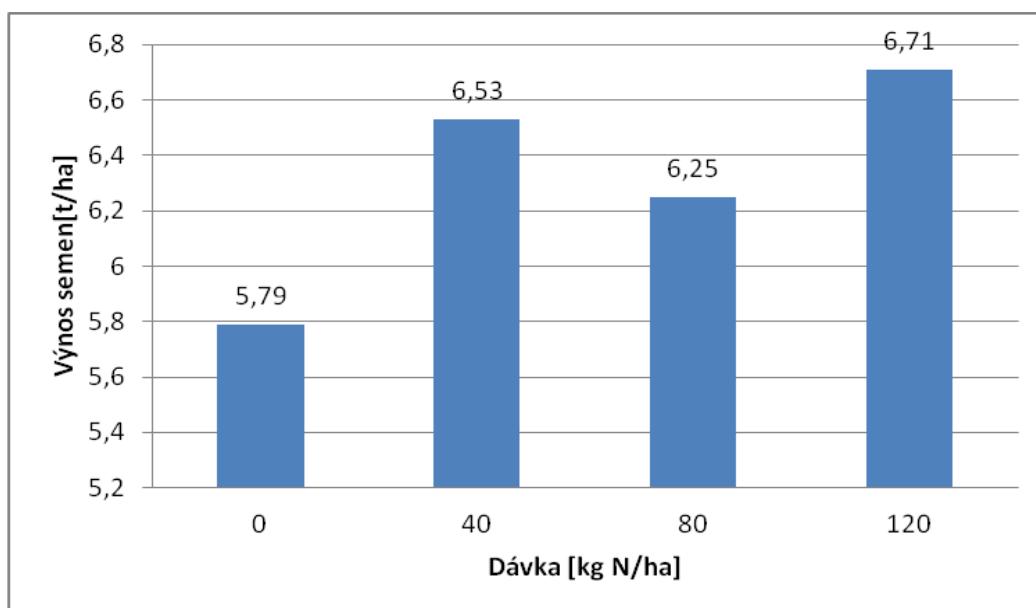


### 5.3.2 Výnos semen 2014/2015

- **Pokus 1**

V roce 2014/2015 byl výnos semen z variant 40 a 120 kg N/ha téměř srovnatelné. Varianta 40 kg N/ha zvýšila výnos o 12 % a varianta hnojená na podzim 120 kg N/ha hnojivem UREAstabil zvýšila výnos semen o 15 % ve srovnání s nehnojenou kontrolou, která činila 100 %. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn u dávek 40, 80, 120 kg N/ha oproti nehnojené kontrole. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 33, 34).

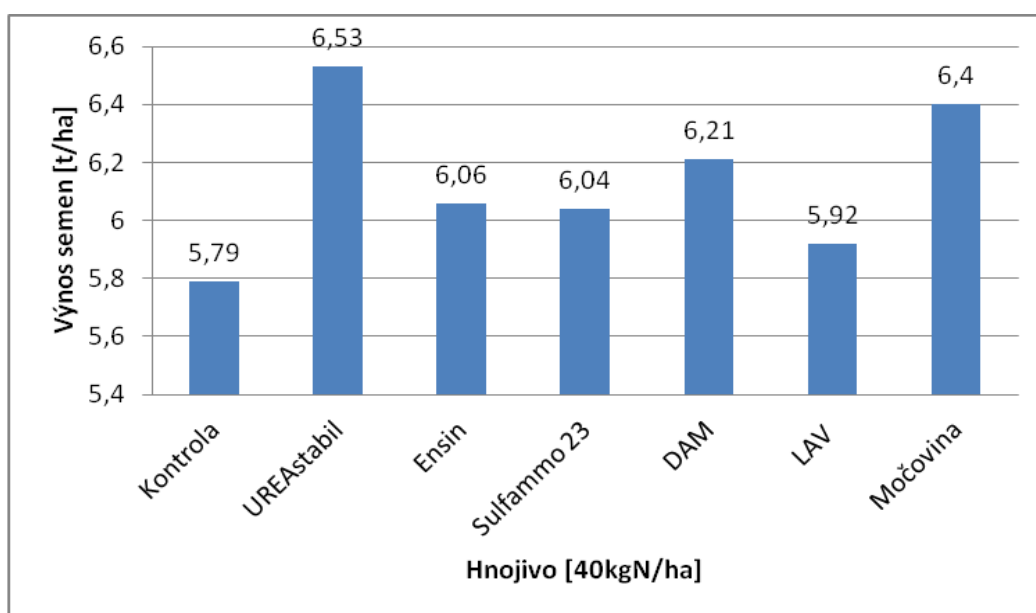
**Graf č. 12: Výnos semen řepky olejky hnojené různými variantami UREAstabil**



- **Pokus 2**

V roce 2014/2015 nejvíce podpořila výnos aplikace hnojiva UREAstabil a Močovina. U hnojiv UREAstabil se zvýšil výnos semen o 12 % a po aplikaci močoviny na podzim podpořila zvýšení výnosu semen o 11 % oproti nehnojené kontrole, která tvořila 100 % výnosu. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi hnojivem UREAstabil a nehnojenou kontrolou. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 35, 36).

**Graf č. 13: Výnos semen řepky olejky hnojené různými dusíkatými hnojivy**

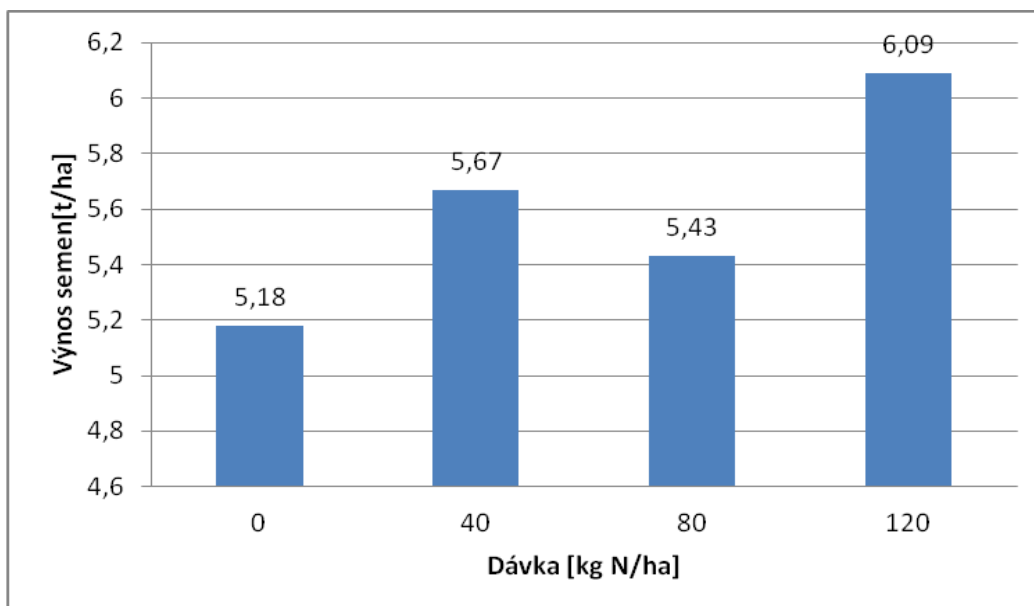


### 5.3.3 Výnos semen 2015/2016

- **Pokus 1**

Výnos řepky po aplikaci stupňovitých dávek dusíku v roce 2015/2016 je zaznamenán v grafu č. 14. Nejvyšší výnos byl zjištěn u varianty hojené 120 kg N/ha, kde se navýšil výnos o 18 % ve srovnání s nehnojenou kontrolou (100 %). Varianta hnojená 40 kg N/ha navýšila výnos oproti nehnojené kontrole o 10 %. Všechny varianty překonaly výnosově nehnojenou kontrolu. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi nehnojenou kontrolou a variantami hnojenými 40 s 120 kg N/ha. Dále byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi variantami 80 kg N/ha a 120 kg N/ha. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 37, 38).

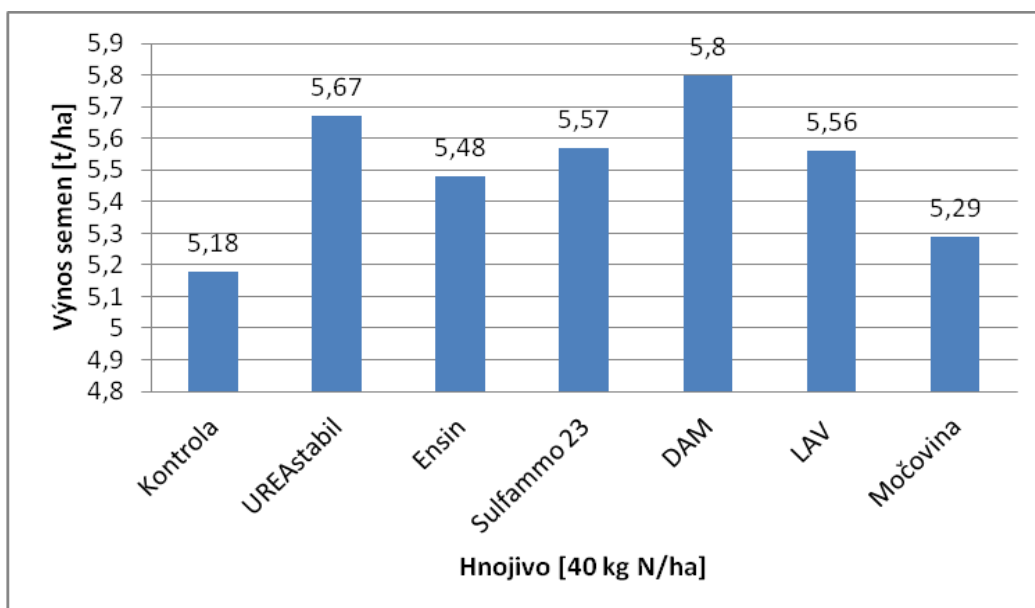
**Graf č. 14: Výnos semen řepky olejky hnojené různými variantami UREAstabil**



- **Pokus 2**

Vliv aplikace různých dusíkatých hnojiv na podzim o dávce 40 kg N/ha je znázorněn v grafu č. 15. Nejvyšší výnos semen řepky byl zaznamenán u hnojiva DAM, které navýšilo výnos oproti nehnojené kontrole o 12 %, varianta hnojená hnojivem UREAstabil navýšila výnos o 9 % ve srovnání s nehnojenou kontrolou (100 %). Všechna zkoušená hnojiva převýšila výnosem nehnojenou kontrolu. Statisticky průkazné rozdíly byly zjištěny mezi nehnojenou kontrolou a hnojivy UREAstabil a DAM, dále byl jistěn statisticky průkazný rozdíl mezi jednotlivými hnojivy a to mezi hnojivem DAM a UREAstabil. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi variantami hnojenými hnojivy ensin a močovina. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 39, 40).

**Graf č. 15: Výnos semen řepky olejky hnojené různými dusíkatými hnojivy**

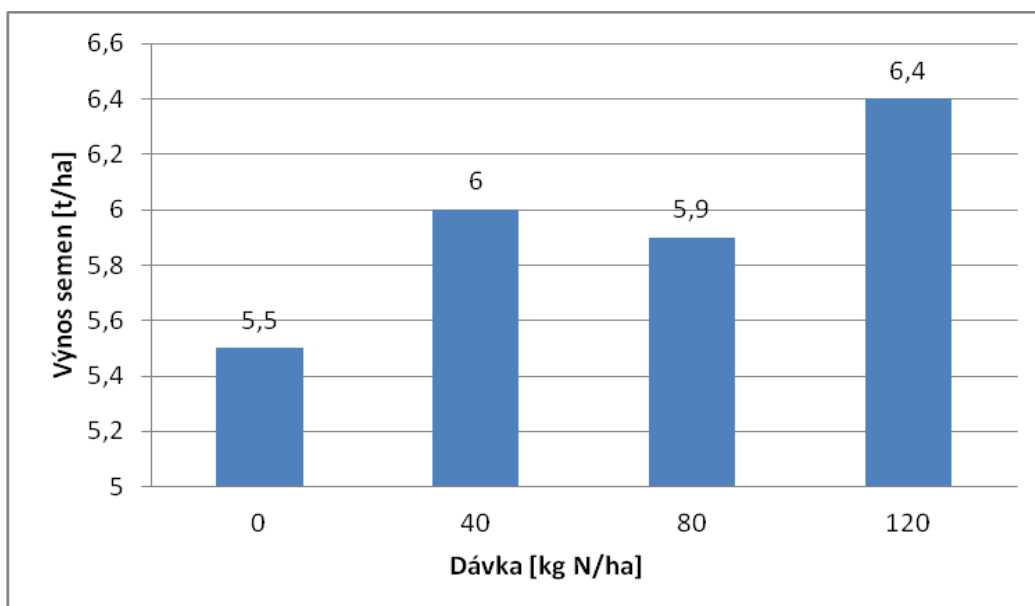


#### 5.3.4 Výnos semen tříletý průměr z ročníků 2013/2014 – 2015/2015

- **Pokus 1**

V rámci hodnocení vlivu stupňovitých dávek dusíku na výnos semen řepky, které byly aplikovány na podzim v ročních 2013/2014 – 2015/2016 je znázorněno v grafu č. 16. Největší vliv měla dávka 120 kg N/ha, která navýšila výnos průměrně o 16 % ve srovnání s nehnojenou kontrolou (100 %). Výrazněji se také projevila dávka 40 kg N/ha která výrazně zvýšila výnos průměrně o 9 %. Statisticky průkazný rozdíl nebyl zjištěn. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 41, 42).

