

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



Podzimní hnojení ozimé řepky (*Brassica napus* L.)
dusíkem

Bakalářská práce

Autor práce: Ondřej Průša

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

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Podzimní hnojení ozimé řepky (*Brassica napus* L.) dusíkem" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 15.4. 2015

Poděkování

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

Podzimní hnojení ozimé řepky (*Brassica napus* L.) dusíkem

Souhrn

Řepka olejná (*Brassica napus* L.) patří mezi nejvýznamnější olejninu. Ve světě je na třetím místě za palmou olejnou a sójou luštinatou. V České republice se řepka olejná řadí na první místo mezi olejninu. V roce 2014 bylo oseto řepkou 389 298 ha, to je 15,8 % z celkové osevní plochy v České republice.

Cílem práce je zhodnocení podzimního hnojení v závislosti na různých dávkách 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. Pokusy byly založeny na Výzkumné stanici Červený Újezd ve vegetačním roce 2013/14. Hnojení proběhlo dne 29. 10. 2013. V rámci pokusů jsme sledovali znaky: hmotnost sušiny kořenů, obsah minerálního dusíku v půdě a výnos semen. Pro pokusy byla zvolena hybridní odrůda řepky olejné DK Exstorm.

Při podzimních odběrech rostlin provedených 18. 11. 2013 a 19. 12. 2013 a také při jarním odběru rostlin, který se konal 19. 3. 2014, bylo z každé parcelky odebráno 10 rostlin jdoucích po sobě v řádku. Rostliny byly následně omyty a oddělila se podzemní část, tzn. kořeny rostliny, které byly zváženy a usušeny při 105°C po dobu 8 hodin. Usušené kořeny se zvážily na analytických vahách s přesností na jedno desetinné místo. Obsah minerálního dusíku v půdě se stanovil ze vzorku zeminy, který se odebral sondýrkou z každé parcelky. Odběry vzorků zeminy pro stanovení minerálního dusíku v půdě proběhly na podzim dne 19. 11. 2013 a na jaře dne 13. 2. 2014. Z odebraných vzorků zeminy se v laboratoři stanovil obsah minerálního dusíku v půdě (N_{\min}). Sklizeň proběhla 23. 7. 2014 a výnos semen byl z výměry jedné parcelky (11,875 m²) přepočítán na výnos v tunách na hektar při 8% vlhkosti.

Z výsledků podzimních odběrů rostlin bylo zjištěno, že nejlepší hnojivem pro podporu růstu kořenů byl DAM. Pokus hnojený stupňovitými dávkami hnojiva UREAStabil nevykázal žádný nárůst kořenů, naopak varianta hnojená 120 kg N/ha inhibovala růst kořenů. Při podzimních odběrech rostlin byl také hodnocen obsah minerálního dusíku v půdě. V pokusu, kde se porovnávaly různá dusíkatá hnojiva, byl zaznamenán největší nárůst obsahu N_{\min} po aplikaci hnojiva UREAStabil. V pokusu se stupňovitými dávkami dusíku bylo zjištěno nejvíce N_{\min} v půdě u varianty hnojené se ukázala jako neoptimálnější dávka 80 kg N/ha.

Při vyhodnocování výsledků z jarního odběru rostlin, byla zjištěna nejvyšší hmotnost kořenů u variant s aplikací hnojiv Sulfammo 23 a močovina. Při zkoušení stupňovaných dávek dusíku vyšla nejvyšší hmotnost kořenů u varianty hnojené 40 kg N/ha. Při vyhodnocení obsahu minerálního dusíku v půdě byla nejefektivnější aplikace hnojiva Sulfammo 23. V pokusu se stupňovanými dávkami hnojiva vyšla nejlépe vyhodnocena varianta hnojená 120 kg N/ha.

Z Ekonomického a výnosového hlediska byla nejlepší varianta dávka 120 kg N/ha v hnojivu UREASTabil. Tato varianta dosáhla největší ziskovosti 5 842 Kč/ha i navýšení výnosu, nárůst výnosu byl 17 % k nehnojené variantě na podzim. V pokusu s různými dusíkatými hnojivy byly nejlépe vyhodnoceny z hlediska výnosu hnojiva Ensin a UREASTabil. Ekonomicky nejlépe vyšlo hnojivo UREASTabil, výše zisku byla 3 784 Kč/ha. Jako prodělečné se ukázaly aplikace hnojiv Sulfammo 23 (- 506 Kč/ha) a LAV (- 1 264 Kč/ha).

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

Autumn nitrogen fertilization of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.)

Summary

Oilseed rape (*Brassica napus* L.) is one of the most important oilseeds. It is third most planted crop in the world, after oil palm and soya. In the Czech Republic oilseed rape ranks first among oilseeds. In 2014, it was sown on 389,298 hectares, which is 15.8% of the total sown area in the Czech Republic. The aim of this thesis is to evaluate the autumn fertilization depending on different nitrogen doses (0, 40, 80 and 120 kg N / ha) in the fertilizer UREA Stabil and various nitrogenous fertilizers (Ensin, LAV, DAM, urea, and UREAStabil Sulfammo 23) in a single dose of 40 kg N / ha. The experiments were performed in the Research Station Červený Újezd in the vegetational year 2013/14. The fertilization took place on 29th October 2013. The following parameters were observed in the experiments: weight of dry roots, content of mineral nitrogen in the soil, and seed yield. For the experiments was chosen hybrid oilseed rape variety DK Exstorm.

In the autumn plant sampling performed on 18th November 2013 and 19th December 2013 and also during the spring plant sampling, which was performed on 19th March 2014, was collected from each experimental area 10 plants one after another in a row. Plants were washed and the underground part – roots - was separated, weighed and dried at 105 ° C for 8 hours. The dried roots were weighed on the analytical scales with an accuracy of one decimal point. The content of mineral nitrogen in the soil was determined from a sample of soil, which was taken by a sampler from each experimental area. Soil sampling for the determination of mineral nitrogen in the soil was held in autumn 19th November 2013 and in spring 13th February 2014. The content of mineral nitrogen (N_{min}) in the soil samples was determined in the laboratory. The harvest began on 23th July 2014, and seed yield of the single experimental area (11,875 m²) was calculated on the yield in tonnes per hectare at 8% moisture.

The results of autumn plant sampling indicates that the best fertilizer which supports the growth of roots is DAM. In the experiment with gradually dosed fertilizer UREAstabil showed no weight increase in the roots, while the option with 120 kg N/ha inhibited root growth. In the autumn plant sampling the content of mineral nitrogen in the soil was also determined. The experiment, in which various nitrogenous fertilizers were compared, found that the largest increase in the content N_{min} was after application of the UREAstabil fertilizer. In the experiment with gradually dosed fertilizer was found the maximum concentration of N_{min} in the soil, with optimal dose of 80 kg N / ha. The spring plant sampling indicated the highest root weight where the fertilizer Sulfammo 23 and urea were applied.

Testing of gradually dosed nitrogen proved the highest root weight with a dose of 40 kg N / ha. In terms of the content of mineral nitrogen in the soil the most efficient application was the fertilizer Sulfammo 23. The dose of 120 kg N / ha was evaluated as the most efficient in case of gradually dosed fertilizer. In terms of economy and yield the best option is the dose of 120 kg N / ha in the fertilizer UREAstabil. This option reached the highest profitability, which was 5842 CZK / ha and also increased yield by 17% in comparison with an unfertilized option in autumn. The fertilizers Ensino and UREAstabil proved to be best option in terms of yield. Most profitable fertilizer was UREAstabil, with gain of 3,784 CZK / ha. On the contrary the fertilizer Sulfammo 23 brought a loss of 506 CZK / ha, and LAV a loss of 1264 CZK / ha.

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

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce.....	10
3	Literární rešerše	11
3.1	Řepka olejná.....	11
3.1.1	Pěstování v ČR.....	11
3.1.2	Pěstování ve světě.....	11
3.1.3	Zastoupení v osevních postupech	11
3.1.4	Využití	12
3.1.5	Původ a historie pěstování	14
3.1.6	Biologie.....	15
3.1.7	Požadavky na prostředí.....	18
3.1.8	Růst a vývoj	18
3.1.9	Prvky výnosu řepky olejné	19
3.2	Dusík	20
3.2.1	Význam dusíku	20
3.2.2	Dusík pro rostliny	20
3.2.3	Koloběh dusíku	21
3.2.4	Nitrátová směrnice.....	23
3.3	Hnojení řepky olejné	27
3.3.1	Náročnost řepky olejné na živiny	27
3.3.2	Hnojení řepky dusíkem.....	27
4	Materiál a metody	30
4.1	Popis pokusného stanoviště.....	30
4.2	Popis pokusů	30
4.3	Varianty pokusů	31
4.4	Průběh počasí 2013 / 2014	32
4.5	Technologie pěstování	35
4.6	Popis hnojiv.....	36
4.7	Odběry a měření.....	37
5	Výsledky	39
5.1	Výsledky podzimního odběru	39
5.2	Výsledky jarního odběru	41
5.3	Výnos semen	44
5.4	Porovnání výsledků podzimního a jarního odběru.....	45
5.5	Ekonomické zhodnocení	48
5.6	Celkové výsledky	49

6	Diskuse.....	51
7	Závěr	53
8	Seznam literatury	54

1 Úvod

Dusík je jeden z nejvýznamnějších 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).

Řepka olejná (*Brassica napus* L.) patří v mezi nejvýznamnější olejninou. Ve světě je na třetím místě za palmou olejnou a sójou luštinatou. V České republice je nejvýznamnější olejninou, to dokazuje i výměra, která do roku 2014 stoupala. V roce 2014 došlo ke snížení výměry oproti předchozím rokům. V letech 2012 a 2013 bylo oseto přes 400 tis. ha, v roce 2014 došlo k mírnému snížení na 389 298 ha. Výnos řepky v posledních letech se pohyboval od 2,5 do 3,5 t/ha, v roce 2014 bylo dosaženo rekordního výnosu 3,94 t/ha. Současné výnosy jsou spojeny hlavně s pěstování moderních hybridních odrůd. Řepka má široké použití od potravinářství přes kosmetický průmysl až po energetické účely, zejména pro výrobu metylesteru (MEŘO), které zaujímá 35 % z celkové produkce v České republice (ČSÚ, 2014)

Řepka se i v některých podnicích stala ekonomickou plodinou, mimo jiné má i funkci přerušovače mezi dvěma obilovinami (Baranyk a kol., 2007). Řepka roste při 5 °C a kořeny jsou schopny růst při teplotě půdy 2°C (Vašák a Růžek, 2014). V podzimní části je řepka schopna odčerpat 50 - 80 kg dusíku na hektar (Béreš a kol., 2014).

Podzimní hnojení dusíkem je jedním ze způsobů jak efektivně zvýšit výnos řepky, tak i zvýšení ekonomického zisku. Podzimní hnojení dusíkem nemusí mít jen produkční a ekonomický přínos, ale i můžeme tím zlepšit přezimování rostlin a na jaře mají rostliny dusík, zejména při jarních přísuších.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je komplexně zhodnotit výnos řepky ozimé v závislosti na podzimních dávkách dusíku v 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 hmotnost kořenů řepky ozimé.

Hypotéza 2: Podzimní hnojení dusíkem zvyšuje výnos semen řepky ozimé.

3 Literární rešerše

3.1 Řepka olejná

3.1.1 Pěstování v ČR

V České republice bylo v roce 2014 zaseto 464 274 ha olejnin. Olejninu tvoří 18,8% z celkové výměry osetých ploch v České republice, největší podíl z olejnin má řepka olejná, zaujímá celkově z olejnin 93 %. V roce 2014 bylo oseto řepkou olejnou 389 298 ha. Ve srovnání s loňskou výměrou došlo ke snížení výměry o 29 510 ha, jedná se o snížení o 7 %. V roce 2014 se sklídilo 1 532 t semen řepky, a to odpovídá výnosu 3,94 t semene z jednoho hektaru. V oblasti výnosů se výnos zvýšil oproti loňskému roku o 6,2 % (CSÚ, 2014).