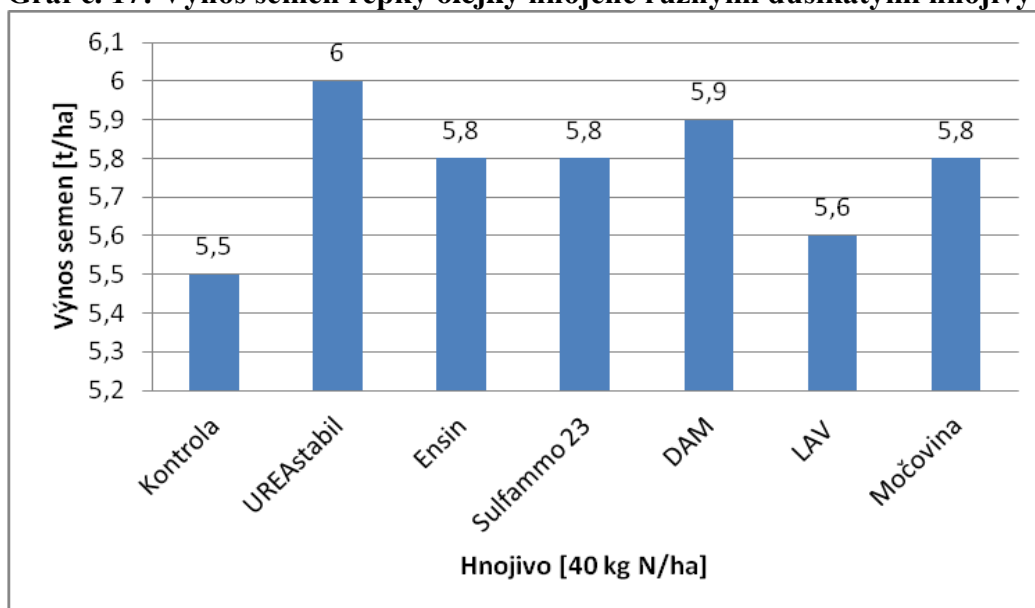
**Graf č. 16: Výnos semen řepky olejky hnojené různými variantami UREastabil**



- **Pokus 2**

Vliv různých dusíkatých hnojiva výnos semen v letech 2013 – 2016 byl vyhodnocen jako tříletý průměr z jednolitých let, který je zaznamenán v grafu č. 17. Největší vliv na výnos semen byl zjištěn u varianty hnojené hnojivem UREAstabil, kde činil nárůst výnosu o 9 %, oproti nehnojené kontrole (100 %). Aplikace hnojiva DAM na podzim zvýšil výnos o 7 % ve srovnání s nehnojenou kontrolou. Statisticky průkazný rozdíl nebyl zjištěn u žádné varianty. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 43, 44).

**Graf č. 17: Výnos semen řepky olejky hnojené různými dusíkatými hnojivy**

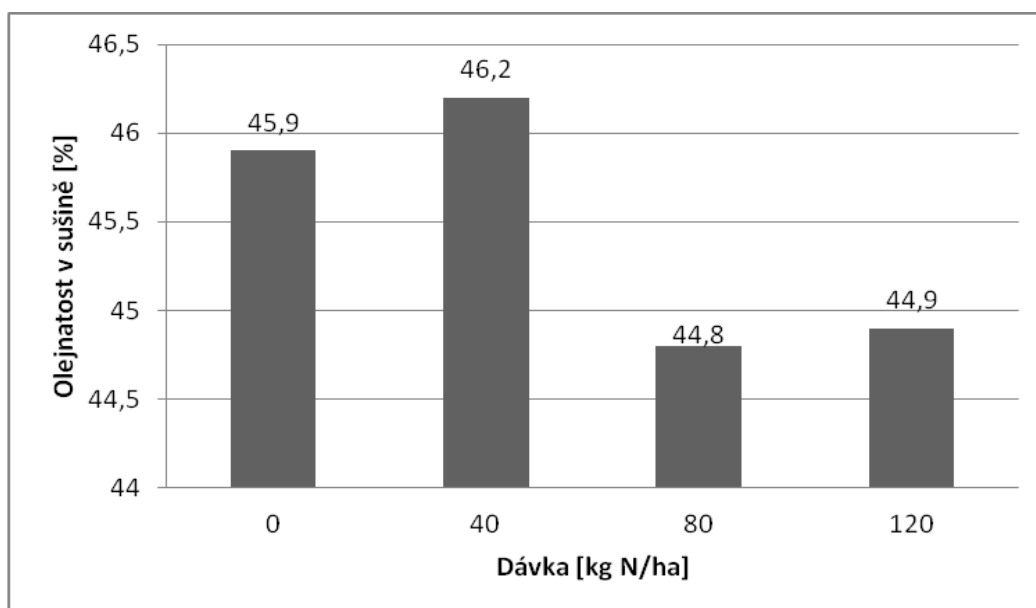


#### 5.4 Olejnatost semen

- **Pokus 1**

Vliv aplikace stupňovitých dávek dusíku na podzim za období 2013/2014 – 2015/2016 je vyhodnocen jako tříletý průměr v grafu č. 17, olejnatost v jednotlivých letech je uvedena v příloze č. 9. Nejvyšší olejnatost byla jistěna u varianty hnojené 40 kg N /ha, která jako jediná varianta, která převýšila nehnojenou kontrolu. Negativně podzimní hnojení ovlivnilo olejnatost semen řepky u variant 80 a 120 kg N/ha. Statisticky průkazný rozdíl nebyl jistěn mezi žádnými variantami. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 45, 46).

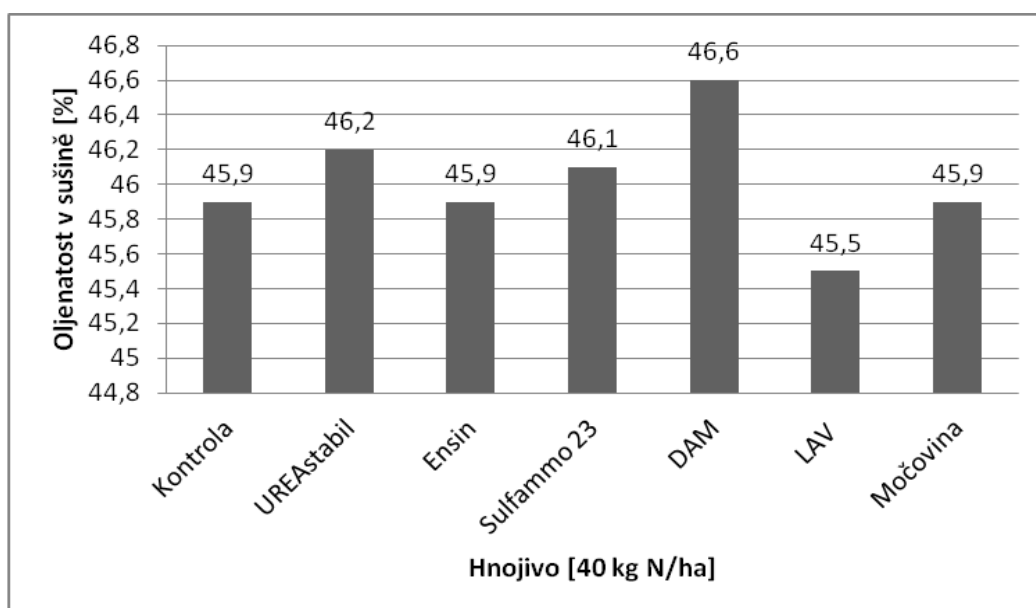
**Graf č. 17: Vliv stupňovitých dávek dusíku na olejnatost semen řepky olejky**



- **Pokus 2**

Vliv aplikace různých dusíkatých hnojiv na podzim v ročnících 2013/2014 – 2015/2016, byla vyhodnocena jako průměr z tří sledovaných let ( viz příloha č. 10), která je znázorněna v grafu č. 18. Varianty, které překonaly nehnojenou kontrolu hnojiva UREAstabil a DAM a Sulfammo 23. Nejvyšší olejnatost byla zaznamenána u hnojiva DAM. Srovnatelná olejnatost s nehnojenou kontrolou byla zjištěna u hnojiv Ensin a Močovina. Nižší olejnatost semen řepky byl zjištěna u hnojiva LAV. Statisticky průkazný rozdíl nebyl zajištěn u žádného hnojiva. Data byla vyhodnocena pomocí analýzy rozptylů podle Tuckeyova testu (viz. příloha č. 47, 48).

**Graf č. 18: Vliv různých dusíkatých hnojiv na olejnatost semen řepky olejky**





## 5.5 Ekonomické zhodnocení

### • Pokus 1

Ekonomický hodnocení stupňovitých dávek dusíku bylo vyhodnoceno jako průměr za období 2013/2014 – 2015/2016, jednotlivé roky jsou vyhodnoceny v příloze č. 11. Nejvyšší ekonomický přínos byl zaznamenán u varianty hnojené 120 kg N/ha, která měla i nejvyšší výnosy semen. Výrazný ekonomický přínos byl také zjištěn u varianty 40 kg N/ha, kde činil ekonomický zisk 4 970 Kč/ha.

**Tab. č. 15 : Ekonomické zhodnocení stupňovitých dávek dusíku v hnojivu UREAstabil**

Dávka UREAstabil [kg N/ha]	Množství hnojiva [t/ha]	Náklady (aplikace + hnojivo) [Kč/ha]	Tržba celkem [Kč/ha]	Čistá tržba (Tržba – náklady na podzimní hnojení) [Kč/ha]	Ekonomické zhodnocení (Zisk/Ztráta) [Kč/ha]
0 (Kontrola)	0	0	54 311	54 311	0
40	0,087	1 214	60 091	58 877	4 970
80	0,174	2 147	58 322	56 175	2 578
120	0,261	3 082	603 507	60 425	7 139

### • Pokus 2

Ekonomické vyhodnocení různých dusíkatých hnojiv je vyhodnoceno v tabulce č. 16 jako průměr za roky 2013/2014 – 2015/2016, jednotlivé roky jsou vyhodnoceny v příloze č. 12. Nejvyšší ekonomický přínos byl zjištěn u hnojiva UREAstabil, kde byl vysoký výnos semen řepky a příznivá cena hnojiva. Hnojiva DAM, Ensin a Močovina neměli tak vysoký ekonomický přínos jakou UREAstabil díky kolísání výnosů v jednotlivých letech. U hnojiva LAV byl ekonomický přínos nízký díky kolísání výnosu semen řepky, v letech 2013 a 2014 byla tato aplikace na podzim ztrátová. Aplikace hnojiva Sulfammo 23 nepřinesla výraznější ekonomický přínos a to díky vysoké ceně hnojiva, která činila aplikaci Sulfamma 23 v letech 2013 a 2014 taktéž ztrátovou.

**Tab. č. 16: Ekonomické zhodnocení hnojených různými hnojivy v rámci tříletého průměru**

Hnojivo [40 kg N/ha]	Množství hnojiva [t/ha]	Náklady (aplikace + hnojivo) [Kč/ha]	Tržba celkem [Kč/ha]	Čistá tržba (tržba – náklady na podzimní hnojení) [Kč/ha]	Ekonomické zhodnocení (Zisk/Ztráta) [Kč/ha]
0 (Kontrola)	0	0	54 311	54 311	0
Ensin	0,154	1 512	57 922	56 410	2 099
DAM	0,133	1 113	58 314	57 201	2 891
LAV	0,148	1 239	56 057	54 818	508
UREAstabil	0,087	1 214	60 091	58 877	4 970
Močovina	0,087	1 051	57 790	56 739	2 428
Sulfammo 23	0,174	2 845	57 323	54 478	168

## 5.6 Celkové výsledky

V podzimní části vegetace byl vyhodnocen vliv stupňovitých dávek dusíku a vliv různých dusíkatých hnojiv jako tříletý průměr za období 2013/2014 – 2015/2016. Při aplikaci stupňovitých dávek dusíku (0, 40, 80, 120 kg N/ha) a různých dusíkatých hnojiv se sledoval i obsah minerálního dusíku v půdě ( $N_{\min}$ ), rovněž jako tříletý průměr za roky 2013 – 2016. Při vyhodnocování stupňovitých dávek dusíku byl zjištěn největší nárůst nadzemní biomasy i kořene u varianty hnojené 40 kg N/ha v hnojivu UREAstabil. Varianta hnojená 120 kg N/ha inhiboval růst kořenů, kde byla hmotnost sušiny nižší než nehnojená kontrola. Varianty 120 kg N/ha byla zjištěna nejvyšší hodnota  $N_{\min}$  na podzim. Z hlediska hnojiv byl růst nadzemní biomasy zjištěn po aplikaci 40 kg N/ha močoviny, ovšem růst kořenů byl zjištěn varianty hnojené hnojivem LAV o dávce 40 kg N/ha.

Po jarních odběrech bylo zřejmé, že v pokusu se stupňovitými dávkami dusíku, který byl rovněž vyhodnocený jak průměr z ročníků 2013/2014 – 2015/2016 nejvíce podpořilo růst nadzemní biomasy i kořenů v průběhu zimy varianta hnojená na podzim 120 kg N/ha hnojivem UREAstabil. Ovšem nejvyšší využitelnost dusíku přes zimu byla zjištěna u varianty, kde byla aplikována dávka 40 kg N/ha hnojiva UREAstabil přibližně 70 %. Z aplikovaných dusíkatých hnojiv na podzim byl zjištěn největší vliv během zimy v nárůstu nadzemní biomasy a kořenů zjištěn u hnojiv močovina a LAV, kde byly využitelnost  $N_{\min}$  u močoviny 49 % a LAVu 34 %. Nejvyšší využitelnost byla během zimy u hnojiva UREAstabil o dávce 40 kg N/ha přibližně 70 %.

Z hlediska výnosů semen řepky byly hodnoceny samotné ročníky, ale i průměrný výnos za ročníky 2013/2014 – 2015/2016. Nejvyšší semen u stupňovitých dávek dusíku byl zjištěn u varianty hnojené 120 kg N/ha, kde byl výnos navýšen oproti nehnojené kontrole (100 %) o 16 %. Významné navýšení výnosu semen bylo zjištěno u varianty, na kterou bylo aplikováno 40 kg N/ha, kde činilo navýšení výnosu o 9 %. U pokusu s různými dusíkatými hnojivy nejvíce zvýšila výnos semen varianta hnojená hnojivem UREAstabil a to o 9 % oproti nehnojené kontrole (100 %). Nejnižší nárůst výnosu byl zjištěn u hnojiva LAV, kde činil rozdíl oproti nehnojené odrole 100 kg, což je navýšení o 2 %.

Ekonomické vyhodnocení bylo hodnoceno také, jako průměr za ročníky 2013/2014 – 2015/2016. V případě stupňovitých dávek dusíku nedošlo ke ztrátě u žádné ze zkoušených variant. Nejvyšší ekonomický přínos byl zjištěn u varianty hnojené 120 kg N/ha a zisk činil 7 139 Kč/ha. Významný ekonomický přínos byl také u varianty 40 kg N/ha, kde zisk činil 4 970 Kč/ha. U zkoumaných dusíkatých hnojiv byl nevyšší ekonomický přínos zjištěn u hnojiva UREAstabil a to se ziskem 4 970 Kč/ha. Hnojiva Ensin, DAM a Močovina dosáhly zisku od 2099 do 2891 Kč/ha. Hnojiva s nízkou ziskovostí LAV a Sulfammo 23 přinesly ekonomický přínos ve stovkách korun na hektar. U hnojiva LAV byl ekonomický přínos nízký díky kolísání výnosu semen řepky, v letech 2013 a 2014 byla tato aplikace na podzim ztrátová. Aplikace hnojiva Sulfammo 23 nepřinesla výraznější ekonomický přínos a to díky vysoké ceně hnojiva, která činila aplikaci Sulfamma 23 v letech 2013 a 2014 taktéž ztrátovou.

## 6 Diskuse

Podzimní hnojení dusíkem je značně závislé na průběhu kryptovegetace. V případě mírné zimy kořeny stále rostou a potřebují k růstu potřebné živiny, především dusík. Při nepříznivé zimě nemusí podzimní hnojení dusíkem navýšit hektarový výnos, ani nemusí mít ekonomický přínos. Podzimní hnojení dusíkem se nejlépe zhodnotí při mírných zimách na hektarovém výnosu i zvýšení tržeb. Řepka na podzim spotřebuje 84 kg N/ha (Černý a kol., 2015). Hlavní úkol podzimního hnojení spočívá v podpoře růstu kořenů během kryptovegetace.

Jestliže je teplý podzim, tak hnojiva s převažující amonnou nebo amidovou částí dusíku neprojeví na podzim, ale z výsledků jarního odběru vyplývá, že hnojiva s převažující amonnou částí dusíku lépe podpořily růst kořenů. U hnojiva LAV, které obsahuje z jedné poloviny nitrátový dusík, byla zaznamenána nejvyšší hmotnost sušiny kořenů a jedna z nejvyšších hmotností sušiny nadzemní biomasy oproti hnojivu UREAstabil, kde je obsažena pouze amidová forma dusíku. Z hlediska výnosu toto hnojivo nenavýšilo výnos v průměru ročníků 2013/2014 – 2015/2016 o 2 %, oproti nehnojené kontrole. Růst kořenů byl zaznamenán u obou pokusných variant. To dokazuje i obsah minerálního dusíku v půdě, který se snížil v porovnání podzimního a jarního odběru rostlin. Růst kořenů je značně omezen průběhem zimy, zejména teplotou půdy. Při mírných zimách mohou kořeny růst.

### 6.1 Vliv podzimního hnojení na výnos rostlin

Colene et al. (2001) uvádí, že podzimní hnojení dusíkem neovlivňuje výnos semen, výnos semen byl srovnatelný, kde byl aplikován dusík na podzim. S tímto tvrzením nesouhlasím v pokusech, kde byly aplikovány stupňovité dávky dusíku na podzim nebo hrůzná dusíkatá hnojiva v ročnících 2013/2014 – 2015/2016 byl zjištěn nárůst výnosu oproti nehnojené kontrole na podzim o 2 -16 % a záleží přímo na druhu vybraného hnojiva a formě ve které je dusík obsažen. Nejméně ze zkoušených dusíkatých hnojiv hodnocených jako průměr z ročníků 2013/2014 – 2015/2016 navýšilo výnos hnojivo LAV (2 %) a nejvíce se projevilo hnojivo UREAstabil (9 %) po podzimní aplikaci.

Podle Engströmové et. al (2014) podzimní hnojení organickým hnojivem Biofer zvýšilo výnos semen řepky o 10 až 410 kg /ha. Přesto, že se výnos semen zvýšil po podzimní hnojení dusíkem, tak Engströmová et. al podzimní hnojení dusíkem nedoručují a to z důvodu, že na podzim dochází k velkému uvolnění dusíku, který by se mohl vyplavovat. Souhlasím s Engströmovou et. al (2014), že podzimní hnojení zvyšuje výnos průměru za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 navýšení výnosu v rámci zkoušených hnojiv bylo nejvyšší u hnojiva UREAstabil o dávce 40 kg N/ha o 0,5 t oproti nehnojené kontrole. U zkoušených dávek čilo navýšení u nejvyšší aplikované dávky (120 kg N/ha) o 0,9 t semen /ha. Ztráty vyplavování dusíku nebyly zjištěny na základě odběrů obsahu minerálního dusíku ( $N_{\min}$ ) na podzim a na jaře. Při jarních odběrech byl  $N_{\min}$  nižší oproti podzimním odběrům. Klaus and Henning (2010). Díky vysokým nárokům řepky na dusík v podzimní části vegetace se zabrání ztrátám dusíku, zejména vyplavování dusičnanů z půdy.

## **6.2 Využití hnojiva UREAstabil k podzimnímu hnojení řepky dusíkem**

Mráz (2009) doručuje k ozimnímu přihnojení řepky hnojivou UREAstabil, které vyšlo výnosově nejlépe a to na třech pokusných lokalitách (Ruzyně, Uhřetěves a Červený Újezd) oproti hnojivům LAV a DAM. Souhlasím s Mrázem (2009) v tříletém průměru z ročníků 2013/2014 – 2015/2016 byl vyhodnocena varianta hnojená na podzim hnojivem UREAstabil výnosově jako nejlepší, kde byl výnos navýšen, oproti nehnojené kontrole o 9 % (0,5 t).

Šimka a kol. (2012) uvádí, že nejlepší pro podzimní hnojení dusíkem jsou stabilizovaná hnojiva. Stabilizovaná hnojiva (UREAstabila a Alzon 46) byly aplikovány na podzim v dávce 45 kg N/ha a dosáhly nejvyššího výnosu semen. Vhodnost aplikace hnojiva UREAstabil potvrzuje Růžek a kol. (2011), uvádí, že pro podzimní hnojení dusíkem je vhodné hnojivo UREAstabil o dávce 40 kg N/ha. To se potvrdilo hnojivo UREAstabil bylo nejlépe využito i výnosově podpořilo z hnojiv nejefektivněji výnos z jednotlivých dusíkatých hnojiv. Jako nejefektivnější dávka byla 40 kg N/ha, kde bylo podle sledová  $N_{\min}$  využito 70 % aplikovaného dusíku na podzim. Z hlediska výnosu se dávka 40 kg N/ha v hnojivu ukázala jako optimální jak mezi dávkami, tak hnojivo UREAstabil mezi ostatními hnojivy.

Mráz (2013) uvádí že aplikace hnojiva UREAstabil je lepší než aplikace močoviny na podzim to z toho důvodu že při v případě močoviny dochází k výkyvům ve výnose, kde záleží, jestli se hnojivo naváže do půdy, jestliže přijdou po aplikaci dešťové srážky. Po aplikaci hnojiva UREAstabil dochází ke stabilizaci výnosů z důvodu, že hnojivo UREAstabil obsahuje enzym ureáza a hnojivo není závislé na vlivu vodních srážek ihned po aplikaci.

Souhlasím s Mrázem (2013), že výkyvům ve výnose docházelo u hnojiva močovina a varianta hnojená hnojivem.UREAstabil měla vždy nejvyšší výnos semen mezi ostatními zkoušenými dusíkatými hnojivy.

### **6.3 Vliv hnojení dusíkem na olejnatost semen řepky olejky**

Podle Rahkeho et al. (2005) má na olejnatost semen řepky celková dávka dusíku, kde bylo zjištěno, že nehnojená kontrola vykazovala nejvyšší olejnatost, která se pohybovala mezi 46,8 – 47,7 %. Nejnižší olejnatost byla zjištěna u varianty, kde byla aplikována nejvyšší dávka 240 kg N/ha, kde se olejnatost pohybovala 43,8 - 44,1 %.

Tento názor se neshoduje s pokusem, který prováděli Vareyinová a Duscey (2015), kde zkoušely různé dávky dusíku (0, 160, 200, 240 kg N/ha) a následně vyhodnocovaly olejnatost semen. Teorie Rahkeho et al. byla potvrzena pouze částečně, a to že nehnojená kontrola měla nejvyšší průměrnou olejnatost (47,41 %), nikoliv se neprokázalo, že nejnižší olejnatost byla u nejvyšší dávky dusíku (240 kg N/ha), u dávky 160 kg N/ha a to 45, 91 % (Vareyinová a Duscey, 2015).

Dle mého názoru olejnatost je závislá na ročníku a půdních vlhlostech, což potvrzují i data, která byla zjištěna v jednotlivých ročnících a v případě stupňovitých dávek dusíku nejvyšší olejnatost vždy nebyla zjištěna u nehnojené kontroly, u různých dávek v každém ročníku u jiné. U nejvyšší dávky 120 kg N/ha byla zjištěna nejvyšší olejnatost semen v ročníku 2014/2015, ale nikdy u této dávky dusíku nebyla olejnatost nejnižší opakovně. Statistky průkazný rozdíl nebyl zjištěn ani u tříletého průměr z ročníků 2013/2014 – 2015/2016.

## 7 Závěr

Na základě maloparcelkových pokusů na Výzkumné stanici Červený Újezd v ročnících 2013/2014 – 2015/2016 lze konstatovat, že podzimní hnojení dusíkem mělo vliv na všechny sledované znaky.

Pro podzimní hnojení řepky olejky dusíkem se výnosově ze stupňovitých dávek dusíku ukázala jako nejlepší varianta hnojená 120 kg N/ha. Tato dávka naráží na nitrátovou směrnici, kde je celková dávka dusíku omezena k řepce na 230 kg a v tomto případě by byla celková dávka dusíku překročena. Jako optimální se ukázala varianta, kde bylo aplikováno 40 kg N/ha, byla zde nejvyšší využitelnost dusíku během kryptovegetace i výnosově zvýšila výrazně výnos semen řepky. Ze zkoumaných dusíkatých hnojiv se ukázalo jako nejefektivnější z hnojiv hnojivo UREAstabil, které z hlediska výnosu bylo jedno z nejlepších v každém ročníku.

### **Stanovisko k hypotézám**

**Hypotéza 1:** Podzimní hnojení dusíkem zvyšuje výnos řepky ozimé a je ekonomicky efektivní

Hypotéza zcela byla potvrzena u pokusu se stupňovitými dávkami, kde byl navýšen výnos o 7 – 16 % podle dávky dusíku. V pokusu s různými dusíkatými hnojivy se navýšil výnos semen dle hnojiva o 2 -9 %. Ekonomicky žádná variant z obou sledovaných pokusů průměru ročníků 2013/2014 – 2015/2016 nebyla ztrátová.

**Hypotéza 2:** Optimální dávka dusíku aplikovaného na podzim z pohledu výnosu semen a ekonomiky je 40 kg N/ha.

Hypotéza byla potvrzena dávka 40 kg N/ha se ukázala jako optimální jak z hlediska využití dusíku během kryptovegetace, které se pohybovalo mezi 30 a 70 % podle hnojiva. U dávky 40 kg N/ha v hnojivu UREAstabil bylo využití hnojiva 70 %. Výnosově ze stupňovitých dávek dusíku byla varianta hnojená 40 kg N/ha vyhodnocena jako nejlepší po variantě hnojené 120 kg N/ha.

### **Doporučení pro praxi**

Pro podzimní hnojení dusíkem je vhodné aplikovat hnojivo UREAstabil, které podpoří růst kořenů. Optimální doba pro podzimní hnojení je čtvrtá dekáda října. Optimální dávka je 40 kg N/ha v hnojivu UREAstabil. Výnosově a ekonomicky nejlépe vychází 120 kg N/ha, což naráží na Nitrátovou směrnici a riziko vyplavení N.

## 8 Seznam literatury

- Abraham, Z., Andert, D. 2011. Energetický potenciál a ekonomika odpadní zemědělské biomasy z obilovin a olejnin. Výzkumný ústav zemědělské techniky. Praha.
- Agrochemtrade. Močoviva [online]. [cit. 2015-03-13]. Dostupné z <<http://www.agrochemtrade.cz/mocovina-46-procent-n-zemedelske-hnojivo.html>>
- Agrofert. 2014. Řepka po letech ustoupila z polí. 22. 4. 2014. [cit. 2015-02-08]. Dostupné z <<http://www.agrofert.cz/?3246/%D8epka-po-letech-ustoupila-z-poli>>.
- Agro podnik Hradec Králové. Urea Stabil [online]. [cit. 2015-03-11]. Dostupné z <<http://www.agropodnikhk.cz/urea-stabil.html>>.
- Alonso-Ayuso, M., Gabriele, J. L., Quemada, M. 2016. Itrogen use efficiency and residual efekt of fertilizers with nitrification inhibitors. European Journal of agronomy. Volume 80. 1 – 8.
- Arp, J. D. 2000. Prokaryotic Nitrogen Fixation: A Model System for Analysis of a Biological Process. Horizon Scientific Press. Wymondham, UK. ISBN: 1-898486-19-0.
- Baranyk, P., Fábry, A. a kol. 2007. Řepka pěstování, využití, ekonomika. Profi Press. Praha. 10-137 s. ISBN: 978-80-86726-26-7.
- Baranyk, P. (eds.). 2010. Olejniny. Profi Press. Praha. 9-36 s. ISBN: 978-80-86726-38-0.
- Baranyk, P. Pěstování řepky olejné. [online]. Tisková konference „Řepkový olej- olej nad zlato“. 13. Února 2013. [cit. 2014-12-17]. Dostupné z <[http://www.olejnadzlato.cz/wp-content/uploads/2013/02/TM\\_Baranyk.pdf](http://www.olejnadzlato.cz/wp-content/uploads/2013/02/TM_Baranyk.pdf)>.
- Bečka, D., Vašák, J., Zukalová, H., Mikšík, V. 2007. Řepka ozimá pěstitelský rádce. Kurent. Praha. 56 s. ISBN: 978-80-87111-05-5.
- Bečka, D., Vašák, J., Šimka, J. 2012. Jarní agrotechnika řepky ozimé s předpokladem rekordních výnosů. Agromanuál. 7(3). 92 – 94.
- Bečka, D., Vašák, J., Šimka, J., Běreš, J. 2014. Jarní doporučení pro hnojení ozimé řepky dusíkem. Úroda. 62 (3). 70 – 74 .
- Bečka, D., Vašák, J., Kroutil, P., Štranc, P. 2004. Autumn growth and development of different winter oilseed rape variety types at three input levels. Plant soil and enviroments. 50 (4). 168 -174