3.1.2 Pěstování ve světě

Řepka olejná je třetí nejpěstovanější olejninou na světě, po sóje luštinaté a palmě olejné. V roce 2014 bylo vyprodukováno 71 244 tis. tun semen řepky olejné v porovnání s rokem 2013, došlo ke zvýšení produkce o 534 tis. tun semen řepky olejné. Největšími producenty řepky olejné jsou Čína, Indie, Kanada, Japonsko a Evropská Unie (USDA, 2015). V Evropské unii jsou nevýznamnější producenty řepky olejné Německo, Francie, Velká Británie, Polsko, Bulharsko, Rumunsko, Česká republika a Itálie (MZE, 2014).

3.1.3 Zastoupení v osevních postupech

Řepka olejná má zastoupení v osevních postupech 18,8 % z celkové výměry orné půdy (CSÚ, 2014). V osevních postupech dosahuje běžně 20 % orné půdy, podniky se zastoupením řepky 25 – 33 % v osevním postupu nejsou ojedinělé, jedná se o podniky, kde se řepka stala tržní plodinou. Na pozemek se vrací v rozmezí 2 - 4 let (Baranyk a kol., 2010).

Klabzuba a Kožnarová (2007) uvádějí, že řepka olejná v osevních postupech plní funkci přerušovače mezi obilovinami, ale má také i další funkce v osevních postupech. Z agroekologického hlediska má protierozní účinky, odpleveluje půdu, snižuje spotřebu průmyslových hnojiv. Díky svému kořenovému systému řepka brání splavování dusíkatých látek do spodních vod a snižuje znečištění půdy a vodních zdrojů. Řepka olejná patří mezi alternativy z hlediska dodávání organického hnojiva, a to jak pro půdní faunu, tak i do půdy. Do půdy se vrací veškerá biomasa vyprodukovaná rostlinou v podobě slámy, kořenů, listů a chlopní šesulí.

3.1.4 Využití

3.1.4.1 Potravinářství

Výrobky z řepky, respektive se jedná o řepkový olej, který je doporučován odborníky na zdravou výživu na celém světě, taktéž je i velmi ceněným olejem. Hlavní výhody řepkového oleje jsou hlavně, že obsahuje nízký podíl nezdravých nenasycených kyselin. V řepkovém oleji se nachází vysoký podíl vícenenasycených mastných kyselin. Řepkový olej je nutričně velmi hodnotnou potravinou (Malina, 2013). Řepkový olej je také bohatým zdrojem přírodních látek s antioxidačními vlastnostmi (Szydłowska et. al., 2013).

Vašák a kol. (2000) uvádí, že řepkový olej má široké využití v potravinářství, a to pro výrobu louhu, margarínů, chlorofylových a karotenoidních barviv nebo využití samotného oleje. Řepkový olej v kulinářství má uplatnění jak ve studené kuchyni i pro tepelné zpracování (smažení, pečení). Ve studené kuchyni se přidává do salátů, též by se mohl nazývat salátový olej. Pro tepelné zpracování je olej vhodný k teplem úpravám, jako je jednorázovému smažení či pečení, ale pro fritování není řepkový olej vhodný. K fritování se obvykle přimíchává k řepkovému oleji palmový olej, který dává směsi olejů možnost většího namáhání oleje, také víckrát lze olej použít.

3.1.4.2 Krmivářství

V oblasti krmivářství se lze, s řepkou setkat, a to v podobě semene, výlisků nebo extrahovaných šrotů (Suchý et. al., 2007). Řepkový šrot je zdrojem aminokyselin jako jsou lyzin, metionin, leucin, izoleucin, fenylalanin, valin a threonin (Guo Chen et. al., 2011). Plnotučná řepková semena ve srovnání s plnotučnou sójou, jsou bohatší na energii a chudší na dusíkaté látky. Používají se „00“ odrůdy, nebo „000“ odrůdy, mají podobný obsah vlákniny a dusíkatých látek. Ve srovnání řepkového a sojového semene z pohledu zkrmování, je na tom řepkové semeno hůře, díky vyššího obsahu neškrobových polysacharidů a ligninu. Mnohem častěji se používají extrahované řepkové šroty, díky většímu obsahu energie a menšímu obsahu dusíkatých látek (Suchý et. al., 2007).

Se snížením obsahu glukosinolátů došlo k rozšíření použití řepky v podobě šrotů. Glukosinoláty ve velkém množství způsobovaly poruchy při látkové výměny u některých kategorií zvířat (Downey, 1969).

3.1.4.3 Oleochemie

Baranyk a kol. (2007) uvádí, že řepka olejná je ceněná v oleochemii z důvodu rozkladu olejů a tuků. Rozklad může probíhat dvěma způsoby buď hydrolýzou, nebo alkoholýzou. Produkty rozkladu jsou produkty mastné kyseliny, glycerol a estery mastných kyselin. Glycerolu se používá pro výrobu kosmetiky, výbušnin a fermeží. Mastné kyseliny mají uplatnění při výrobě metylesterů řepkového oleje, detergentů, vosků a plastických hmot. Řepku lze využít k výrobě technických olejů, které mají další uplatnění jako maziva, hydraulické kapaliny, vazelíny, laky a pryskyřice.

Řepka se využívá k výrobě mazacích a hydraulických olejů, fermeží, kosmetických produktů, mýdel, pracích prostředků a masážních olejů (Malina, 2013).

Protein řepky lze použít k výrobě biologicky rozložitelných materiálů jako jsou filmy, teplovodivé plasty, papír a lepidla (Jang et. al., 2011; Palomino et. al., 2012; Li et. al., 2012)

3.1.4.4 Energetika

Energetické využití řepky spočívá ve spalování slámy. Řepková sláma je ekologickým alternativním zdrojem nahrazující především hnědé uhlí. Spalování řepkové slámy lze získat tepelnou nebo elektrickou energii. Získat by mohly i zemědělské podniky, kdyby topily řepkovou slámou, výhody by byly úspoře vytápění či spotřebě elektřiny, následně i ve vytvoření nových pracovních míst. Podniky spalující řepkovou slámu by mohly ať tepelnou nebo elektrickou energii dále distribuovat pro komerční použití (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. 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 2014 se z 1 532,4 tis. tun semen řepky olejně se zpracovalo 536 tis. tun semen pro výrobu MEŘA (MZE, 2014).

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

O pěstování řepky na našem území, jsou zmínky už z 8-10. století našeho letopočtu, v této době se používalo přílohové hospodářství (Beranová, 1980). Zmínky jsou o využívání semen z řepky kolníku, neboli řepky tuřínu na výrobu oleje a na mýdla. Původně rostliny rodu *Brassica* sloužily jako zeleniny nebo pikantní semena (Vašák a kol., 2000). Toto využití je znázorněné na malbách ve městech Pompeje a Herkulaneum. Ve starém Egyptě a starogermánských hrobech byly nalezeny zbytky semen (Baranyk a kol., 2000).

V období středověku se uplatnění semen řepky a řepice rozšířilo na výrobu olejů, na mazání, pro mydlářství. V pozdější době jsou i zmínky i o potravinářském využití řepky (Vašák a kol., 2000). Zmínky jsou i v Praze z 15. století o lampovém oleji, zde se mohlo jednat o lněný i řepkový. O pěstování na českém území jsou zmínky z roku 1682, tehdy vychází instrukce Frýdladská, kde se již rozlišuje pěstování řepky a řepice. Zásadní rozmach v pěstování řepky nastal v období růstu velkých měst, manufaktur, moderního hutnictví a lehkého průmyslu. V období vlády Marie Terezie a Josefa II., kdy se usilovalo o rozšíření řepky na česká pole, proti byli tehdejší sedláci. Řepku neměli moc rádi, z důvodu, že vyžadovala moc práce (Baranyk et al., 2007).

Od roku 1868 až do současnosti se evidují osevní plochy, výnosy a sklizeň řepky (Baranyk et al., 2007). Od roku 1899 po nástupu svítiplynu, petroleje a ropných produktů se výměra řepky snížila, ale o výnos činil 1,94 t/ha. Po roce 1890 až do vzniku Československa se snížila výměra řepky díky rozšíření pěstování cukrové řepy a škodlivého nosatce *Baridus lepidii* (Krytonosec vesnovkový).

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).

Za protektorátu se ploch zvýšila až na 37 847 ha. V 50. letech 20. století se řepka pěstovala jako širokořádková plodina, šířka řádků činila 30 až 45 cm, výnos se pohyboval v rozmezí 1,4 – 1,8 t semen z ha (Kalus a Suchánek, 1955). V období mezi roky 1945 až 1975 se řepka plánovitě pěstovala na výměře 18 až 37 000 ha, výnosy stabilně rostly, dle pětiletí od 0,67 až 1,64 t/ha (Vašák a kol., 2000).

Roku 1975 byla vyšlechtěna řepka se sníženým množstvím kyseliny erukové a vysokým obsahem glukosinolátů, tato odrůda „0“ byla vhodná pro potravinářské účely. Od roku 1985 se podařilo vyšlechtit řepku se sníženým množstvím kyseliny erukové a glukosinolátů, tato řepka se označovala jako „00“ a to přineslo další využití řepky, zejména pokrutin ke zkrmování díky sníženému množství glukosinolátů, tyto odrůdy se používají do současnosti. Od roku 1995 se na trhu objevily hybridní odrůdy také „00“ typy odrůd, ale oproti dřívějším odrůdám se vyznačovaly většími výnosy a lepší odolností vůči stresům. Počátkem nového století tj. rok 2000 se změnilo složení mastných kyselin v oleji a následné využití řepky se rozšířilo o další využití jako na výrobu bionafty, zlepšení složení olejů. Také přibýly nebo byly zlepšeny nové vlastnosti jako tolerance k herbicidům a zlepšení mrazuvzdornosti (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 páchne (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 nesetkáváme 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 vejčitě 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

Pro řepku jsou optimální výrobní oblasti bramborářská a řepařská. V nižších oblastech tj. kukuřičná výrobní oblast, tam řepce schází živiny, také je více často napadána chorobami a škůdci. Optimální oblasti se vyznačují průměrnou teplotou v rozmezí 6,5-8,5°C s ročním úhrnem srážek 550 - 750 mm ročně. Vhodné výrobní oblasti se vyznačují dobrými podmínkami pro přezimování a hlavně přísunem srážek v době vzcházení v poslední dekádě srpna (Bečka a kol., 2007).

Z hlediska půd, řepka ozimá vyžaduje půdy s příznivým výživným režimem a dobrým obsahem přístupných živin. V případě nízkého obsahu živin v půdě, probíhá výživa na úkor staré půdní síly, jejíž potenciál klesá (Richter a kol., 2010). Bečka a kol. (2007) uvádí, že nejvhodnější půdy pro řepku olejnou jsou lehké až střední půdy, jedná se o půdy hlinitopísčité až písčité, ovšem půdy musí být řádně hnojeny.

3.1.8 Růst a vývoj

Životní cyklus řepky ozimé trvá v rozmezí 11 až 12 měsíců. Z pohledu ontogeneze se rozeznávají fáze vegetativní, růstová, generativní a plodná. Z časového vývoje řepky ozimé se rozeznávají podzimní část vegetace, kryptovegetace a jarní část vegetace (Vašák a kol., 1996).

Podzimní část vegetace a vývoje rostlin dána technologickými vlastnostmi půdy a podmínkami na daném stanovišti. Povrchové hroudy a nadměrná vlhkost negativně ovlivňují tvorbu kořene i nadzemní biomasy (Bečka et. al., 2004).