- Beranová, M. (1980). IN Vašák, J. (eds.). 2000. Řepka. Agrospoj. Praha. 321 s.
- Béřeš, J., Bečka, D., Vašák, J. 2014. Neskorá aplikácia dusíku na jeseň a jej vplyv na výnos repky ozimej. 53 -55 s. IN Prosperující olejniný 2014. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 229 s. ISBN: 978-80-213-2518-0.
- Bielik, P. 1998. Dusík v poľnohospodárskych pôdach slovenska. Výskumný ústav pôdnej úrodnosti. Bratislava. 256 s. ISBN: 80-85361-44-2.
- Booth, J. E., Daun, J. K., McDonald, B. E., Möllers, Ch., Nimal Ratnatake, W. H., Rousseau, D., Temple-heald, C., Walker, K. C. 2004. Rapeseed and canola oil. CRC Press LLC. USA/Canada. 217 p. ISBN: 0-8493-2364-9.
- Calderer, M., Martí, V., de Pablo, J., Guivernau, M., Prenafeta-Boldú, F. X., Viñas M. 2014. Effects of enhanced denitrification on hydrodynamics and microbial community structure in a soil column system. Chemosphere. Volume 111. p 112 - 119.
- Cihlář, P., 2007. Výzkumná stanice Červený újezd. Dostupné z <http://www.af.czu.cz/cs/?r=2093>
- Černý, J a kol. 2014. Jarní hnojení dusíkem u řepky ozimé. 21 -23 s. IN Jarní semináře pro pěstitele olejnin Sborník vzdělávacích materiálů pro účastníky v rámci Programu rozvoje venkova České republiky. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Praha. 64 s. ISBN: 978-80-87065-51-8.
- Černý, J., Kulhánek, M., Balík, J. Hnojení řepky na podzim [online]. 28. 7. 2015 [cit. 2017-03-19]. Dostupné z < <http://agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-repky-na-podzim>>.
- Černý, j., Javor, T., balík, J. Kulhánek, M. 2017. Hnojení řepky (dusíkem) na jaře. Úroda. 2017 (3). 69 – 71.
- Česko. Vláda. Nařízení vlády České republiky ze dne 11. 7. 2016 č. 262 o Stanovení zranitelných oblastech a akčního programu. Dostupné z < <http://www.nitrat.cz/>>.
- ČSÚ. Sklizeň zemědělských plodin 2016 [online]. 13. 2. 2017 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z < [https://www.czso.cz/csu/czso/zem\\_cr](https://www.czso.cz/csu/czso/zem_cr) >.
- ČSÚ. Osevní plochy zemědělských plodin [online] 4. 7. 2016 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z < [https://www.czso.cz/csu/czso/zem\\_cr](https://www.czso.cz/csu/czso/zem_cr) >.

- Dekalb. 2014. DK Exstorm [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z <http://www.dekalb.cz/repka/katalog-produktu/dkexstorm>.
- Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Field crops research. 67(1). 35 - 49.
- Downey, R. K., Craig, B. M., Youngs, C. G. 1969. Breeding rapeseed for oil and meal quality. Journal of the American Oil Chemists Society. Volume 46 (3). 122 – 123.
- Ensin. Etiketa hnojiva. [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z [http://www.duslo.sk/sites/default/files/ensin\\_hnojivo\\_es\\_sk.pdf](http://www.duslo.sk/sites/default/files/ensin_hnojivo_es_sk.pdf).
- Engström, L., Stenberg, M., Wallenhanmmar, A., Ståhl, P., Gruvaeus, I. 2014. Organic winter oilseed rape response to N fertilisation and preceding. Field crop research 162 (2014). 94 -101.
- Chen, G., Jian, W., Variath, Mutali – Tokkeklaad, Zhong Yang, Chun Shi. 2011. Analysis of embryo, cytoplasmic and maternal genetic correlations for seven Essential acids in rapeseed meal (*Brassica napus* L.). Journal of Genetics. Vol. 90 (1). 67 -74.
- Hejný, S., Slavík, B., Krischner, J., Křísa, B. 2003. Květena České republiky 3. Academia. Praha. 215 -216 s. ISBN: 80-200-1090-4.
- Hejný, S, Slavík, B. A kol. 1992. Květena České republiky 3. Academia. Praha. 205 – 218.
- Jang, S. – A., Lim, G. – O., Song, K. B. 2011. Preparation and mechanical properties of edible rapessed proteins films. Journal food and science. 76. 218 – 223.
- Jankowski, K. J., Budzyński, W. S., Kijewski, L. 2015. An analysis of energy efficiency in the production of oilseeds crops of the family *Brassicaceae* in Poland. Energy. 81. 674 – 681.
- Júsus, M., Xiaokun, L., Zhang, Z., Ren, T., Cong, R., Atat-UL-Kkarim, S. T., Fhad, S., Shad, A. N. Lu, J. Nitrogen fertilizer management for enhancing crop productivity nitrogen use efficiency in rice – oilseed rape rotation system in China. [online]. Plant Science journal. 30. 12. 2016 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2016.01496/full>.
- Kalus, J., Suchánek, J., 1955. Řepka ozimá. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 112 s.

- Klabzuba, J., Kožnarová, V. 2007. Možnosti použití standardních klimatologických charakteristik pro agrometeorologické účely. IN Bioclimatology and natural hazards International Scientific Conference. Slovenská Bioklimatologická Spoločnosť. Zvolen - Polana Nad Detvou. ISBN: 978-80-228-17-60-8.
- Klír, J., Kozlovská, L. 2012. Správná zemědělská praxe pro ochranu vod před znečištěním. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 24 s. ISBN: 978-80-7427-124-3.
- Klír, J., Kozlovská, L., Haberle, J., Mulhrachová, G. 2016. Metodický návod pro hospodaření ve zranitelných oblastech. Výzkumný ústav rostlinné výroby. 53 s. ISBN: 978-80-7427-217-2.
- Leitgeb, S. 1983 Mikrobiologie. Vysoká škola zemědělská. Praha. 337 s.
- Ledek amonný s výpencem. Etiketa hnojiva [online]. [2015-03-10]. Dostupné z <<http://www.lovochemie.cz/cs/produkty/detail-produktu/lovofert-lav-27-3>>.
- Lovodam 30. Etiketa hnojiva [online]. [2015-03-13]. Dostupné z <<http://www.lovochemie.cz/cs/produkty/detail-produktu/lovodam-30-3>>.
- Li, N., Qi, G., Sun, X. S., Stamm, M. J. Wang, D. 2012. Physicochemical properties and adhesion performance of canola protein modified with sodium bisulfite. Oil Chemistry Society 89. 897 – 908.
- Nowak – Polakowska, H., Claplicki, J., Tańsha, M., Jankowski, K. 2005. Chemical composition of white and brepta mustard seeds as affected by differentiated conditions of nitrogen top-dressing at sowing-preceding fertilization with sulphur and magnesium. Poland journal natural science. 8. 25-29.
- Novák, J., Skalický, M. 2012. Botanika cytologie, histologie, organologie a systematika. Powerprint. Praha. 327 s. ISBN: 978-80-87415-53-5.
- Normativy pro zemědělskou výrobu. 2015. Číselník způsobilých výdajů pro rostlinnou výrobu [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z <<http://www.agronormativy.cz/stromvyhl;jsessionid=07B7D9526A665EA867794E37A0925EBB?snid=177&sntype=2>>.
- Macduff, J. H., Jackson, S. B. 1991. Growth and preference for ammonium or nitrate uptake by barley in relation to root temperature. J. Exp. Bot. 42. 521 – 530.

- Malina, J. Přednost řepky: mnohostranné využití [online]. Zemědělec. 30. 5. 2013 [cit. 2015-01-27]. Dostupné z <<http://zemedelec.cz/prednost-repky-mnohostranne-vyuziti-2/>>.
- Marschner, H. 2012. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. San Diego 668 p ISBN:978-0-12-384905-2.
- Mendham, N. J., Salisbury, P. A. 1995. Psychology: crop development, growth and yield. IN: Klimber, D., McGregor, D. I. Brassica Oilseeds, Production and Utilization. CAB International. Wallingford UK. 11 – 64.
- Mráz, J. 2009. Podzimní aplikace dusíku – přednosti a rizika. 143 – 144 s. IN Prosperující olejniný 2009. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 175 s. ISBN: 978-80213-2012-3.
- Mráz, J. 2010. Řepka a dusík na podzim. Úroda. 58 (9). 25.
- Mráz, J. 2013. Hnojení řepky dusíkem a využití hnojiv na bázi močoviny IN: 2013. Prosperující olejniný 2013. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. ISBN:978-80-2132420-6.
- MZe. 2015. Situační a výhledová zpráva olejniný. Ministerstvo zemědělství. Těšnov. 59 s. ISBN: 978-80-7334-224-0.
- MZE. 2014. Novelizace Nitrátové směrnice 2014 [online]. MZE 2. 7. 2014 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/nitratova-smernice/index-1.html>>.
- Palomino, J., Tressel, R. P., Pudel, F. 2012. Special prepared rapeseed protein for paper board coating. IN Euro fed lipid kongres: Fats, Oils and lipids from science and technology to health. Cracow..24.
- Polacco, J. C., Todd, Ch. D. 2011. Ecological Aspects of Nitrogen Metabolism in Plants. Wiley – Blackwel. West Sussex. 436 p. ISBN: 978-0-8138-1649-4.
- Prowena s.r.o. 2014. Ceny komodit 3. 3. 2014 [cit. 2014-03-06]
- Prowena s.r.o. 2015. Ceny komodit 2. 3. 2015 [cit. 2015-03-05]
- Prowena s.r.o. 2016. Ceny komodit 28 2. 2016 [cit. 2016-03-03]
- Rahke, G. W., Christen, O., Diepenbrock, W. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. Field crops research. 94 (2-3). 103 – 113.

- Rennenberg, H., Glessler, A., Kreuzwieser, J., Simon, J., Pepen, H. 2009. Nitrogen balance in forest soils: nutritional zimitations of plants under chmate. *Plant Biol.* 14. 4 - 23.
- Ryant, P. 2012. Základní hnojení řepky ozimé. *Agromanuál.* 7(8). 64 -65.
- Růžek, P., Kusá, H., Vavera, R. 2011. Podzimní hnojení řepky dusíkem [online]. 19. 1. 2011. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z < <http://www.aplikace-hnojiv.cz/podzimni-hnojeni-repky-dusikem>>.
- Saad, S., Lam – Son, P. T. 2014. Symbiotic Nitrogen fixation in leguj Nodules: Metabolism and Regulatory Mechanisms. *Internacional Journal of Molecular Sciences.* 15. ISSN 1422 – 0067.
- Sieling, K., Henning, K. 2010. Efficient N management using winter oilseed rape. *Agronomy for sustainable dvelopment.* Volume 30 (2). 271 – 279.
- Sochor, J. 9/3/2015. Telefonický rozhovor. Ceny hnojiv Ensin a UREAStabil.
- Sochor, J. 10/32017. Telefonický rozhovor. Ceny hnojiv Ensin a UREAStabil
- Sochor, J. 2/32017. Telefonický rozhovor. Ceny hnojiv Ensin a UREAStabil
- Szydłowska – Czerniak, A. 2013. Rapessed and its Products – Sources of Bioactive Compounds: A Rewiew of their Characteristics and Analysis. *Critical Reviews in food Science and Nutrition.* Volume 53 (4). 307 – 320.
- Šimka, J., Bečka, D., Růžek, L., Vašák, J., Cihlár, P. 2012. Use of stabilised urea in winter oilseed rape nutrition-3-years results. p. 43 – 48. IN *Prosperující olejninny 2012.* Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 152 s. ISBN: 978-80-213-2340-7.
- Šimka, J., Bečka, D., Vašák, J. 2012. Hnojení řepky s využitím stabilizovaných močovín. 53 -57s. IN *Prosperující olejninny 2012.* Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 151 s. ISBN: 978-80-213-2255-4.
- Torma, S. 2005. Dusík nenahraditelný prvek v půdě a rostlině. *Agro - ochrana, výživa, odrůdy.* 10 (1). 27 – 29.
- Timac Agro. 2015. Ceník produktů TIMAC AGRO CZECH s.r.o. [cit. 2015-03-18].
- Timac Agro. 2016. Ceník produktů TIMAC AGRO CZECH s.r.o. [cit. 2016-03-16].
- Timac Agro. 2017. Ceník produktů TIMAC AGRO CZECH s.r.o. [cit. 2017-03-10].

- Timac Agro. 2015. Nabídka hnojiv. [online] Timac Agro. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z <[http://www.cz.timacagro.com/fileadmin/contributions/aktuality/13\\_Timac\\_repkaA4.pdf](http://www.cz.timacagro.com/fileadmin/contributions/aktuality/13_Timac_repkaA4.pdf)>.
- USDA. 2017. Oilseeds: World Markets and Trade. [online] USDA. February 2017. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>>.
- Vaněk, V. a kol. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profí Press. Praha. 176 s. ISBN: 976-80-86726-25-0.
- Vaněk, V. a kol. 2012. Výživa zahradních rostlin. Academia. Praha. 568 s. ISBN: 978-80-200-2147-2.
- Vašák, J. (eds.). 2000. Řepka. Agrospoj. Praha. 321 s.
- Vašák, J., Fábry, A., Zukalová, H., Morbacher, J., Baranyk, P., a kol. 1997. Systém výroby řepky. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Praha. 116 s.
- Varenyiová, M. Ducsay, L. 2015. Vliv výživy dusíku na výšku úrody a produkci oleja kapusty repkovéj pravej (*Brassica napus*l.). IN:2015. Prosperující oleniny 2015.. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. ISBN: 978-80-213-2199-9.
- Venclová, B. Výživa řepky na podzim – ano, či ne? [online]. Úroda. 27. 7. 2014 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z <<http://uroda.cz/vyziva-repky-na-podzim-ano-ci-ne/>>.
- VÚMOP. 2015. Katalog BPEJ [online]. [cit. 2015-03-10]. Dostupné z <<http://bpej.vumop.cz/41100>>.
- ZZN Polabí. 2015. Nabídka průmyslových hnojiv na jaro 2015 [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z <<http://www.zznpolabi.cz/?540/hnojiva>>.
- ZZN Polabí. 2016. Nabídka průmyslových hnojiv na jaro 2016 [cit. 2016-03-15].
- ZZN Polabí. 2017. Nabídka průmyslových hnojiv na jaro 2017 [cit. 2017-03-06].
- Ward, B. B, Arp, D. J., Klotz M. G. 2011. Nitrification. America Society for Microbiology. Washington DC, USA. 641 p. ISBN: 978-1-55581-481-6.
- Wood, P. M. 1989. Nitrication as a bacterial energy source. IN: Prosser, J. I., ed. IRL Press. Oxford. 39 – 62.

## **9 Přílohy**

### **9.1 Meteorologická část příloh**

Příloha č. 1: Teplotní charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2013/2014

Příloha č. 2: Srážková charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2013/2014

Příloha č. 3: Teplotní charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2014/2015

Příloha č. 4: Srážková charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2014/2015

Příloha č. 5: Teplotní charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2015/2016

Příloha č. 6: Srážková charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2015/2016

Příloha č. 7: Teplota půdy v 10 cm na stanovišti Výzkumné stanice Červený Újezd průběh zimy 2013/2014 a roku 2014/2015

Příloha č. 8: Graf č. 1: Teplota půdy v 10 cm na stanovišti Výzkumné stanice Červený Újezd průběh zimy 2014/2015 a roku 2015/2016

### **9.2 Vyhodnocení jednotlivých odběrů dle ročníku a ekonomické vyhodnocení každého ročníku**

Příloha č. 9 : Přehled dat z odběrů stupňovitých dávek dusíku (Pokus 1)

Příloha č. 10: Přehled dat z odběrů dusíkatých hnojiv (Pokus 2)

Příloha č. 11: Ekonomické vyhodnocení stupňovitých dávek dusíku dle jednotlivých let (Pokus 1)

Příloha č. 12: Ekonomické vyhodnocení dusíkatých hnojiv dle jednotlivých let (Pokus 2)

### **9.3 Statistické vyhodnocení výsledků**

Příloha č. 13: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Příloha č. 14: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Příloha č. 15: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Příloha č. 16: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Příloha č. 17: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Příloha č. 18: Graf analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Příloha č. 19: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Příloha č. 20: Graf analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Příloha č. 21: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Příloha č. 22 Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Příloha č. 23: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Příloha č. 24: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Příloha č. 25: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Příloha č. 26: Graf analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Příloha č. 27: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Příloha č. 28: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Příloha č. 29: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2013/2014

Příloha č. 30: Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2013/2014

Příloha č. 31: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu různých dusíkatých hnojiv 2013/2014

Příloha č. 32: Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2013/2014  
2013/2014

Příloha č. 33: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2014/2015

Příloha č. 34: Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2014/2015

Příloha č. 35: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu různých dusíkatých hnojiv 2014/2015

Příloha č. 36: Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu různých dusíkatých hnojiv 2014/2015

Příloha č. 37: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2015/2016



Příloha č. 38: : Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2015/2016

Příloha č. 39: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu různých dusíkatých hnojiv 2015/2016

Příloha č. 40: Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu různých dusíkatých hnojiv 2015/2016

Příloha č. 41: : Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru výnosu semen řepky za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

Příloha č. 42: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru výnosu semen za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

Příloha č. 43: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru výnosu semen řepky za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

Příloha č. 44 : Graf analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru výnosu semen za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

Příloha č. 45: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru olejnatosti semen řepky za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

Příloha č. 46: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru olejantosti semen za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

Příloha č. 47: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru olejnatosti semen řepky za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

Příloha č. 48 : Graf analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv olejantosti semen za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

#### **9.4 Fotografická příloha**

Příloha č. 49 : Fotografie z podzimního odběru pokusu se stupňovitými dávkami dusíku dne 14. 12. 2015

Příloha č. 50 : : Fotografie z podzimního odběru pokusu s různými dusíkatými hnojivy dne 14. 12. 2015

Příloha č. 51 : Fotografie z podzimního odběru pokusu se stupňovitými dávkami dusíku dne 22. 3. 2016

Příloha č. 52 : Fotografie z podzimního odběru pokusu s různými dusíkatými hnojivy dne 23. 3. 2016

Příloha č. 1: Teplotní charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2013/2014

Měsíc	2013/2014	Normál	Odchylka	Charakteristika
Srpen	18,17	17,4	0,77	Normální
Září	12,63	7,7	4,93	Mimořádně teplý
Říjen	10,12	7,7	2,42	Silně teplý
Listopad	4,29	2,5	1,79	Silně teplý
Prosinec	1,48	-0,9	2,38	Teplý
Leden	0,47	-2,1	2,57	Teplý
Únor	3,04	-1	4,04	Mimořádně teplý
Březen	7,55	3	4,55	Mimořádně teplý
Duben	11,21	7,4	3,81	Mimořádně teplý
Květen	12,89	12,6	0,29	Normální
Červen	16,69	15,6	1,09	Teplý
Červenec	20,13	16,6	3,53	Mimořádně teplý

Příloha č. 2: Srážková charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2013/2014

Měsíc	2013/2014	Normál	Odchylka	Charakteristika
Srpen	152,1	69	220%	Silně vlhký
Září	39,7	35	113%	Normální
Říjen	47,6	35	136%	Normální
Listopad	27,5	29	95%	Normální
Prosinec	6,1	26	23%	Silně suchý
Leden	19,7	22	90%	Normální
Únor	1,7	22	8%	Mimořádně suchý
Březen	35,3	26	136%	Normální
Duben	28,3	41	69%	Suchý
Květen	91,5	54	169%	Vlhký
Červen	25	63	40%	Silně suchý
Červenec	155,5	64	243%	Mimořádně vlhký

Příloha č. 3: Teplotní charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2014/2015

Měsíc	2014/2015	Normál	Odchylka	Charakteristika
Srpen	16,81	17,3	-0,49	Normální
Září	16,12	13,4	2,72	Teplý
Říjen	10,72	8,4	2,32	Teplý
Listopad	5,77	3	2,77	Teplý
Prosinec	2,28	-0,5	2,78	Teplý
Leden	1,78	-2,3	4,08	Silně teplý
Únor	0,7	1,6	-0,9	Normální
Březen	5,48	2,9	2,58	Teplý
Duben	8,96	7,6	1,36	Normální
Květen	13,65	12,9	0,75	Normální
Červen	16,19	16,2	-0,01	Normální
Červenec	20,82	17,6	3,22	Teplý

Příloha č. 4: Srážková charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2014/2015

Měsíc	2014/2015	Normál	Odchylka	Charakteristika
Srpen	57	67,5	84 %	Normální
Září	76,7	33	232 %	Silně vlhký
Říjen	54,1	26,5	204 %	Vlhký
Listopad	24,1	29,9	81 %	Normální
Prosinec	31,6	22,3	142 %	Vlhký
Leden	19,1	21,6	88 %	Normální
Únor	1,6	21,4	7,5 %	Mimořádně suchý
Březen	32,6	26,3	124 %	Normální
Duben	30	34,9	86 %	Mimořádně vlhký
Květen	44,7	67,2	67 %	Normální
Červen	37	63,5	58 %	Suchý
Červenec	29,4	58,7	50 %	Suchý

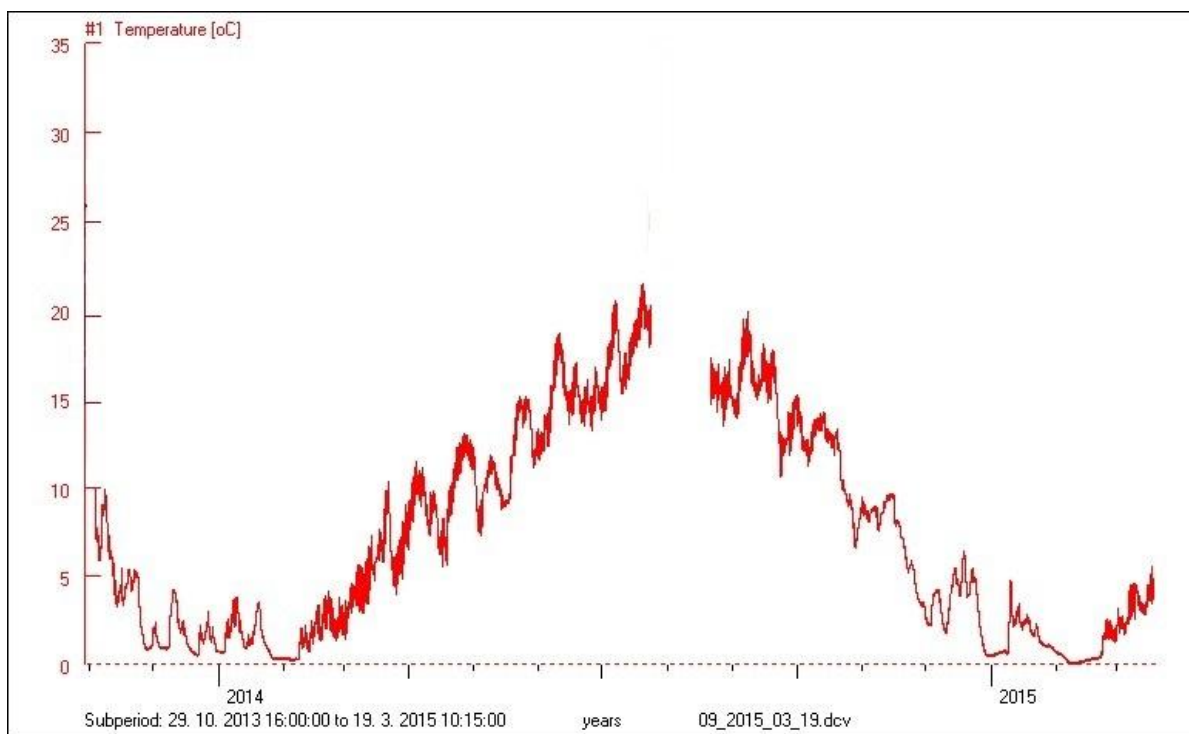
Příloha č. 5: Teplotní charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2015/2016

<b>Měsíc</b>	<b>2015/2016</b>	<b>Normál</b>	<b>Odchyłka</b>	<b>Charakteristika</b>
Srpen	21,93	17,6	4,33	Mimořádně teplý
Září	14,58	17,3	-2,72	Silně studený
Říjen	8,18	8,4	-0,22	Normální
Listopad	6,68	3	3,68	Mimořádně teplý
Prosinec	4,75	-0,5	5,25	Mimořádně teplý
Leden	-0,42	-2,3	1,88	Normální
Únor	3,29	-0,8	4,09	Mimořádně teplý
Březen	4,42	2,9	1,52	Normální
Duben	8,74	7,6	1,14	Normální
Květen	14,18	12,9	1,28	Normální
Červen	17,93	17,6	0,33	Normální
Červenec	19,57	17,3	2,27	Silně teplý

Příloha č. 6: Srážková charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2015/2016

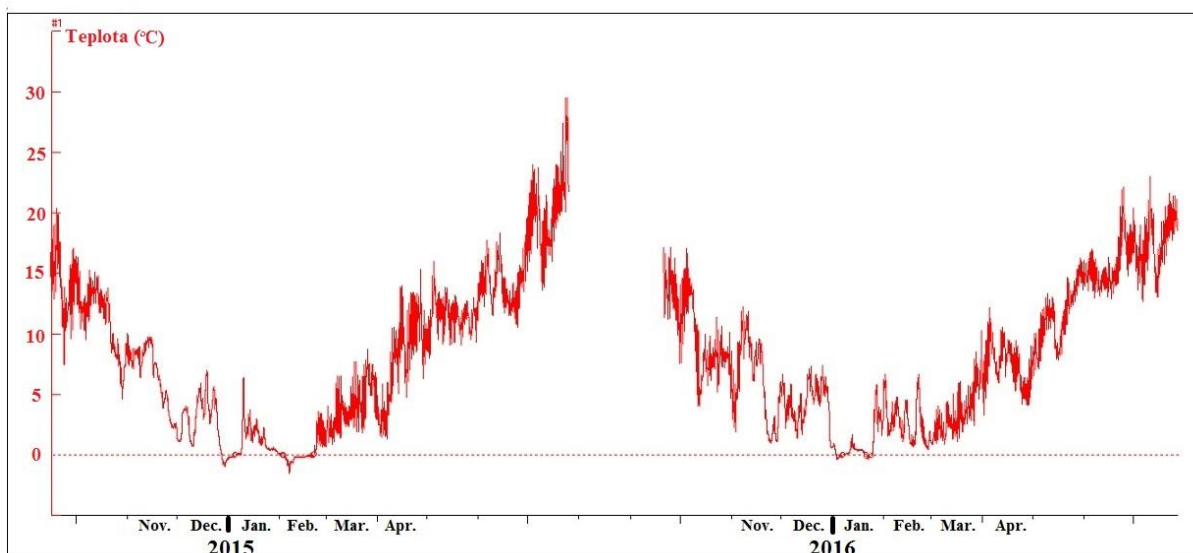
<b>Měsíc</b>	<b>2015/2016</b>	<b>Normál</b>	<b>Odchyłka</b>	<b>Charakteristika</b>
Srpen	54,7	67,5	81 %	Normální
Září	11,5	33	35 %	Suchý
Říjen	53,2	26,5	201 %	Vlhký
Listopad	52,3	29,9	175 %	Vlhký
Prosinec	11,3	22,3	51 %	Suchý
Leden	28,4	21,6	132 %	Vlhký
Únor	41,7	21,4	195 %	Silně vlhký
Březen	21,9	26,3	83 %	Normální
Duben	19,6	34,9	56 %	Suchý
Květen	90,8	67,2	135 %	Vlhký
Červen	58,8	63,5	93 %	Normální
Červenec	58,6	58,7	100 %	Normální

Příloha č. 7: Teplota půdy v 10 cm na stanovišti Výzkumné stanice Červený Újezd průběh zimy 2013/2014 a roku 2014/2015



Zdroj: Ing. J. Béréš

Příloha č. 8: Teplota půdy v 10 cm na stanovišti Výzkumné stanice Červený Újezd průběh zimy 2014/2015 a roku 2015/2016