3.1.8.1 Podzimní vývoj

Jedná se o období, kdy rostliny soustřeďují zásobní látky především do kořenového krčku a kořenů. Nejintenzivnější růst nastává v období mezi zářím a říjnem. Od poloviny října se zkracováním dne dochází k přechodu z vegetativní do generativní fáze. Podzimní vývoj má končit, vytvořením listové růžice s 6 – 10 listy, s průměrem kořenového krčku větší, jak 8 mm, neprotáženým základem listového srdéčka. Ke splnění těchto cílů, potřebuje rostlina 60 – 70 dnů plné vegetace (Vašák a kol., 1996). V podzimní části vegetace nastává nárůst sušiny, také příjem dusíku (Sieling eds Kage, 2010).

3.1.8.2 Kryptovegetace

Jedná se o období, kdy ustal růst nadzemní biomasy. Růst nadzemní biomasy ustává, klesne-li teplota vzduchu pod 5°C. Kořeny oproti nadzemní biomase nepřestávají růst, jejich růst ustává, klesne-li teplota půdy pod 2°C. Jedná se o měsíce prosinec až únor. V tomto období se délka rostlin i délka listů zmenší o 10 %, obsah sušiny se zvyšuje z cca 12 % na 17 % a obsah dusíku v pletivech se snižuje. V období kryptovegetace dochází i k vývoji vegetačního vrcholu. Vegetační vrchol pokročí o 2 etapy (Vašák a kol., 1996).

3.1.8.3 Jarní vývoj

Jarní vývoj

Jarní vegetace začíná, jakmile se objevují bílé kořínky, to je při teplotě půdy nad 2°C. Při teplotě vzduchu nad 5°C, nastává opětovný růst nadzemní biomasy a následuje dlouhivý růst stonku. Po objevení pupat, nastává intenzivní dlouhivý růst stonku, tento intenzivní dlouhivý růst trvá asi 14 dní. Během intenzivního dlouhivého růstu rostliny vytvoří 50% nadzemní hmoty. Rostliny přirůstají denně o 5 – 8 cm a dochází ke zředování obsahu všech prvků, zejména dusíku. Růst stonku končí v období plného květu. Růst větví nastává, jakmile, dorostou první zelená poupata na obvodu terminálního květenství. Od fáze žlutých pupat na hlavním terminálu dochází k intenzivnímu růstu větví (Vašák a kol., 1996).

V průběhu kvetení dochází k opadu lodyžních listů a rostliny dosahují 80% konečné hmotnosti. Po odkvětu nastává nárůst sušiny i mírný nárůst biomasy a tvoří se šešule. Dále následuje období zralosti, v této době klesá výnos sušiny o 5 % a rostliny se zmenšují (Vašák a kol., 1996).

3.1.9 Prvky výnosu řepky olejné

Diepenbrock (2000) uvádí z hlediska výnosotvorných prvků jsou důležité v podzimní části vegetace je rovnoměrné vzejití porostu řepky, rovnoměrné vzejití také určuje velikost semen. Semena by měly být co největší. V jarní části vegetace je důležité kolik pupenů přežije, jako zárodky šešulí a následná délka šešulí také udává výnos.

Z hlediska počtu rostlin na m², je optimální 40 až 50 rostlin (Bečka a kol., 2014). Další z výnosotvorných prvků je počet šešulí na rostlinu, optimální počet činí 80 – 100 šešulí. Z hlediska větvení řepky, je optimální počet 6 – 12 větví na rostlinu. V šešuli je optimální 18 – 22 semen a hmotnost tisíce semen je optimální 4,5 až 5,2 g (Vašák a kol., 1996).

3.2 Dusík

3.2.1 Význam dusíku

Dusík se řadí mezi nevýznamnější prvky z hlediska koloběhu živin. Dusík je nepostradatelnou živinou jak pro rostliny, tak i pro všechny živé organismy, včetně půdních mikroorganismů a to z toho důvodu, že je jedním ze základních stavebních prvků živé hmoty tj. bílkovin. Nejvíce dusíku se nachází v litosféře, ale pro koloběh v přírodě je nevýznamnější atmosférický dusík (Vaněk a kol., 2007). Polaco et. Todd (2011) uvádí, že téměř 80 % dusíku se nachází v atmosféře v plynné formě (N_2)

Dusík má rozhodující vliv pro udržitelný rozvoj. V přírodě má výhody i nevýhody. Hlavní výhodou dusíku je stimulace růstu rostlin, Nevýhody dusíku jsou klimatické změny, eutrofizace vod, okyselení půdy, zhoršení lidského zdraví a ztráta biodiverzity (Polacco and Todd, 2011).

3.2.2 Dusík pro rostliny

Pro rostliny je příjem dusíků realizován pomocí iontů a to amonných kationtů (NH_4^+), nebo nitrátového aniontu (NO_3^-). Rostliny přímají i v amoniak NH_3 vzniklý redukcí amonné kationt. Amonný kationt i amoniak jsou toxické pro rostlinu i v malých koncentracích (Marschner, 2003). O příjmu jednotlivých iontů rozhodují nejvíce vnější podmínky, také i samotná rostlina. Výrazný vliv má pH prostředí a to v půdách s kyselejší až neutrálním pH převažuje příjem nitrátové formy, oproti tomu při neutrálním až alkalickém pH je vyšší intenzita příjmu amonné formy dusíku (Vaněk a kol., 2007).

Nižší teplota půdy má za následek poklesu příjmu nitrátových aniontů a naopak stimuluje příjem amonných kationtů (Torma, 2005).

Dusík má také vliv na kvalitu a výnos semen. V případě řepky s většími dávkami hnojení rostl výnos semen, ale zvyšující se dávky hnojiva měly za následek snížení olejnatosti semen, přičemž nejvyšší dávka byla 240 kg N/ ha. U nejvyšších dávek byl vysoký výnos, ale během skladování se díky rychlým posklizňovým pochodům uvnitř semen snížila olejnatou. V porovnání s nehnojenou variantou, kde byl nízký výnos semen, ale olejnatost byla nejvyšší. 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 (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 NH_4^+ se po přijetí rostlinou metabolizuje na amoniak (NH_3), který je dále zabudováván do aminokyselin a v konečném důsledku až do nukleových kyselin a bílkovin (Torma, 2005).

3.2.3 Koloběh dusíku

3.2.3.1 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).

Symbiotická fixace 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).

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).

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 N₂ je založen na aktivitě enzymu nitrogenia. Mikroorganismy se nacházejí na kořenech, kde vytváří hálky (hlízky), jedná se o zástupce *Rhizobium radicum* (Vaněk a kol., 2012).

3.2.3.2 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).

3.2.3.3 Nitrifikace

Nitrifikace je biologický proces, při kterém dochází k oxidaci redukovaných dusíkatých látek uvolněných v procesu amonifikace (Bielek, 1998). Je to o proces, ve kterém, oxiduje amonný dusík na NO₃⁻ (Vaněk a kol., 2012). Nitrifikace probíhá ve dvou fázích (Bielek, 1998).

V první fázi dochází k oxidaci amoniaku (NH₄⁺) na dusitany s hydroxylaminem jako meziproduct. Bakterie zabezpečující nitrificaci se nazývají nitrifikační bakterie rodu *Nitrosomonas*. V druhé fázi dochází k oxidaci dusitanů na dusičnany. Redukci dusitanů na dusičnany zabezpečuje nitrifikační mikroflóra rodu *Nitrobacter* (Bielek, 1998).

Nitrifikace je závislá na a teplotě, přičemž optimum je 25 - 30°C, dále na dostatku vzduchu a vody. Také na pH, kdy nitrifikaci vyhovuje slabě kyselé až zásadité (Vaněk a kol., 2012). Autotrofní nitrifikátoři využívají CO₂, jako zdroj a získávání energie oxidace amoniaku na dusičnany. Amoniak může přecházet z mineralizace půdní organické hmoty, nebo z hnojiv (Bielek, 1998).

3.2.3.4 Denitrifikace

Jedná se o proces redukce, kdy se z nitrátů stávají oxidy dusíku za přítomnosti organických látek. Tento proces je ztrátový, tím že dusík uniká ve formě plynů. Denitrifikace probíhá za nedostatku kyslíku v půdě, za přítomnosti nitrátů a dostatku rozložitelných organických látek. Denitrifikace je výrazněji urychlena při neutrálním až alkalickém pH (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.

3.2.4 Nitrátová směrnice

3.2.4.1 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).

3.2.4.2 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

Dusíkatou hnojivou látkou v tom to případě se rozumí minerální hnojivo obsahující dusík, organické hnojivo, organominerální hnojivo, statkové hnojivo a upravený kal. Do minerálních dusíkatých hnojiv se řadí jednosložková dusíkatá hnojiva a minerální hnojiva s obsahem dusíku. Dále do dusíkatých hnojivých látek spadají hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem, a to jsou statková hnojiva, jako kejda a tekutý podíl po separaci (fugát). Pro skupinu rychle působících hnojiv je charakteristický poměr C:N menší než 10. Také dále se sem řadí hnojiva s pomalu volnitelným dusíkem, sklíditelné rostlinné zbytky a upravené kaly (Klír a Kozlovská, 2012).

3.2.4.3 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 podmínek, půdní reakci, poměru důležitých kationtů, obsahu a kvality půdní organické hmoty a pěstitelských podmínek ovlivňující přístupnost živin (Klír a Kozlovská, 2012).

Tab. č. 1: Přehled vybraných plodina jejich maximální limity celkových dávek dusíku na ha

Plodina	Limit hnojení v kg N/ha	Výnos hlavního produktu (t) stanovený dle koeficientu potřeby N na 1 t hlavního produktu a příslušného množství vedlejšího produktu
pšenice ozimá	190	7,7
pšenice jarní	120	5,5
ječmen jarní	110	6,0
kukuřice na zrno	230	11,0
luskoviny	30	5,0
brambory sadbové	140	30,0
brambory ostatní	180	40,0

brambory rané	120	25,0
cukrovka	210	70,0
řepka ozimá	230	4,5
slunečnice	140	2,9
mák	85	1,2
Kukuřice na siláž	230	60,0

Zdroj: MZE, 2014

3.2.4.4 Vyloučení hnojení v nevhodném období

Období, kdy se nesmí hnojit dusíkatými hnojivy je toho důvodu, že organický dusík obsažený organických a organominerálních hnojivech, mineralizuje a dochází k jeho přeměně až do forem využitelných rostlinami, taktéž kdy mohou nastat ztráty dusíku. Rychlost uvolňování organických sloučenin a uvolňování dusíku je závislá na poměru C:N a rozložitelnosti jednotlivých typů organických látek (Klír a Kozlovská, 2012).

Tab. č. 2: Období zákazu používání dusíkatých hnojivých látek na zemědělské půdě

Klimatický region	Minerální dusíkatá hnojiva	Hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem	Hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem **)
0–5	1. 11. – 31. 1. (pro ozimé plodiny) 15. 10. – 15. 2. (pro ostatní plodiny a kultury)	15. 11. – 31. 1. (pro ozimé plodiny) 15. 11. – 15. 2. (pro ostatní plodiny a kultury)	1. 6. – 31. 7. 15. 12. – 15. 2.
6–9	15. 10. – 15. 2. (pro ozimé plodiny) 1. 10. – 28. 2. (pro ostatní plodiny a kultury)	5. 11. – 15. 2. (pro ozimé plodiny) 5. 11. – 28. 2. (pro ostatní plodiny a kultury)	1. 6. – 31. 7. 15. 12. – 28. 2.

Zdroj: MZE, 2014

3.2.4.5 Hospodaření na svažitých pozemcích

Omezení pěstování rostlin, kde je sklon pozemku převyšuje 7°, na těchto pozemcích se nesmí pěstovat širokořádkové plodiny jako kukuřice, brambory, slunečnice, čirok, sója a další. 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. U lehkých písčitých půd s dobrou infiltrací převládá vyplavení, oproti tomu u těžkých jílovitých půd je vyšší riziko povrchového odtoku. Zemědělské hospodaření by mělo být přizpůsobeno místním podmínkám (Klír a Kozlovská, 2012).

3.2.4.6 Hospodaření v blízkosti povrchových vod

V případě, že se pozemek nachází v blízkosti vody, nechává se nehnojený pás 3 m od břehové čáry. U pozemků se sklonitostí pozemku více jak 7° při využití tekutých hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem je třeba nechat nehnojený pás 25 m od břehové čáry. Při hnojení je nutné zabránit přímému vniknutí hnojivých látek do povrchových vod nebo jejich následnému smyvu povrchovým odtokem. Při aplikaci hnojivých dusíkatých látek je třeba přizpůsobit odstup aplikační techniky povětrnostním podmínkám, typu zařízení a dalším vlastnostem (Klír a Kozlová, 2012).

3.2.4.7 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 nerozmrazí. 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).

3.2.4.8 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. 3: 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 rozdrčenou 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

Řepka ozimá během podzimní části vegetace spotřebuje 50 - 80 kg dusíku na hektar. Aplikace živin, jak ve formě dusíkatých nebo kombinovaných hnojiv řepce však nestačí, že z velké části využijí dusík mikroorganismy pro rozklad slámy (Béřeš 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 (Béřeš a kol., 2014).

K podzimnímu přihnojení se jsou nevhodnější hnojiva především stabilizované močoviny například Ureastabil nebo Alzon 46 (Bečka a kol., 2012). Béřeš 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 přisušky 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, vybírají se hnojiva s vyšším podílem nitratového 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 kyselé až kyselé. 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 m² (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 Extrorm. 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 hlízečka. 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. 4: 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 5: 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. Pokus byl hnojen 29. 10. 2013. Hnojivo bylo na každou parcelku přesně naváženo a následně ručně rozházeno.

Tab. č. 6: Varianty pokusu 2

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

Tab. č. 7: 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. Zářní 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. 8: Povětrnostní 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	1,68	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

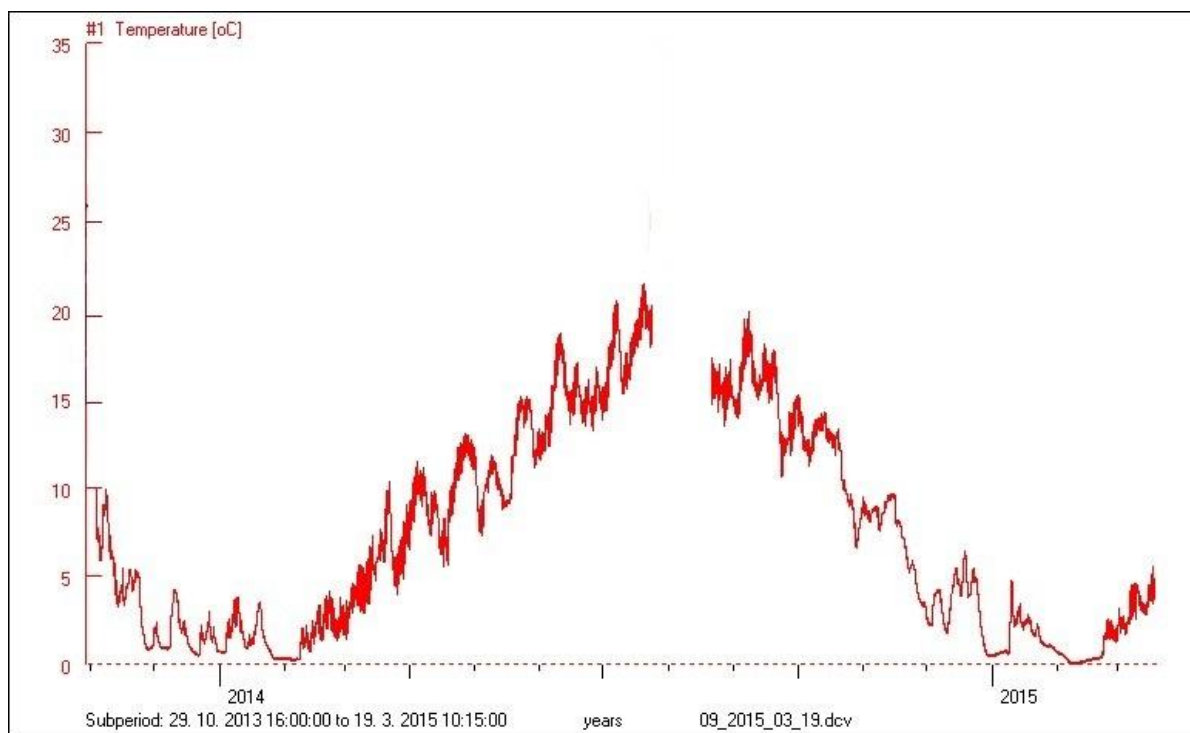
Tab. č. 9: Teplotní charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2013/2014

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

Tab. č. 10: 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

Graf č. 1: Teplota půdy ve 20 cm na stanovišti Výzkumné stanice Červený Újezd 2013/14



Zdroj: ing. J. Béréš

4.5 Technologie pěstování

Příprava půdy probíhala konvečním způsobem, kde základ tvoří orba. Dále následovalo předseťové zpracování půdy, nejprve byl povrch urovnán bránami a následně ještě nakypření kompaktozem. Výsev byl ve třetí dekádě srpna, selo se do hloubky 2 cm a šířka řádků byla 12,5 cm. Po zasetí byla řepka uválena cabridskými válci.

17. 8. 2013 Sklizeň předplodiny (ozimá pšenice) – sláma rozdrvena

21. 8. 2013 Seťová orba (22 cm)

22. 8. 2013 Předseťová příprava půdy (brány, kompaktor)

22. 8. 2013 Výsev, hloubka 1,5-2 cm, řádky 12,5 cm, výsevek 50 kl. semen na m²

23. 8. 2013 Válení po zasetí (cambridge)

23. 8. 2013 Quiz (1,4 l/ha) + Command 36CS (0,2 l/ha)

3. 9. 2013 Hukinol – hadříky na okraji pole

17. 9. 2013 Clartex Neo

27. 9. 2013 Gramin (0,6 l/ha) + Nurelle D (0,6 l/ha)

29. 10. 2013 podzimní hnojení N

září - březen Stutox do děr dle potřeby

- 13. 2. 2014 První regenerační dávka dusíku (40 kgN/ha) v LAD
- 11. 3. 2014 Druhá regenerační dávka dusíku (50 kgN/ha) v LAD
- 21. 3. 2014 Proteus 110 OD (0,7 l/ha)
- 31. 3. 2014 Produkční dávka dusíku (60 kgN/ha) v LAD
- 4. 4. 2014 Nurelle D (0,6 l/ha)
- 10. 4. 2014 Kvalitativní dávka dusíku (30 kgN/ha) v LAD
- 25. 4. 2014 Biscaya 240 OD (0,3 l/ha)
- 14. 7.2014 Roundup Klasik 3 l/ha
- 23. 7. 2014 Sklizeň (maloparcelková sklízecí mlátička Wintersteiger)

4.6 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 % SO₃, 3 % MgO a 7,5 % CaO. Hnojivo stimuluje přeměnu NO₃ formy v rostlině na NH₄. 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 kapalně 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 olejně se nedoporučuje k prvnímu jarnímu regeneračnímu hnojení silně poškozené vyzimované řepky. Doporučené dávky pro hnojení řepky olejně od 300 KG N/ha až po 450 kg/ha (Agropodnik Hradec Králové, 2015).

4.7 Odběry a měření

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

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

Na podzim byl proveden odběr na podzim dne 27. 11. 2013, téměř měsíc po hnojení obou pokusů a na jaře 22.1 2014. 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 částí 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_{\min}) se stanovoval na základě podzimního odběru, která proběhl dne 19. 11. 2013 a jarního odběru provedeného 13. 2. 2014. Pomocí sondýrky se odebral vzorek zeminy, ze kterého byl následně stanoven obsah minerálního dusíku v půdě v laboratoři.

Sklizeň byla provedena dne 23. 7. 2014 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

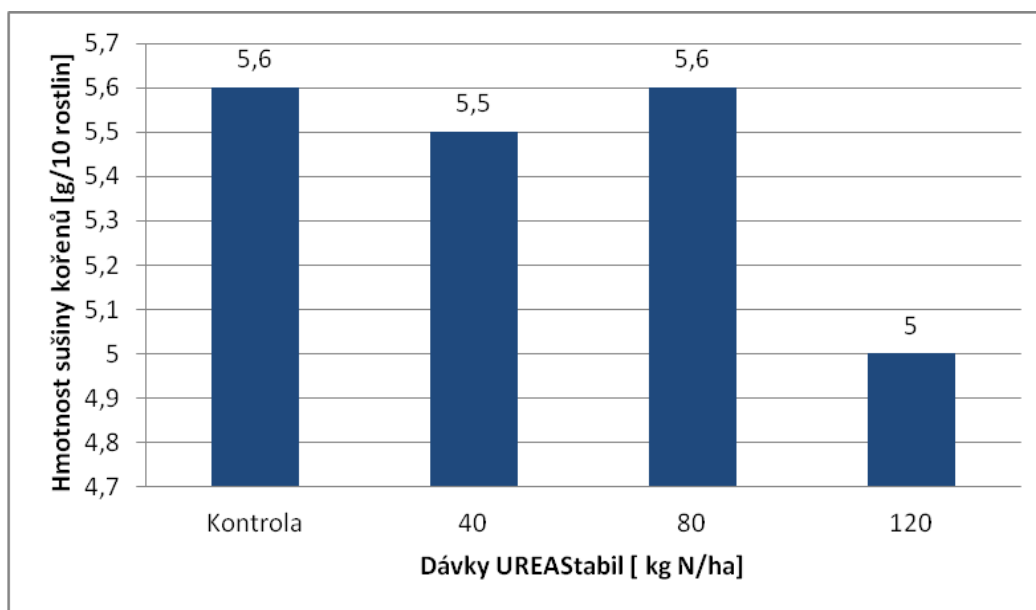
5.1 Výsledky podzimního odběru rostlin

Hmotnost sušiny kořenů

- **Pokus 1**

Z grafu č. 2 vyplývá, že při podzimním odběru provedeného 18. 11. 2013 bylo zjištěno, že nárůst kořenů ve srovnání s nehnojenou variantou byl téměř stejný a ke zvýšení hmotnosti sušiny kořenů nedošlo. Nevětší hmotnost sušiny kořenů, dosáhla varianta hnojená 80 kg N/ha společně s nehnojenou kontrolou. Hmotnost sušiny kořenů u nehnojené kontroly a varianty hnojené 80 kg N/ha byla 5,6 g/ 10 rostlin. U dávky 40 kg N/ha bylo dosaženo téměř stejné hmotnosti sušiny kořenů, kde hodnota byla 5,5 g/ 10 rostlin. Varianta hnojená 120 kg N/ha dosáhla nejnižší hmotnosti kořenů, která činila 5 g/10 rostlin a rozdíl oproti nehnojené kontrole byl 0,6 g/10 rostlin.