Zdroj: Ing. J. Béréš

**Příloha č. 9: Přehled dat z odběrů stupňovitých dávek dusíku (Pokus 1)**

Termín odběru	Dávka hnojiva [kg N/ha]	Hmotnost sušiny		N <sub>min</sub> v půdě [mg/kg]	Výnos [t/ha]	Olejnatost v sušine [%]
		Nadzemní biomasy [g/10 rostlin]	Kořenů [g/10 rostlin]			
<b>2013/2014</b>						
Podzimní odběr rostlin	0	15,6	5,6	8,6		
	40	20,6	5,5	23,1		
	80	20,5	5,6	26		
	120	20,1	5	17,5		
Jarní odběr rostlin	0	27,8	6,8	6,8	5,41	48,21
	40	46,2	11,4	11,4	5,93	48,33
	80	31,7	8,6	8,6	5,92	47,1
	120	58,9	10,9	10,9	6,35	45,36
<b>2014/2015</b>						
Podzimní odběr rostlin	0	109,7	24,9	46,8		
	40	125,7	24,7	56,9		
	80	110,9	21,8	48,9		
	120	103,4	18,8	84,6		
Jarní odběr rostlin	0	112,2	25,4	8,8	5,8	44,86
	40	123,1	28,5	9,4	6,53	45,43
	80	131,6	25,2	20,4	5,25	43,33
	120	147,5	28,1	32,1	6,71	44,86
<b>2015/2016</b>						
Podzimní odběr rostlin	0	37,3	11,7	23,7		
	40	57,8	14	33,5		
	80	57,2	12,3	35,6		
	120	67,5	13,2	47,2		
Jarní odběr rostlin	0	56,1	21,4	8,0	5,18	44,51
	40	83,2	24,2	9,5	5,67	44,79
	80	99,8	25,5	12,8	5,43	43,97
	120	114,7	34,6	21,3	6,09	44,35

**Příloha č. 10 : Přehled dat z odběrů dusíkatých hnojiv (Pokus 2)**

Termín odběru	Dávka hnojiva [kgN/ha]	Hmotnost sušiny		N <sub>min</sub> v půdě [mg/kg]	Výnos [t/ha]	Olejnatost v sušine [%]
		Nadzemní biomasy [g/10 rostlin]	Kořenů [g/10 rostlin]			
<b>2013/2014</b>						
Podzimní odběr rostlin	Kontrola	15,6	5,6	8,6		
	UREastabil	21,9	5,5	23,1		
	Ensin	19,7	6,4	6,4		
	Sulfam. 23	21,9	4,6	4,6		
	DAM	28,1	9,8	9,8		
	LAV	22,5	8,9	8,9		
	Močovina	24,3	9,1	9,1		
Jarní odběr rostlin	Kontrola	27,6	6,8	6,8	5,41	48,21
	UREastabil	46,2	11,4	11,4	5,93	48,33
	Ensin	48,3	10,8	11,0	5,93	47,7
	Sulfam. 23	49,7	12,6	12,4	5,65	48,9
	DAM	44,7	12,1	7,6	5,56	48,1
	LAV	45,0	10,2	8,4	5,42	47,7
	Močovina	54,7	12,7	8,4	5,76	47,3
<b>2014/2015</b>						
Podzimní odběr rostlin	Kontrola	109,7	24,9	46,8		
	UREastabil	125,7	24,7	59,9		
	Ensin	137,2	25,4	42,5		
	Sulfam. 23	122,5	24,3	51,0		
	DAM	111,3	24,1	37,6		
	LAV	138,3	31,4	34,7		
	Močovina	188,2	24,5	53,1		
Jarní odběr rostlin	Kontrola	112,2	25,4	8,8	5,79	44,86
	UREastabil	123,1	28,5	9,4	6,53	45,43
	Ensin	140,6	30,6	9,8	6,06	44,09
	Sulfam. 23	111,9	25,6	10,1	6,04	43,47
	DAM	138,0	30,0	24,8	6,21	45,72
	LAV	161,4	30,6	26,1	5,92	43,12
	Močovina	164,5	36,0	24,8	6,4	44,74
<b>2015/2016</b>						
Podzimní odběr rostlin	Kontrola	37,3	11,7	15,8		
	UREastabil	57,3	14,0	20,6		
	Ensin	54,5	12,7	17,9		
	Sulfam. 23	59,5	14,3	23,0		
	DAM	45,7	11,4	17,0		
	LAV	60,5	12,8	20,9		
	Močovina	47,5	10,7	17,9		
Jarní odběr rostlin	Kontrola	56,1	21,4	8,3	5,18	44,51
	UREastabil	83,2	24,2	7,6	5,67	44,79
	Ensin	98,1	30,8	8,5	5,48	45,78
	Sulfam. 23	87,3	23,4	7,3	5,57	45,94
	DAM	83,9	25,5	7,3	5,80	45,97
	LAV	107,0	32,8	7,5	5,56	45,65
	Močovina	107,3	28,0	7,5	5,29	45,79

**Příloha č. 11: Ekonomické vyhodnocení stupňovitých dávek dusíku dle jednolitých let**

**(Pokus 1)**

<b>Dávka UREAstabil [kg N/ha]</b>	<b>Množství hnojiva [t/ha]</b>	<b>Náklady (aplikace + hnojivo) [Kč/ha]</b>	<b>Tržba celkem [Kč/ha]</b>	<b>Čistá tržba (Tržba – náklady na podzimní hnojení) [Kč/ha]</b>	<b>Ekonomické zhodnocení (Zisk/Ztráta) [Kč/ha]</b>
<b>2013/2014</b>					
<b>0</b>	0	0	52 958	25 958	0
<b>40</b>	0,087	1 308	58 049	56 742	3 784
<b>80</b>	0,174	2 333	57 951	55 618	2 659
<b>120</b>	0,261	3 360	62 160	58 800	5 842
<b>2014/2015</b>					
<b>0</b>	0	0	55 584	55 584	0
<b>40</b>	0,087	1 211	62 688	61 477	7 104
<b>80</b>	0,174	2 142	60 000	57 858	4 416
<b>120</b>	0,261	3 073	64 416	61 343	8 832
<b>2015/2016</b>					
<b>0</b>	0	0	54 311	54 390	0
<b>40</b>	0,087	1 124	60 091	58 411	4 021
<b>80</b>	0,174	1 967	58 322	56 175	658
<b>120</b>	0,261	2 812	60 425	60 425	6 743

**2013/2014**

UREAstabil 11 800 Kč/t

Řepka 9 789 Kč/t

Aplikace 280 Kč/t

**2014/2015**

UREAstabil 10 700 Kč/t

Řepka 9 600 Kč/t

Aplikace 280 Kč/t

**2015/2016**

UREAstabil 9 700 Kč/t

Řepka 10 500 Kč/t

Aplikace 280 Kč/t

Ceny hnojiv: UREAstabil (ZZN Polabí, ceník jaro 2014, 2015, 2016),

Cena řepky: Prowena ceny komodit (březen, 2014, 2015, 2016)



**Příloha č. 12: Ekonomické vyhodnocení dusíkatých hnojiv dle jednotlivých let (Pokus 2)**

Hnojivo [40 kg N/ha]	Množství hnojiva [t/ha]	Náklady (aplikace + hnojivo) [Kč/ha]	Tržba celkem [Kč/ha]	Čistá tržba (tržba – náklady na podzimní hnojení) [Kč/ha]	Ekonomické zhodnocení (Zisk/Ztráta) [Kč/ha]
<b>2013/2014</b>					
<b>0 (Kontrola)</b>	0	0	52 958	52 958	0
<b>Ensin</b>	0,154	1 649	58 049	56 400	3 441
<b>DAM</b>	0,133	1 223	54 427	53 204	246
<b>LAV</b>	0,148	1 361	53 056	52 958	-1 264
<b>UREAstabil</b>	0,087	1 307	58 049	56 742	3 784
<b>Močovina</b>	0,087	1 123	56 385	55 261	2 303
<b>Sulfammo 23</b>	0,174	2 855	55 308	52 453	-506
<b>2014/2015</b>					
<b>0 (Kontrola)</b>	0	0	55 584	55 584	0
<b>Ensin</b>	0,154	1 497	58 176	56 679	1 095
<b>DAM</b>	0,133	1 148	59 616	58 468	2 884
<b>LAV</b>	0,148	1 256	56 832	55 576	-8
<b>UREAstabil</b>	0,087	1 211	61 477	60 266	4 682
<b>Močovina</b>	0,087	1 011	61 440	60 429	4 845
<b>Sulfammo 23</b>	0,174	2 907	58 176	55 269	-315
<b>2015/2016</b>					
<b>0 (Kontrola)</b>	0	0	54 390	54 390	0
<b>Ensin</b>	0,154	1 389	57 540	56 151	2 099
<b>DAM</b>	0,133	968	60 900	59 932	2 891
<b>LAV</b>	0,148	1 099	58 380	57 281	508
<b>UREAstabil</b>	0,087	1 124	59 535	58 411	4 162
<b>Močovina</b>	0,087	1 020	55 545	54 525	2 428
<b>Sulfammo 23</b>	0,174	2 772	58 485	55 713	168

**2013/2014**

Ensin 8 900 Kč/t  
 DAM 7 000 Kč/t  
 LAV 7 450 Kč/t  
 UREAstabil 11 800 Kč/t  
 Močovina 9 700 Kč/t  
 Sulfammo 23 14 800 Kč/t  
 Řepka 9 789 Kč/t  
 Aplikace t. h. 280 Kč/t  
 Aplikace kap. h. 290 Kč/l

Ceny hnojiv: UREAstabil (ZZN Polabí, ceník jaro 2014, 2015, 2016),

Sulfammo 23 (Ceník produktů TIMAC AGRO CZECH 2014, 2015, 2016),

Cena řepky: Prowena ceny komodit (březen, 2014, 2015, 2016)

**2014/2015**

Ensin 7 900 Kč/t  
 DAM 6 450 Kč/t  
 LAV 6 600 Kč/t  
 UREAstabil 10 700 Kč/t  
 Močovina 8 400 Kč/t  
 Sulfammo 23 15 100 Kč/t  
 Řepka 9 600 Kč/t  
 Aplikace t. h. 280 Kč/t  
 Aplikace kap. h. 290 Kč/l

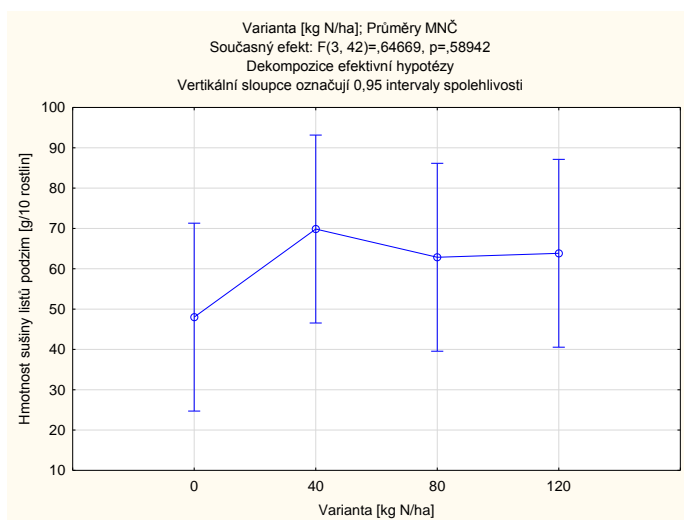
**2015/2016**

Ensin 7 200 Kč/t  
 DAM 5 100 Kč/t  
 LAV 5 300 Kč/t  
 UREAstabil 9 700 Kč/t  
 Močovina 8 400 Kč/t  
 Sulfammo 23 14 320 Kč/t  
 Řepka 10 500 Kč/t  
 Aplikace t. h. 280 Kč/  
 Aplikace kap. h. 290 Kč/l

Příloha č. 13: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost sušiny listů podzim [g/10 rostlin] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1599,1, sv = 42,000		
	Varianta [kg N/ha]	Hmotnost sušiny listů podzim [g/10 rostlin] Průměr	1
1	0	48,00833	****
3	80	62,85000	****
4	120	63,84167	****
2	40	69,85000	****

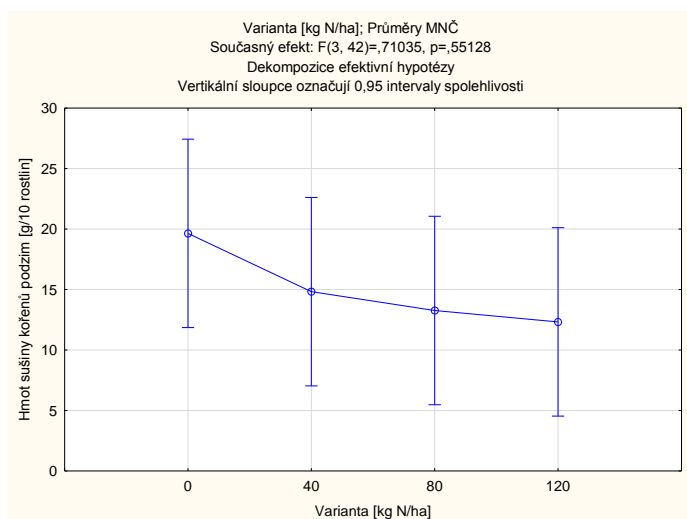
Příloha č. 14: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru



Příloha č. 15 : Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmot sušiny kořenů podzim [g/10 rostlin] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 178,70, sv = 42,000		
	Varianta [kg N/ha]	Hmot sušiny kořenů podzim [g/10 rostlin] Průměr	1
4	120	12,32500	****
3	80	13,26667	****
2	40	14,82500	****
1	0	19,64167	****

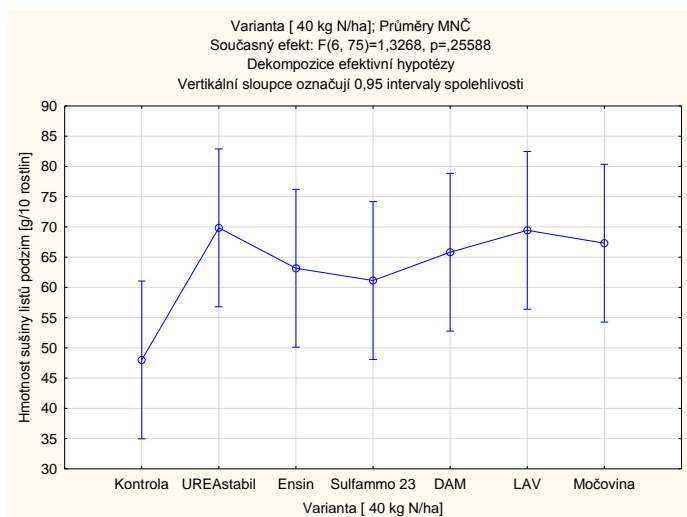
Příloha č. 16: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru