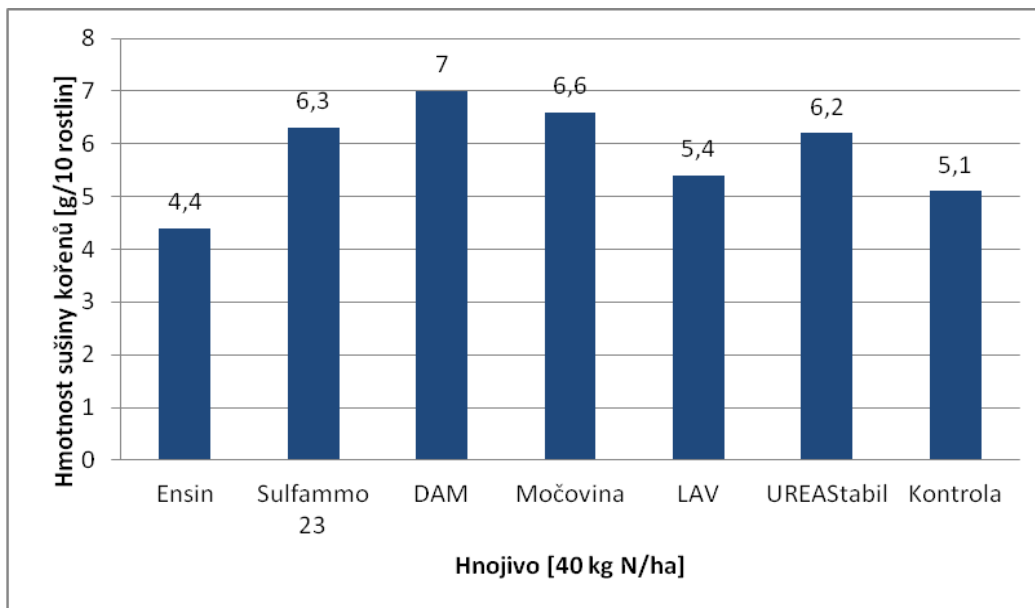
Graf č. 2: Hmotnost sušiny kořenů (g/10 rostlin) na základě různých dávek hnojiva UREAstabil při podzimním odběru rostlin dne 18. 11. 2013



- **Pokus 2**

Z podzimního odběru rostlin u pokusu 2 provedeného 19. 12. 2013 vyplývá, že téměř všechna hnojiva zvýšila hmotnost sušiny kořenů. V grafu č. 3 lze zjistit, že nejvíce zvýšily hmotnost sušiny kořenů hnojiva DAM, močovina, Sulfammo 23 a UREAstabil. Nepárné zvýšení bylo dosažené u hnojiva LAV, kde byl rozdíl oproti nehnojené kontrole 0,3 g/10 rostlin. Nehůře dopadlo hnojivo Ensin, které zaostalo za nehnojenou variantou o 0,7 g/10 rostlin.

Graf č. 3 : Hmotnost sušiny kořenů (g/10 rostlin) na základě využití různých dusíkatých hnojiv při podzimním odběru rostlin dne 19.12 2013

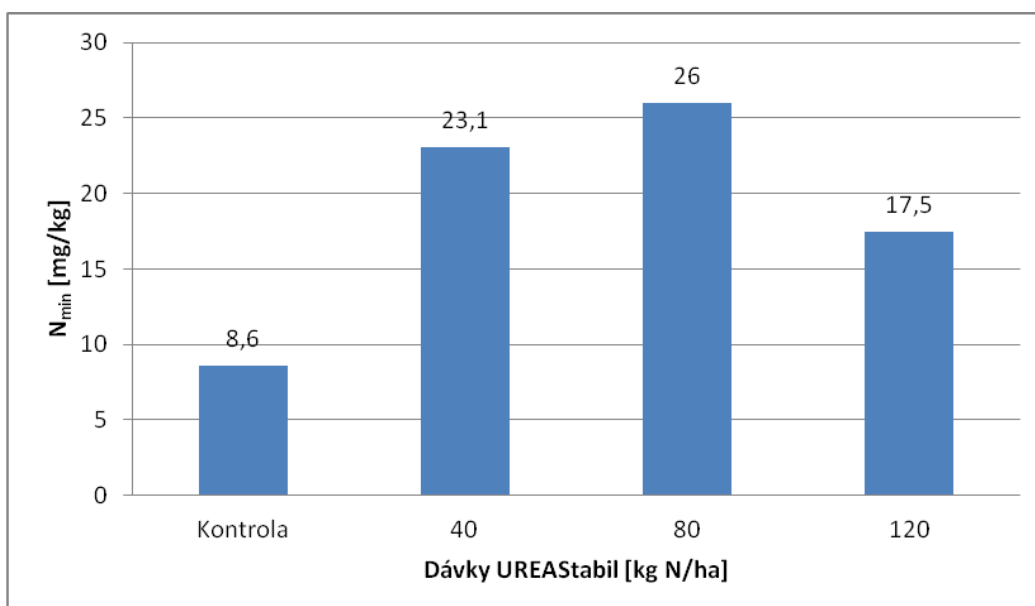


Obsah minerálního dusíku v půdě

- **Pokus 1**

Výsledky obsahu minerálního dusíku v půdě (N_{\min}) po podzimním hnojení pokusu 1 jsou uvedeny v grafu č. 4. Všechny zkoušené varianty překonaly hodnotu N_{\min} nehnojené kontroly, která měla hodnotu 8,6 mg/kg. Varianta hnojená 80 kgN/ha zvyšovala nevíce N_{\min} , rozdíl oproti nehnojené kontrole činil 17,4 mg/kg. Nejméně N_{\min} bylo zjištěno u varianty hnojené 120 kg N/ha, která překonala nehnojenou kontrolu o 8,9 mg/kg.

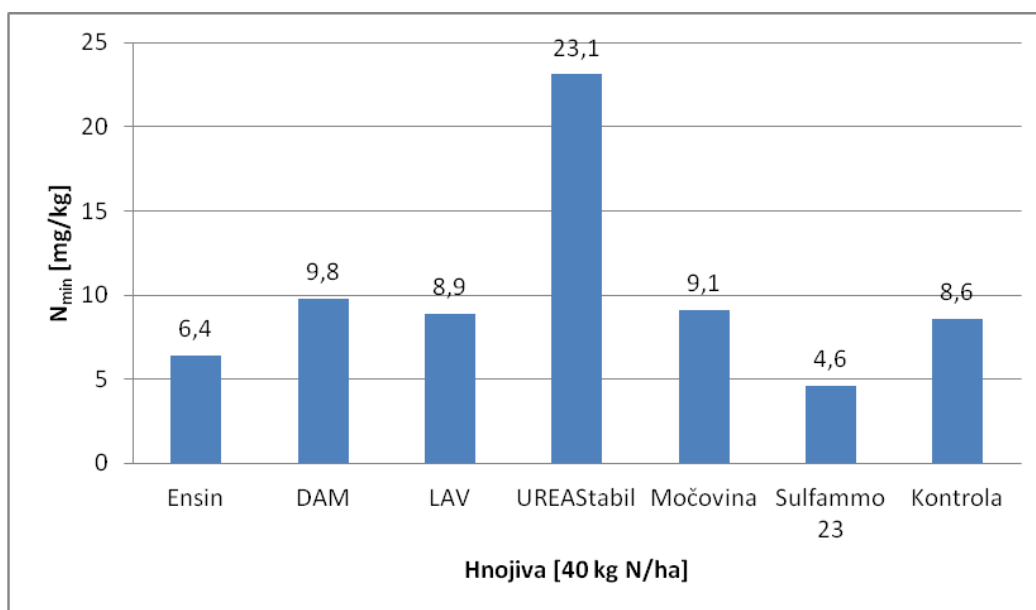
Graf č. 4: Obsah minerálního dusíku v půdě (0 – 30 cm) po podzimním hnojení UREASTabil při podzimním odběru dne 19. 11. 2013



- **Pokus 2**

V grafu č. 5 jsou uvedeny výsledky obsahu minerálního dusíku (N_{\min}) po podzimním hnojení pokusu 2. Téměř všechny hnojiva překonaly nehnojenou kontrolu, až na hnojiva Sulfammo 23 a Ensin. Nejvýše obsahu N_{\min} po podzimním hnojení bylo zjištěno u hnojiva UREAstabil, byl rozdíl oproti nehnojené kontrole 14,5 mg/kg. Ostatní varianty mírně zvyšovaly N_{\min} ve srovnání s hnojivem UREAstabil. Hnojiva Ensin a Sulfammo 23 snižovaly N_{\min} ve srovnání s nehnojenou kontrolou. Rozdíl oproti nehnojené kontrole byl u hnojiva Ensin 2,2 mg/kg a u hnojiva Sulfammo 23 4mg/kg.

Graf č. 5: Obsah minerálního dusíku v půdě (0 – 30 cm) po podzimním hnojení různými dusíkatými hnojivy při podzimním odběru dne 19. 11. 2013



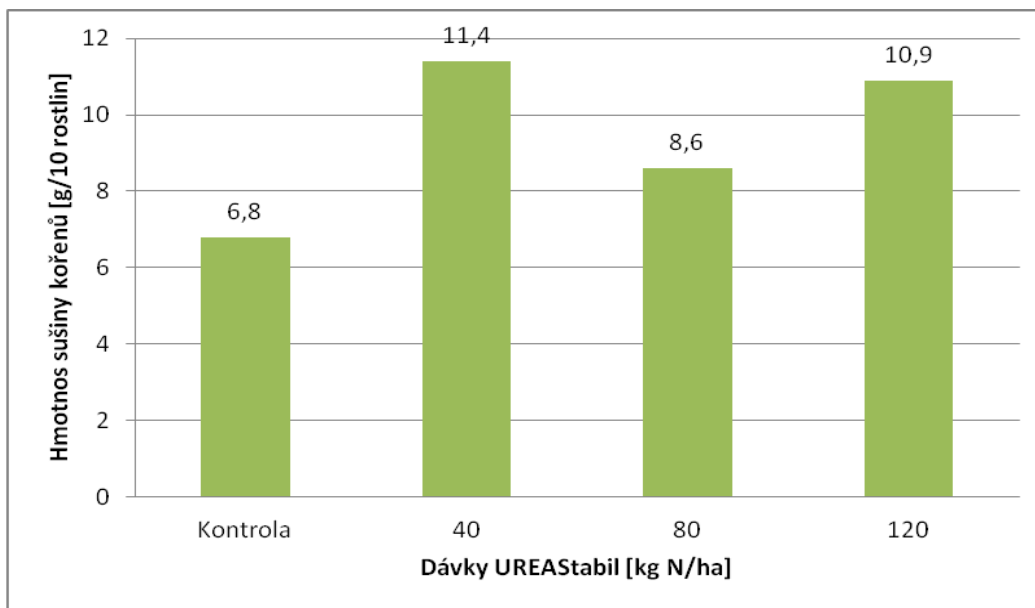
5.2 Výsledky jarního odběru rostlin

Hmotnost sušiny kořenů

- **Pokus 1**

Výsledky jarního odběru hmotnosti sušiny kořenů u pokusu 1 provedeného 19. 3. 2014, jsou uvedeny v grafu č. 6. Všechny zkoušené varianty překonaly nehnojenou kontrolu, která měla hmotnost sušiny kořenů 6,8 g/ 10 rostlin. Nejvíce hmotnost sušiny kořenů zvyšovala u dávky 40 a 120 kg N/ha, rozdíl mezi nehnojenou kontrolou a variantou hnojenou 40 kg N/ha byl 4,6 g/ 10. Rozdíl mezi variantou hnojenou 120 kg N/ha a nehnojenou kontrolou činil rozdíl 4,1 g/10 rostlin.

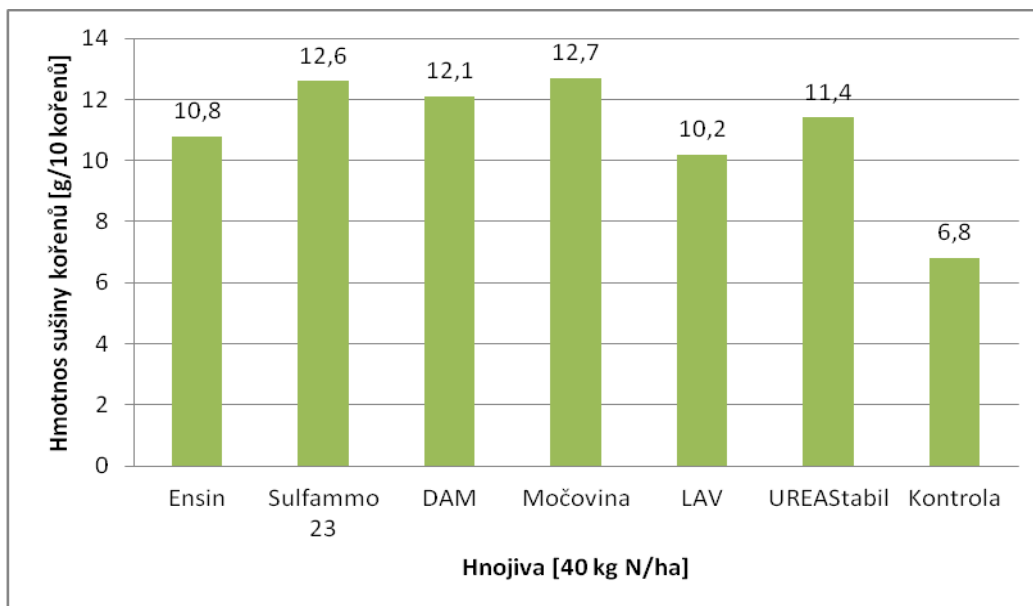
Graf č. 6: Hmotnost sušiny kořenů (g/10 rostlin) na základě různých dávek hnojiva UREASTabil při jarním odběru rostlin dne 19. 3. 2014



- **Pokus 2**

V grafu č. 7 jsou uvedeny výsledky pokusu 2 hmotnosti sušiny kořenů při jarním odběru, který byl proveden 19. 3. 2014. Všechna zkoušená hnojiva překonala nehnojenou kontrolu, která měla hmotnost sušiny kořenů 6,8 g/10 rostlin. Největší hmotnost sušiny kořenů byla dosažena u hnojiv močovina a Sulfammo 23, kde byl rozdíl oproti nehnojené kontrole u močoviny 5,9 g/10 rostlin a u Sulfamma 23 5,8 g/10 rostlin. DAM překonal hranici 12 g/10 rostlin. Nejnižší hmotnost sušiny kořenů byla zjištěna u hnojiv Ensin a LAV, kde rozdíl oproti nehnojené kontrole byl u Ensinu 4 g/10 rostlin a hnojiva LAV dokonce 3,4 g/10 rostlin.

Graf č. 7: Hmotnost sušiny kořenů (g/10 rostlin) na základě využití různých dusíkatých hnojiv při jarním odběru rostlin

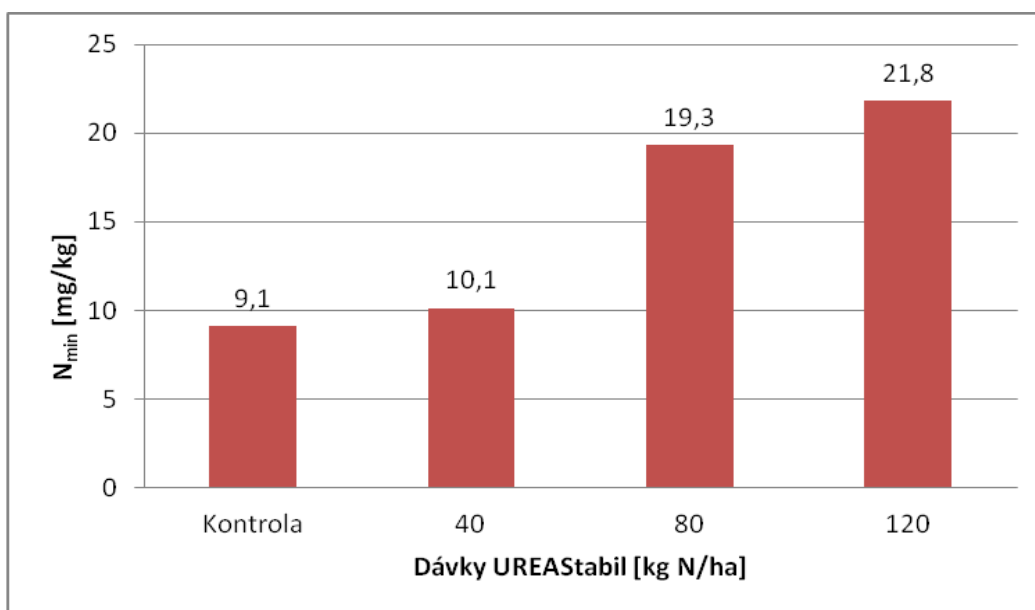


Obsah minerálního dusíku v půdě

- **Pokus 1**

Graf č. 8 znázorňuje, jak dávky hnojiva UREASTabil mají vliv na obsah minerálního dusíku v půdě (N_{\min}). Při jarním odběru se ukázala jako nejlepší varianta hnojená 120 kg N/ha, kde byl rozdíl ve srovnání s nehnojenou kontrolou 12,7 mg/kg. Mírné zvýšení nastalo u varianty hnojené 40 kg N/ha, obsah N_{\min} se zvýšil o 1 mg/kg.

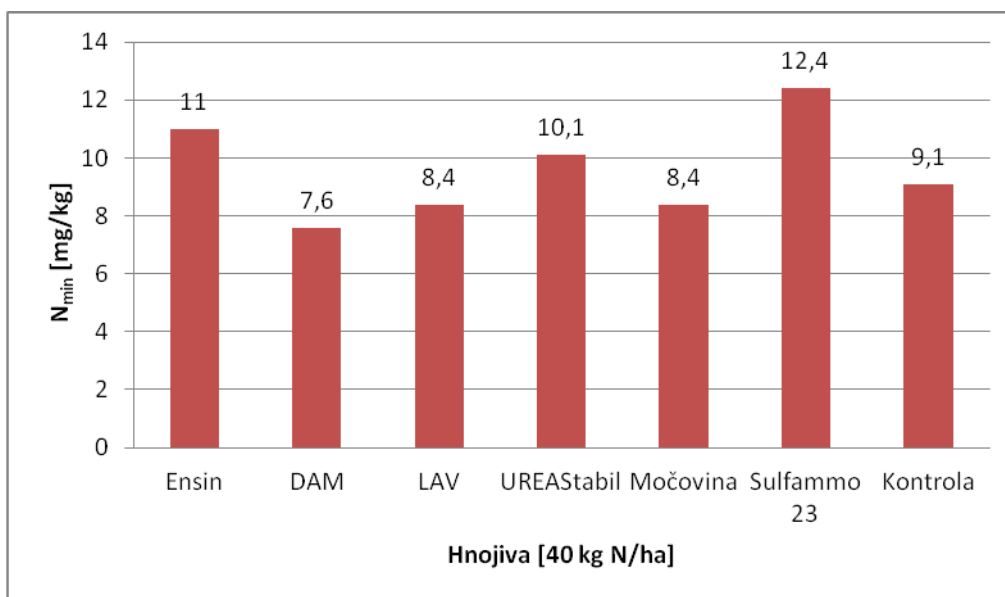
Graf č. 8: Obsah minerálního dusíku v půdě (0 – 30 cm) po podzimním hnojení UREASTabil při jarním odběru dne 13.2.2014



- **Pokus 2**

Graf č. 9 zobrazuje vliv jednotlivých dusíkatých hnojiv na obsah minerálního dusíku v půdě (N_{\min}). Z grafu lze vyčíst, že největší obsah N_{\min} bylo zjištěno u Sulfamma 23, kde byl rozdíl ve srovnání s nehnojenou variantou 3,3 mg/kg. Z výsledků měření obsahu N_{\min} v půdě bylo vyhodnoceno, že hnojiva močovina, DAM a LAV dosáhly nižších hodnot než nehnojená kontrola

Graf č. 9: Obsah minerálního dusíku v půdě (0 – 30 cm) po podzimním hnojení různými dusíkatými hnojivy při jarním odběru dne 13.2.2014

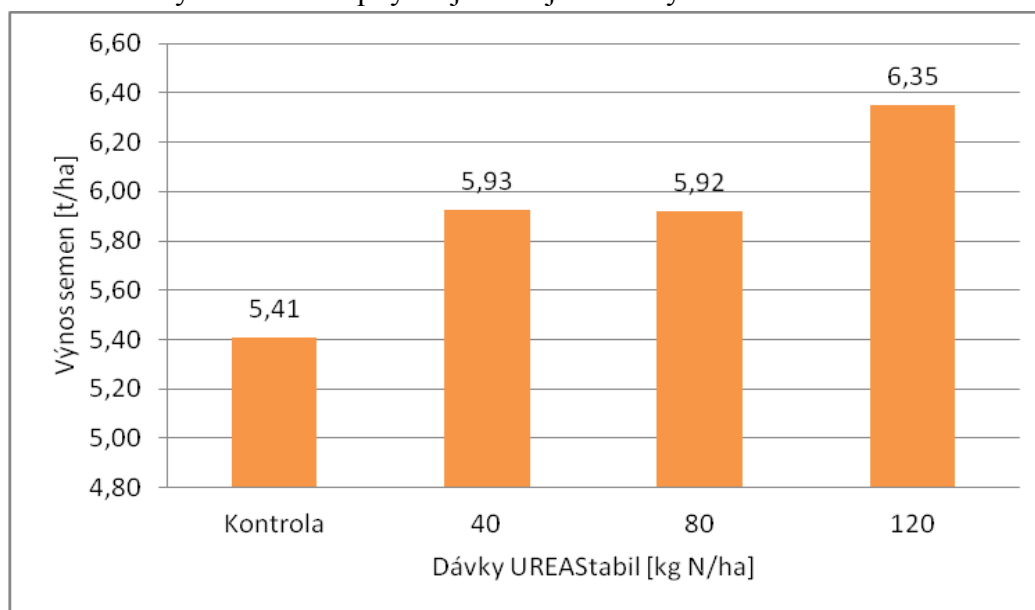


5.3 Výnos semen

- **Pokus 1**

Výnos semen je zobrazen v grafu č. 10 a to vliv dávek dusíku v hnojivu UREASTabil. Nejvyšší výnos byl dosažen u varianty hnojené 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 dosáhly téměř stejného navýšení výnosu u varianty 80 kg N/ha bylo navýšení výnosu o 9 %. U varianty 40 kg N/ha došlo k navýšení výnosu o 10 %.

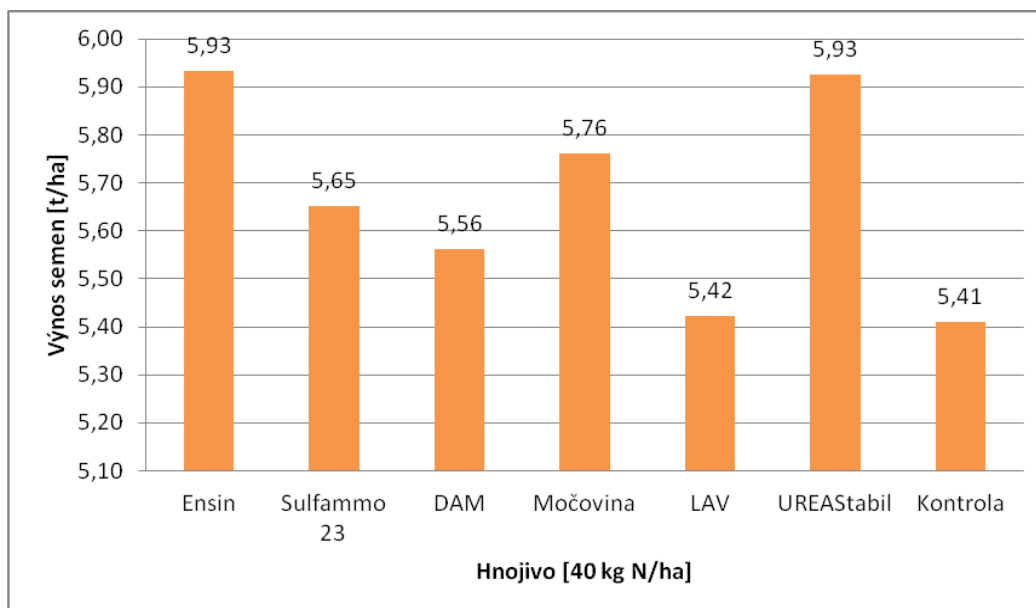
Graf č. 10: Výnos semen řepky olejné hnojené různými variantami UREASTabil



- **Pokus 2**

V grafu č. 11 je vyhodnocen výnos semen řepky hnojené různými dusíkatými hnojivy na podzim. Výnos semen se zvýšil téměř u všech zkoušených hnojiv. Největší navýšení výnosu bylo dosaženo u hnojiv UREAStabil a Ensin, navýšení oproti nehnojené kontrole bylo o 10%. Mírné navýšení výnosu nastalo u hnojiv Sulfammo 23 a DAM. Nejnižší výnos byl zaznamenán u hnojiva LAV, které dosáhlo téměř stejného výsledku jako nehnojená kontrola.