Příloha č. 17 : Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost sušiny listů podzim [g/10 rostlin] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 514,40, sv = 75,000		
	Varianta [ 40 kg N/ha]	Hmotnost sušiny listů podzim [g/10 rostlin] Průměr	1
1	Kontrola	48,00833	****
4	Sulfammo 23	61,13333	****
3	Ensin	63,16667	****
5	DAM	65,81667	****
7	Močovina	67,31667	****
6	LAV	69,44167	****
2	UREAstabil	69,85000	****

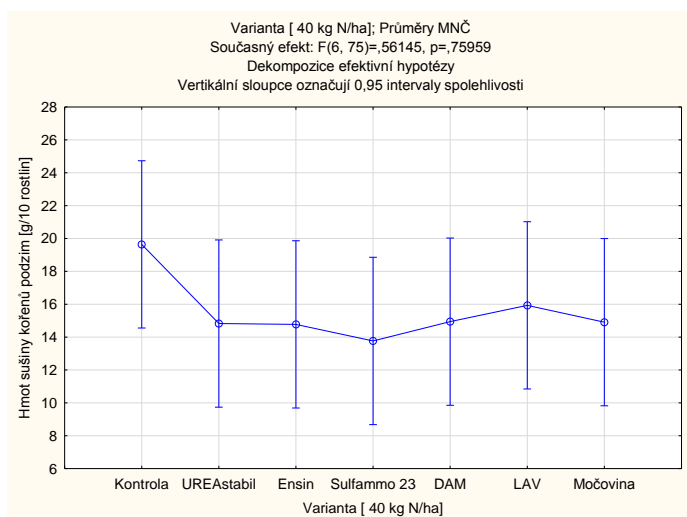
Příloha č. 18: Graf analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru



Příloha č. 19: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmot sušiny kořenů podzim [g/10 rostlin] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 78,285, sv = 75,000		
	Varianta [ 40 kg N/ha]	Hmot sušiny kořenů podzim [g/10 rostlin] Průměr	1
4	Sulfammo 23	13,76667	****
3	Ensin	14,77500	****
2	UREAstabil	14,82500	****
7	Močovina	14,90833	****
5	DAM	14,94167	****
6	LAV	15,93333	****
1	Kontrola	19,64167	****

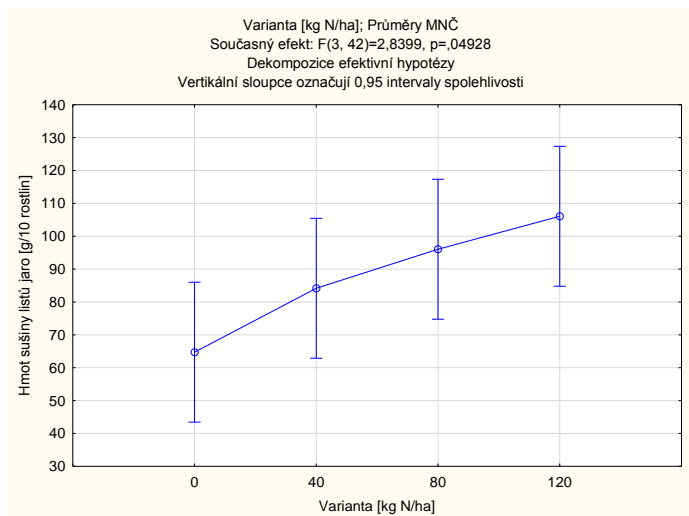
Příloha č. 20: Graf analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z podzimního odběru



Příloha č. 21: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmot sušiny listů jaro [g/10 rostlin] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1334,7, sv = 42,000		
	Varianta [kg N/ha]	Hmot sušiny listů jaro [g/10 rostlin] Průměr	1   2
1	0	64,7250	****
2	40	84,1583	****   ****
3	80	96,0417	****   ****
4	120	106,0750	****

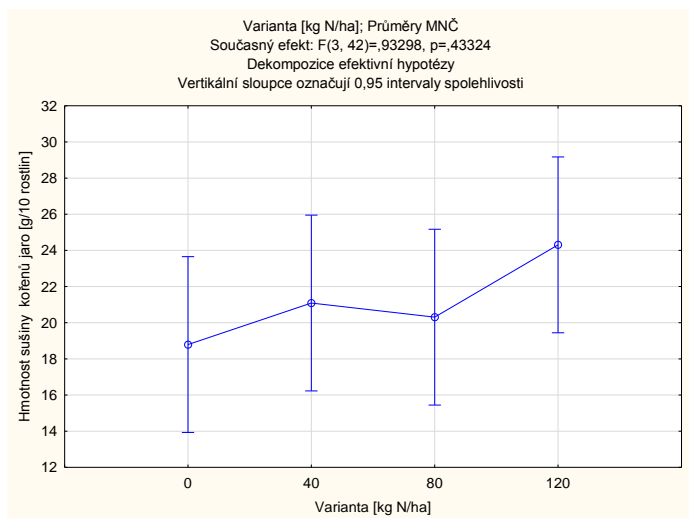
Příloha č. 22 : Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru



Příloha č. 23: : Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost sušiny kořenů jaro [g/10 rostlin] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 69,653, sv = 42,000		
	Varianta [kg N/ha]	Hmotnost sušiny kořenů jaro [g/10 rostlin] Průměr	1
1	0	18,79167	****
3	80	20,30833	****
2	40	21,09167	****
4	120	24,30833	****

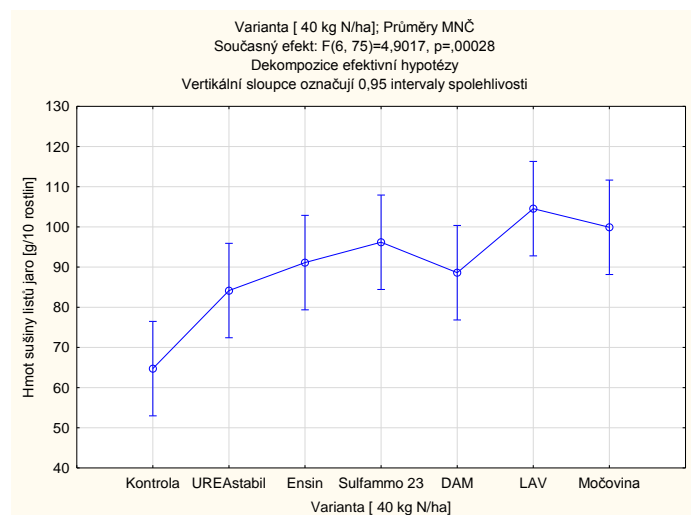
Příloha č. 24: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru



Příloha č. 25: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmot sušiny listů jaro [g/10 rostlin] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 417,72, sv = 75,000			
	Varianta [ 40 kg N/ha]	Hmot sušiny listů jaro [g/10 rostlin] Průměr	1	2
1	Kontrola	64,7250		****
2	UREAstabil	84,1583	****	****
5	DAM	88,6000	****	****
3	Ensin	91,1167	****	
4	Sulfammo 23	96,1833	****	
7	Močovina	99,9000	****	
6	LAV	104,5417	****	

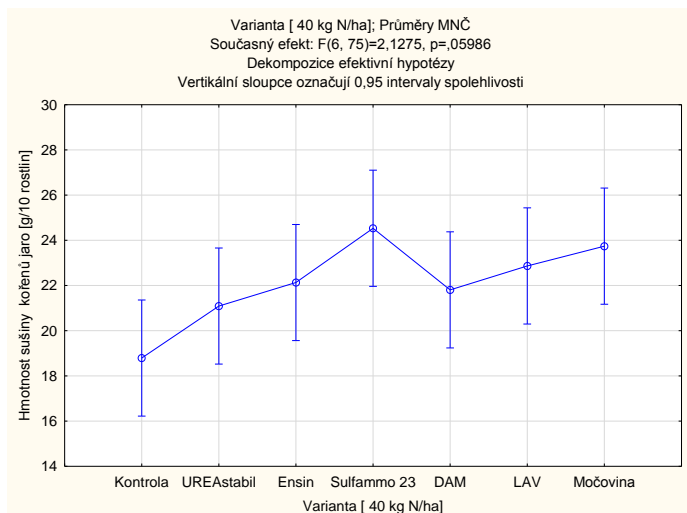
Příloha č. 26: Graf analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny nadzemní biomasy za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru



Příloha č. 27 : Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru hmotnosti sušiny kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost sušiny kořenů jaro [g/10 rostlin] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 19,968, sv = 75,000			
	Varianta [ 40 kg N/ha]	Hmotnost sušiny kořenů jaro [g/10 rostlin] Průměr	1	2
1	Kontrola	18,79167	****	
2	UREAstabil	21,09167	****	****
5	DAM	21,80833	****	****
3	Ensin	22,13333	****	****
6	LAV	22,86667	****	****
7	Močovina	23,74167	****	****
4	Sulfammo 23	24,53333		****

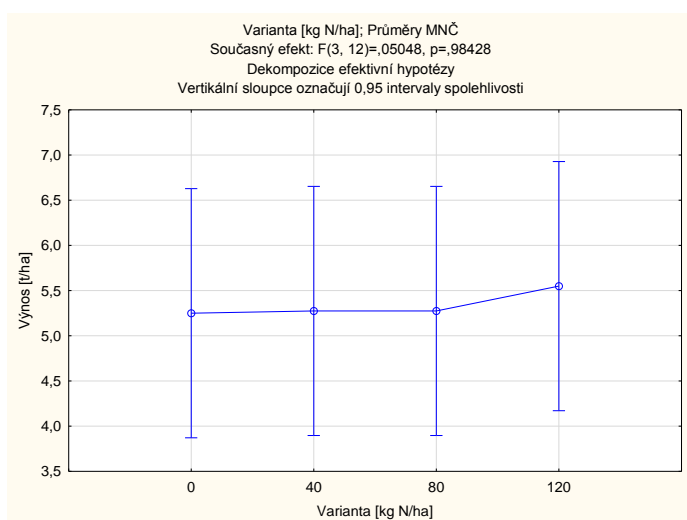
Příloha č. 28: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru hmotnosti sušiny kořenů za ročníky 2013/2014 – 2015/2016 z jarního odběru



Příloha č. 29: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2013/2014

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Výnos [t/ha] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,6013, sv = 12,000		
	Varianta [kg N/ha]	Výnos [t/ha] Průměr	1
1	0	5,250000	****
3	80	5,275000	****
2	40	5,275000	****
4	120	5,550000	****

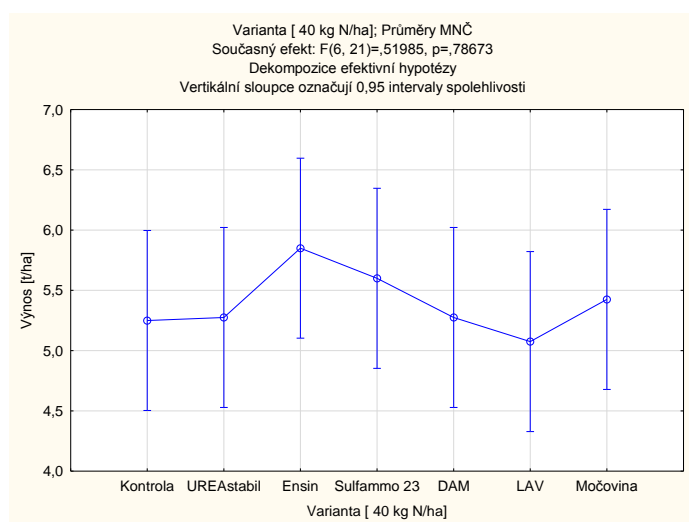
Příloha č. 30: Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2013/2014



Příloha č. 31: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu různých dusíkatých hnojiv 2013/2014

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Výnos [t/ha] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,51571, sv = 21,000		
	Varianta [ 40 kg N/ha]	Výnos [t/ha] Průměr	1
6	LAV	5,075000	****
1	Kontrola	5,250000	****
5	DAM	5,275000	****
2	UREAstabil	5,275000	****
7	Močovina	5,425000	****
4	Sulfammo 23	5,600000	****
3	Ensin	5,850000	****

Příloha č. 32: Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2013/2014

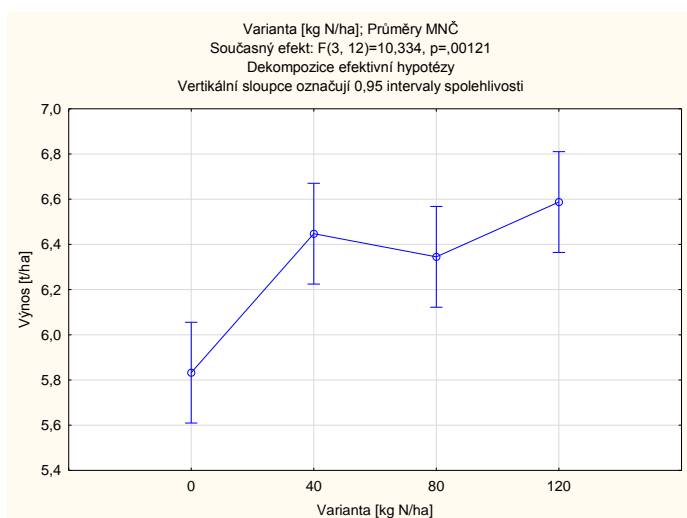


Příloha č. 33 : Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2014/2015

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Výnos [t/ha] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,04193, sv = 12,000			
	Varianta [kg N/ha]	Výnos [t/ha] Průměr	1	2
1	0	5,832500		****
3	80	6,345000	****	
2	40	6,447500	****	
4	120	6,587500	****	



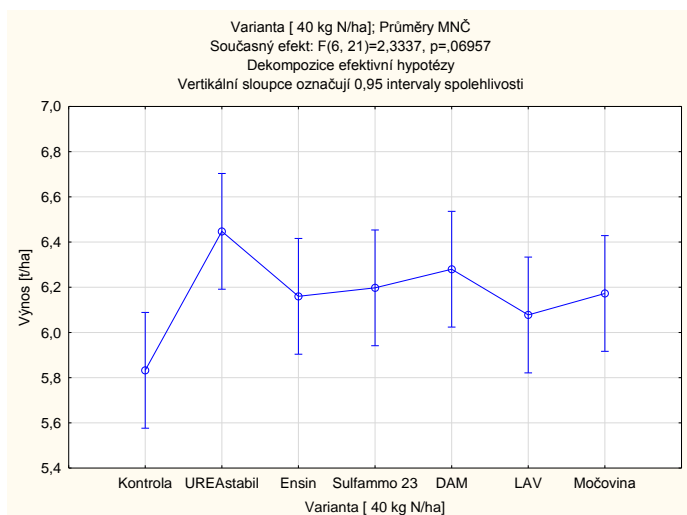
Příloha č. 34: Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2014/2015