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



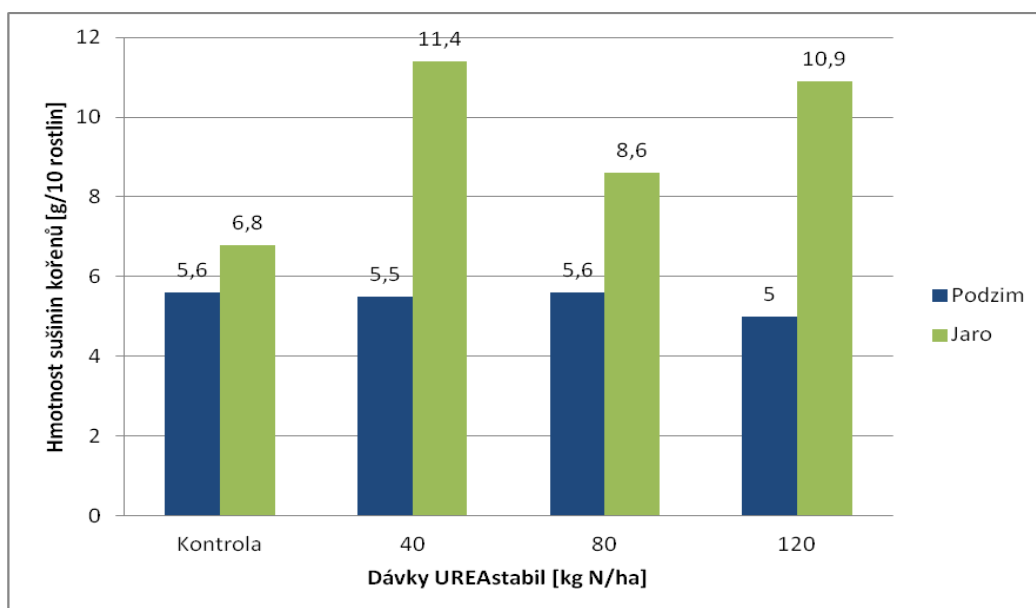
5.4 Porovnání výsledků podzimního a jarního odběru

Hmotnost sušiny kořenů

- **Pokus 1**

Graf č. 12 zobrazuje nárůst hmotnosti kořenů v porovnání hodnot z podzimního a jarního odběru rostlin. Z grafu lze vyčíst, že největší nárůst nastal u variant hnojené 40 a 120 kg N/ha. U varianty hnojené 40 kg/ha narostly kořeny o 5,9 g/10 rostlin oproti podzimnímu odběru. K mírnému nárůstu došlo u varianty hnojené 80kg N/ha, nárůst byl 3 g/10 rostlin ve srovnání s podzimním odběrem. Nejnižší nárůst kořenů byl zaznamenán u nehnojené kontroly, hmotnost sušiny kořenů se zvýšila o 1,2 g/10 rostlin v porovnání s hodnotou sušiny kořenů na podzim.

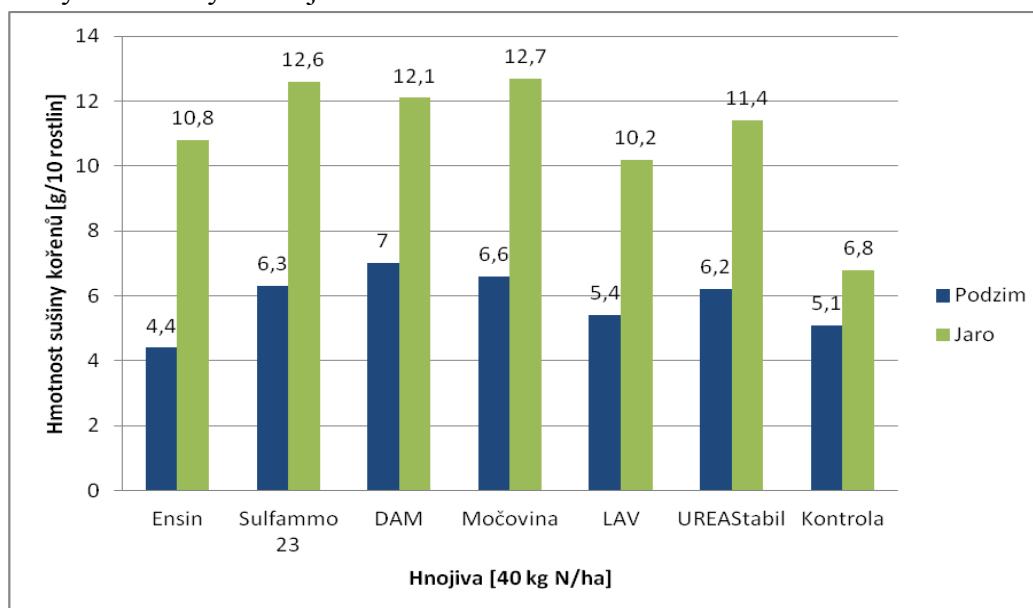
Graf č. 12: Nárůst sušiny kořenů v porovnání podzimního a jarního odběru v závislosti různých dávek UREASTabil



- **Pokus 2**

V grafu č. 13 jsou vyhodnoceny výsledky hmotnosti sušiny kořenů při odběru rostlin na jaře a na podzim. Hnojiva Ensin, Sulfammo 23 a močovina nejvíce zvyšovaly hmotnost sušiny kořenů, zmíněná hnojiva zvýšily výnos hmotnosti sušiny kořenů o více jak 6 g/10 rostlin oproti podzimnímu odběru. Ostatní hnojiva reagovaly menším nárůstem hmotnosti sušiny kořenů ve srovnání s hnojivy Ensin, Sulfammo 23 a močovina. Nejnižšího zvýšení přírůstku hmotnosti sušiny kořenů bylo zjištěno u nehnojené varianty, kde byla hodnota přírůstku 1,7 g/10 rostlin ve srovnání výsledkem z podzimního odběru.

Graf č. 13: Nárůst sušiny kořenů v porovnání podzimního a jarního odběru v závislosti na různých dusíkatých hnojivech

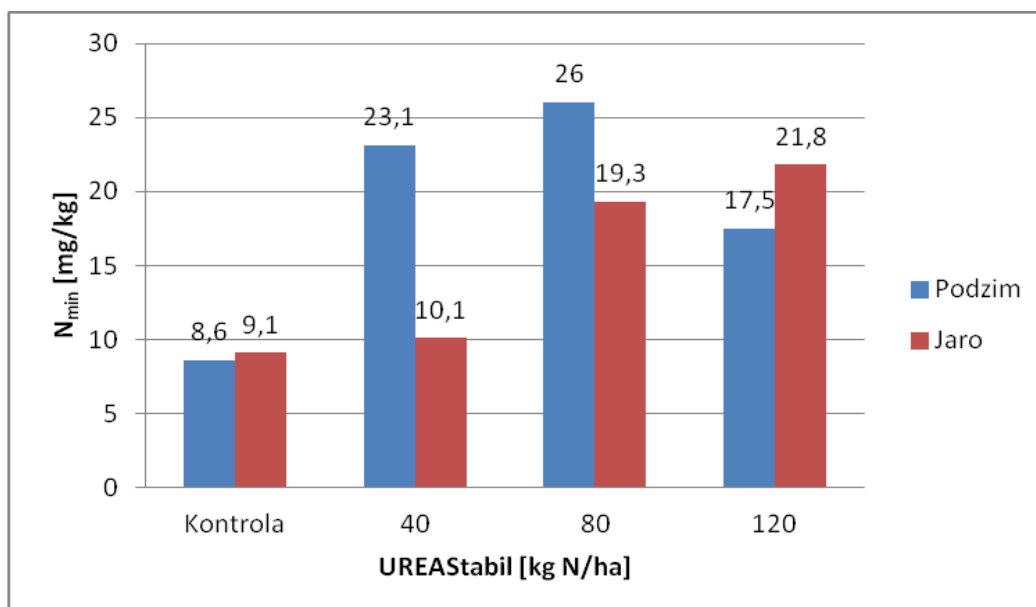


Obsah minerálního dusíku v půdě

• Pokus 1

Graf č. 14 znázorňuje působení jednotlivých dávek hnojiva UREAstabil na obsah minerálního dusíku v půdě (N_{\min}) při jarním a podzimním odběru. Varianty 40 a 80 kg N/ha snižovaly obsah N_{\min} v půdě a to u dávky 40 kg N/ha bylo snížení N_{\min} o 13 mg/kg. Nárůst N_{\min} byl zaznamenán varianty hnojené 120 kg N/ha, zde došlo k největšímu nárůstu N_{\min} o 4,3 mg/kg. Mírné zvýšení lze zjistit z grafu u nehnojené kontroly, kde se N_{\min} zvýšilo nepatrně, a to o 0,7 mg/kg.

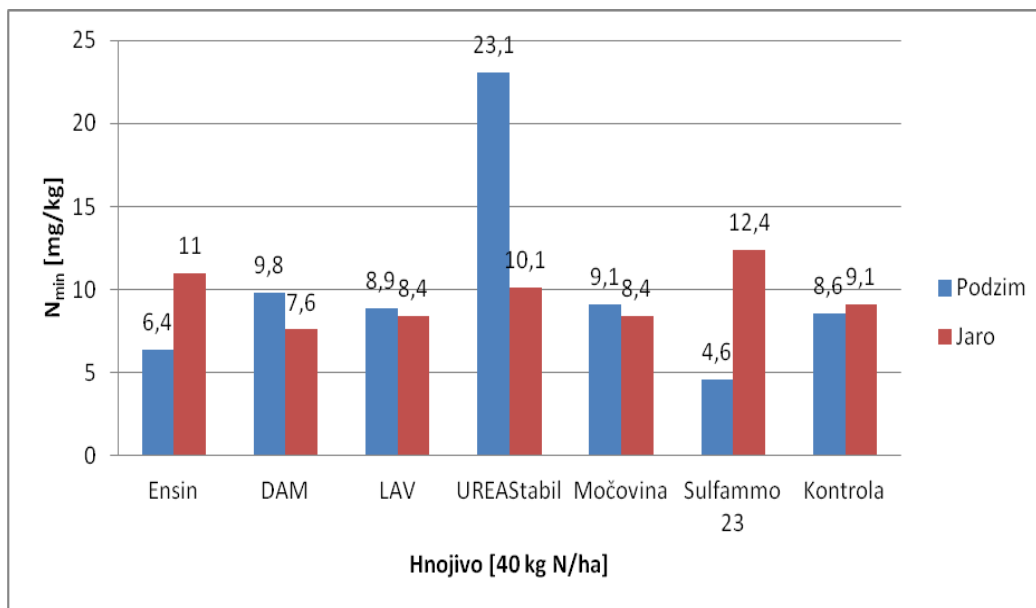
Graf č. 14: Porovnání výsledků N_{\min} při podzimním a jarním odběru v závislosti na dávkách UREAstabil



• Pokus 2

V grafu č. 15 jsou vyhodnoceny výsledky obsahu minerálního dusíku v půdě (N_{\min}) při podzimnímu a jarnímu odběru rostlin. Převážná část hnojiv snižovala obsah N_{\min} v půdě mimo variant Ensin, Sulfammo 23 a nehnojené kontroly. Nejvyšší zvýšení obsahu N_{\min} bylo zjištěno u hnojiva Sulfammo 23 (o 7,8 mg/kg), dále pak u Ensinu a nakonec u neošetřené kontroly, kde bylo zvýšení N_{\min} nepatrné (o 0,7 mg/kg). Největší snížení obsahu N_{\min} bylo zaznamenáno u hnojiva UREAstabil, kde se snížil obsah N_{\min} o 13 mg/kg oproti podzimnímu odběru. Obsah N_{\min} mírně snížil u hnojiva DAM (o 2,2 mg/kg) a nepatrné snížení obsahu N_{\min} lze vyčíst z grafu, kde se hodnota pohybovala pod 1 mg/kg oproti podzimním výsledkům.