Příloha č. 35: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu různých dusíkatých hnojiv 2014/2015

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Výnos [t/ha] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,06067, sv = 21,000			
	Varianta [ 40 kg N/ha]	Výnos [t/ha] Průměr	1	2
1	Kontrola	5,832500	****	
6	LAV	6,077500	****	****
3	Ensin	6,160000	****	****
7	Močovina	6,172500	****	****
4	Sulfammo 23	6,197500	****	****
5	DAM	6,280000	****	****
2	UREAstabil	6,447500		****

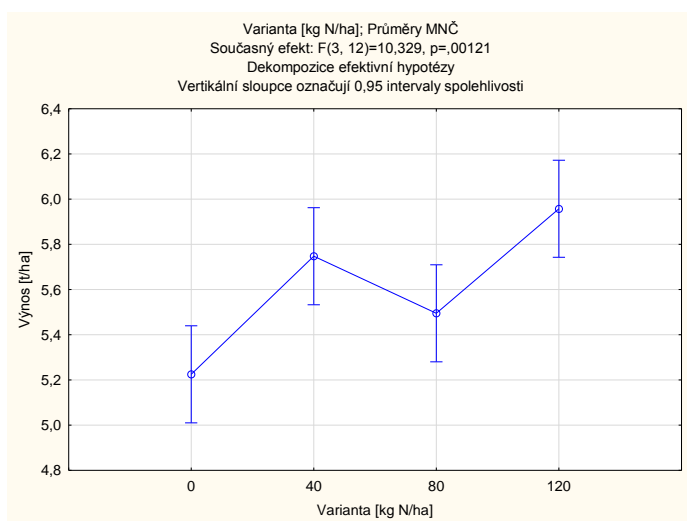
Příloha č. 36: Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu různých dusíkatých hnojiv 2014/2015



Příloha č. 37: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2015/2016

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Výnos [t/ha] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,03886, sv = 12,000				
	Varianta [kg N/ha]	Výnos [t/ha] Průměr	1	2	3
1	0	5,225000	****		
3	80	5,495000	****	****	
2	40	5,747500		****	****
4	120	5,957500			****

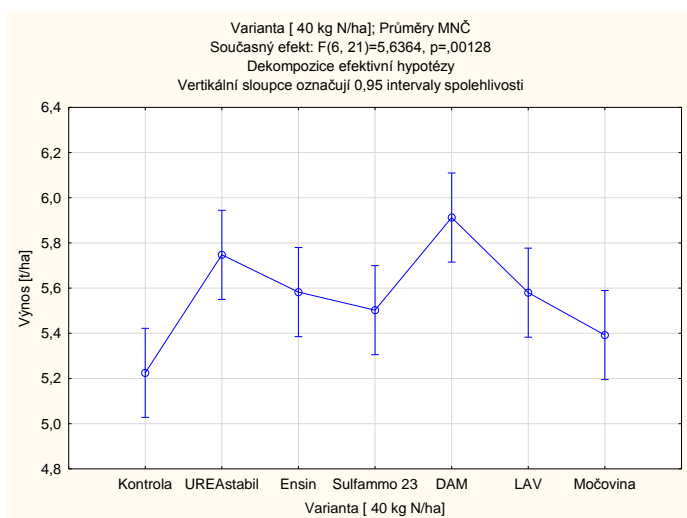
Příloha č. 38: : Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu stupňovitých dávek dusíku 2015/2016



Příloha č. 39: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu různých dusíkatých hnojiv 2015/2016

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Výnos [t/ha] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,03594, sv = 21,000				
	Varianta [ 40 kg N/ha]	Výnos [t/ha] Průměr	1	2	3
1	Kontrola	5,225000	****		
7	Močovina	5,392500	****	****	
4	Sulfammo 23	5,502500	****	****	****
6	LAV	5,580000	****	****	****
3	Ensin	5,582500	****	****	****
2	UREAstabil	5,747500		****	****
5	DAM	5,912500			****

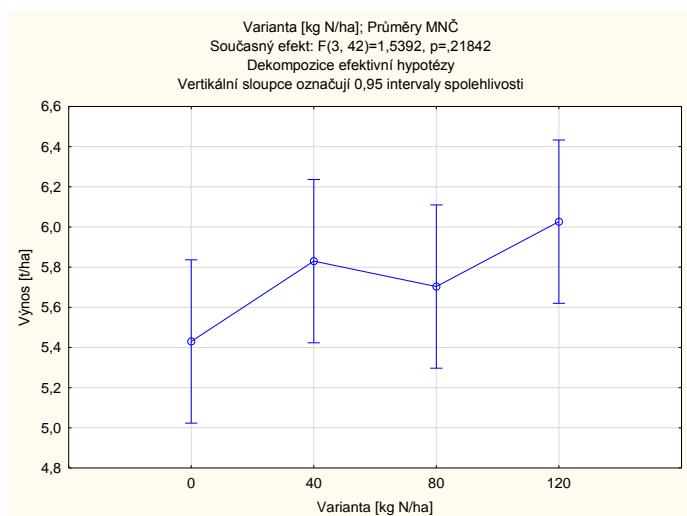
Příloha č. 40: Graf analýzy rozptylu výnosu semen řepky u rozptylu různých dusíkatých hnojiv 2015/2016



Příloha č. 41: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru výnosu semen řepky za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Výnos [t/ha] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,48725, sv = 42,000		
	Varianta [kg N/ha]	Výnos [t/ha] Průměr	1
1	0	5,430000	****
3	80	5,703333	****
2	40	5,830000	****
4	120	6,026667	****

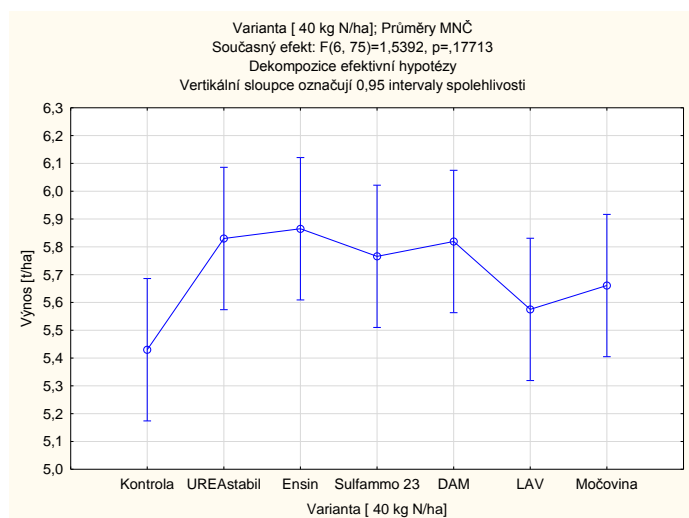
Příloha č. 42: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru výnosu semen za ročníky 2013/2014 – 2015/2016



Příloha č. 43: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru výnosu semen řepky za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Výnos [t/ha] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,19805, sv = 75,000		
	Varianta [ 40 kg N/ha]	Výnos [t/ha] Průměr	1
1	Kontrola	5,430000	****
6	LAV	5,575000	****
7	Močovina	5,660833	****
4	Sulfammo 23	5,765833	****
5	DAM	5,819167	****
2	UREAstabil	5,830000	****
3	Ensin	5,865000	****

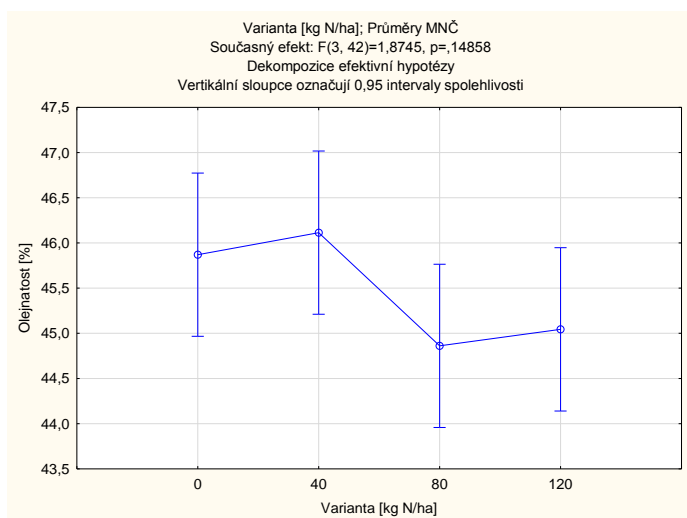
Příloha č. 44 : Graf analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru výnosu semen za ročníky 2013/2014 – 2015/2016



Příloha č. 45: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru olejnatosti semen řepky za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Olejnatost [%] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 2,4035, sv = 42,000		
	Varianta [kg N/ha]	Olejnatost [%] Průměr	1
3	80	44,86167	****
4	120	45,04417	****
1	0	45,87000	****
2	40	46,11417	****

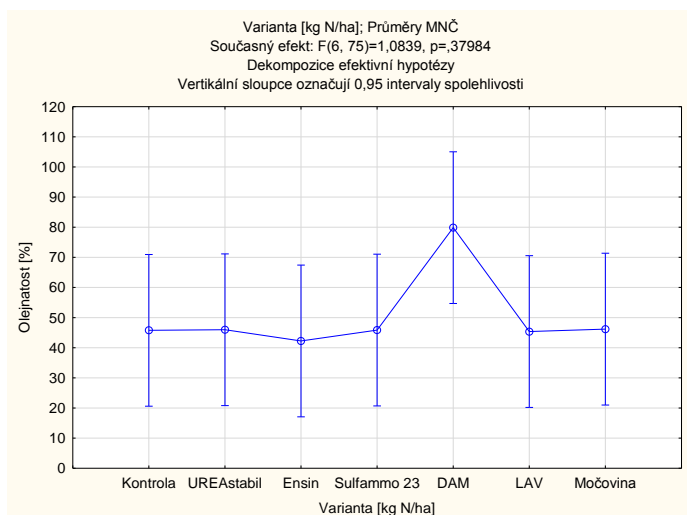
Příloha č. 46: Graf analýzy rozptylu stupňovitých dávek dusíku průměru olejnatosti semen za ročníky 2013/2014 – 2015/2016



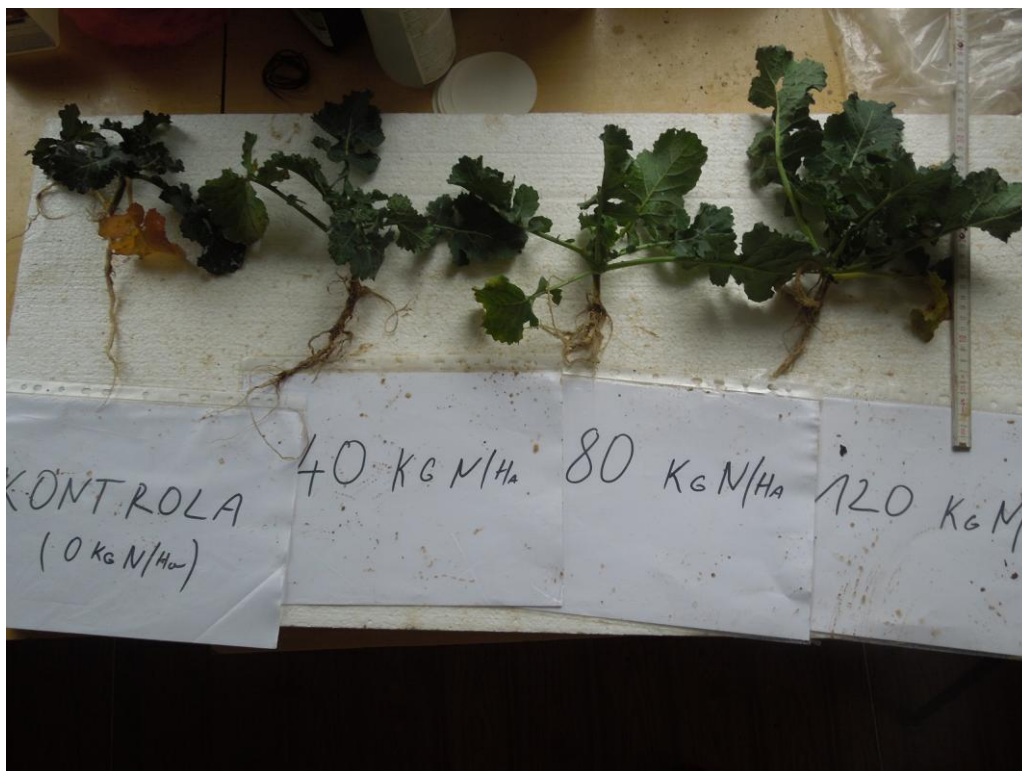
Příloha č. 47: Statistické vyhodnocení analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv průměru olejnatosti semen řepky za ročníky 2013/2014 – 2015/2016

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Olejnatost [%] Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1916,5, sv = 75,000		
	Varianta [kg N/ha]	Olejnatost [%] Průměr	1
3	Ensin	42,26167	****
6	LAV	45,37583	****
1	Kontrola	45,78667	****
4	Sulfammo 23	45,87500	****
2	UREAstabil	45,97250	****
7	Močovina	46,17917	****
5	DAM	79,86750	****

Příloha č. 48 : Graf analýzy rozptylu různých dusíkatých hnojiv olejnatosti semen za ročníky 2013/2014 – 2015/2016



Příloha č. 49 : Fotografie z podzimního odběru pokusu se stupňovitými dávkami dusíku dne 14. 12. 2015



Zdroj: Autor

Příloha č. 50 : : Fotografie z podzimního odběru pokusu s různými dusíkatými hnojivy dne 14. 12. 2015



Zdroj: Autor

Příloha č. 51 : Fotografie z podzimního odběru pokusu se stupňovitými dávkami dusíku dne 22. 3. 2016 (1 – 0 kgN/ha, 2 – 40 kg N/ha, 3 – 80 kg N/ha, 4 – 120 kg N/ha)



Zdroj: Autor

Příloha č. 52 : Fotografie z podzimního odběru pokusu s různými dusíkatými hnojivy dne 23. 3. 2016 (1-Kontrola, 2- UREAstabil, 3-LAV, 4-Močovina, 5- Ensin, 6-Sulfamo 23., 7-DAM)



Zdroj: Autor