Graf č. 15 : Porovnání výsledků N_{\min} při podzimním a jarním odběru v závislosti na různých dusíkatých hnojivech



5.5 Ekonomické zhodnocení

• Pokus 1

V tabulce č. 9 je provedeno ekonomické hodnocení jednotlivých variant hnojení hnojivem UREAstabil. Ve všech variantách byl dosažen zisk ve srovnání nehnojenou kontrolou. Největší zisk vykázala varianta hnojená 120 kg N/ha, u které došlo k navýšení zisku o 5 842 Kč/ha. Nejnižší ziskovost byla zjištěna u varianty hnojené 80 kg N/ha, kde zisk činil 2 659 Kč/ha.

Tab. č. 11 : Ekonomické zhodnocení hnojených variant hnojivem UREAstabil (cena UREastabil 11 800 Kč/t, výkupní cena řepky 9 789 Kč/t, aplikace hnojiva 280 Kč/ha)

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	52 958	52 958	0
40	0,087	1 308	58 049	56 742	3 784
80	0,174	2 333	57 951	55 618	2 659
120	0,261	3 360	62 160	58 800	5 842

- **Pokus 2**

V tabulce č. 10 jsou ekonomicky vyhodnoceny jednotlivé varianty hnojiv. Ziskovost byla dosažena u převážné části hnojiv, pouze u hnojiva LAV a Sulfammo 23 byla vyhodnocena jako ztrátová. Největšího zisku bylo dosaženo u hnojiva UREASTabil, kde zisk činil 3 784 Kč/ha. Nepatrné ziskovosti bylo zjištěno u hnojiva DAM, které vykázalo zisk 246 Kč/ha.

Jako ztrátová se ukázala aplikace hnojiva LAV, které vykázalo ztrátu 1 264 Kč/ha. Také Sulfammo 23 bylo z ekonomického hlediska ztrátové, ztráta činila 506 Kč/ha.

Tab. č. 12: Ekonomické zhodnocení hnojených různými hnojivy (výkupní cena řepky 9 789 Kč/t, aplikace kap. hnojiva 290 Kč/ha, aplikace tuhých hnojiv 280 Kč/, cena hnojiv dle ceníků hnojiv 2014/15)

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	52 958	52 958	0
Ensin	0,154	1 649	58 049	56 400	3 441
DAM	0,133	1 223	54 427	53 204	246
LAV	0,148	1 361	53 056	52 958	-1 264
UREASTabil	0,087	1 307	58 049	56 742	3 784
Močovina	0,087	1 123	56 385	55 261	2 303
Sulfammo 23	0,174	2 855	55 308	52 453	-506

5.6 Celkové výsledky

Po podzimních odběrech se v porovnání obou pokusů zdály jako nejlepší varianty DAM, který měl nevyšší hmotnost sušiny kořenů a varianta hnojená 40 kgN/ha hnojivem UREASTabil, kde bylo zjištěno nevyšší obsah N_{\min} v půdě. Nakonec varianta hnojená 40 kg N/ha UREASTabil, dosáhala jednoho z nejvyšších výnosů i ekonomicky byla hodnocena, jako jedna z nejlepších variant.

Z výsledků jarních odběrů rostlin byly vyhodnoceny, jako nelepší varianty hnojené 120 kg N/ha UREASTabil a Sulfammo 23. Na jaře dominovalo hnojivo Sulfammo 23, které mělo nejvyšší hmotnost sušiny kořenů (12,7 g/10 rostlin) i pozitivně bylo hodnoceno z hlediska obsahu N_{\min} v půdě. Nevyššího obsahu N_{\min} v půdě po podzimním hnojení se dosáhlo u varianty hnojené 120 kg N/ha hnojivem UREASTabil.

Výnosově i ekonomicky byla jako nejlepší vyhodnocená varianta hnojená 120 kg N/ha hnojivem UREASTabil, také varinata UREASTabil o dávce 40 kg N/ha a Ensin byly hodnoceny pozitivně, výnosově dosáhly shodného výnosu, ale ekonomicky vyšla lépe UREASTabil o 343 Kč/ha. Nejhorší výsledky z ekonomického a výnosového hlediska bylo zjištěno u varianty LAV, která dosáhla nepochybně vyššího výnosu semen a ekonomicky byla ztrátová. Sulfammo 23 bylo také negativně hodnoceno z ekonomického i výnosového hlediska. Z hlediska výnosu bylo hnojivo Sulfammo 23 hodnoceno průměrně a ekonomicky bylo vyhodnoceno jako ztrátové.

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 50 – 80 kg N/ha (Béreš a kol., 2014). Hlavní úkol podzimního hnojení spočívá v podpoře růstu kořenů během kryptovegetace.

Díky teplému podzimu se 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 nižší hmotnost sušiny kořenů oproti hnojivům močovina nebo UREAStabil, kde je obsažena pouze amidová forma dusíku. 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.

Výnos semen byl značně ovlivněn teplým podzimem a mírným průběhem zimy. K vysokým výnosům přispělo nejen podzimní hnojení dusíkem, ale i brzké otevření jara, kdy již v únoru začínala řepka vegetovat.

Z výsledků mnou sledovaného pokusu je zřejmé, že ne každé hnojivo je vhodné pro podzimní hnojení řepky olejné. Podzimní hnojení dusíkem zvyšuje výnos semen se shoduje s tvrzením Engströmové et. al. (2014), ale je v rozporu s Colnennem et. al. (2001).

Engströmové et. al. (2014) uvádí, že při podzimním hnojení organickým hnojivem (Biofer) v letech 2009 – 2010 se výnos zvýšil pouze o 140 kg/ha. Mnou sledované pokusy, prováděné v letech 2013 - 2014 dosáhly zvýšení výnosů oproti nehnojené kontrole a to v obou pokusech. Zvýšení výnosu se pohybovalo v rozpětí od 10 kg/ha až téměř jedné tuny (940 kg/ha). U varianty s nejvyšším výnosem činilo navýšení výnosu o 17 %, jinak se pohybovalo do 10 %.

Podle Colnenneho et. al. (2001) podzimní hnojení dusíkem nemělo žádný vliv na výnos. Nehnojená kontrola a hnojená varianta dosáhly srovnatelného výnosu semen. Z výsledků zjištěných z mnou sledovaných pokusů je patrné, že záleží přímo na aplikovaném hnojivu, varianta hnojená LAV dosáhla srovnatelného výnosu jako nehnojená kontrola, ale u ostatních hnojiv už byly rozdíly oproti nehnojené kontrole vyšší.

Podle Mráze (2009) je podzimnímu přihnojení vhodné aplikovat hnojivo UREASTabil, které vyšlo výnosově nejlépe a to na třech pokusných lokalitách (Ruzyně, Uhřetěves a Červený Újezd) oproti hnojivům LAV a DAM. Vhodnost hnojiva UREASTabil k podzimnímu hnojení dusíkem se potvrdila také v mnou sledovaném pokusu s různými dusíkatými hnojivy.

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. To se potvrdilo v mnou sledovaném pokusu s různými dusíkatými hnojivy aplikovanými na podzim v jednotné dávce 40 kg N/ha. Nejlepší výnos byl také zjištěn po aplikaci stabilizovaných hnojiv (UREASTabil a Ensin).

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. Takto hnojená varianta dosáhla nejvyššího výnosu. V mnou sledovaném pokusu byla varianta hnojená 40 kg N/ha v hnojivu UREASTabil v hnojivu Ensin byla nevýnosnější v porovnání s ostatními hnojivy.

7 Závěr

Na základě maloparcelkových pokusů na Výzkumné stanici Červený Újezd v letech 2013 - 2014 lze konstatovat, že podzimní hnojení dusíkem mělo vliv na všechny sledované znaky.

Nejlepší vliv na výnos měla hmotnost sušiny kořenů, která se zvýšila téměř u všech variant pokusů, které vyplývají z grafů 2 a 3 na straně 39. Největší vliv na hmotnost sušiny kořenů byla pozorována u variant hnojených močovinou a Sulfammem 23. Nejlepší variantou z hlediska obsahu N_{\min} v půdě, výnosu i ekonomického hodnocení bylo dosaženo u hnojiva UREASTabil o dávce 120 kg N/ha, ziskovost této varianty byla 5 842 Kč/ha. Negativně z ekonomického hlediska dopadly hnojiva LAV a Sulfammo 23, u hnojiva LAV došlo k nejvyšší ztrátě a to o 1 264 Kč/ha. Kompromisem ze všech variant byla vyhodnocena hnojiva Ensin nebo UREASTabil, která byla pozitivně hodnocena téměř ve všech sledovaných znacích.

Stanovisko k hypotézám

Hypotéza 1: Podzimní hnojení dusíkem zvyšuje hmotnost kořenů řepky ozimé.

Hypotéza byla potvrzena jen částečně. U obou pokusných variant, hmotnost kořenů se zvýšila v porovnání s nehnojenou kontrolou, kromě variant 120 kg N/ha v hnojivu UREASTabil a 40 kg N/ha v hnojivu Ensin .

Hypotéza 2: Podzimní hnojení dusíkem zvyšuje výnos semen řepky ozimé.

Hypotéza byla potvrzena u obou typů pokusů, všechny pokusné varianty převýšily nehnojenou kontrolu.

Doporučení pro praxi

Pro podzimní hnojení dusíkem je vhodné aplikovat stabilizovaná hnojiva, která podpoří růst kořenů. Optimální doba pro podzimní hnojení je čtvrtá dekáda října. Dávka by měla být 40 kg N/ha v hnojivu UREASTabil nebo Ensin. Ale nelépe 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>>.

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>.

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 s.

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 environments. 50 (4). 168 -174

Beranová, M. (1980). IN Vašák, J. (eds.). 2000. Řepka. Agrospoj. Praha. 321 s.

- Béreš, J., Bečka, D., Vašák, J. 2014. Neskorá aplikácia dusíku na jeseň a jej vplyv na výnos repky ozimej. 53 -55 s. IN Prosperující olejnjiny 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.
- 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>
- Colnenne, C., Meynard, J. M., Roche, R., Reau, R. 2001. Effects of nitrogen deficiencies on autumnal growth of oilseed rape. European journal of agronomy. 2002 (17). 11-28.
- 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.
- ČSÚ. 2014. Odhady sklizní – září 2014. [online] ČSÚ 14. 10. 2014 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z < <http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/informace/ckl101414.doc>>.
- ČSÚ. 2014. Struktura osevů v roce 2014. [online] ČSÚ [cit. 2015-02-20]. Dostupné z < <http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/p/270143-14>>.
- 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). p. 122 – 123.
- Ensin. Etiketa hnojiva. [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z http://www.duslo.sk/sites/default/files/ensin_hnojivo_es_sk.pdf>.

Engström, L., Stenberg, M., Wallenhammar, A., Ståhl, P., Gruvaeus, I. 2014. Organic winter oilseed rape response to N fertilisation and preceding. *Field crop research* 162 (2014). p 94 -101.

agroecosystem

Chen, G., Jian, W., Variath, Mutali – Tokkeklad, Zhong Yang, Chun Shi. 2011. Analysis of embryo, cytoplasmic and maternal genetic correlations for seven Essential acids in rapeseed meal (*Brassica napus* L.). *Jornal of Genetics*. Vol. 90 (1). p 67 -74.

Hejny, S., Slavík, B., Krischner, J., Křisa, B. 2003. *Květena České republiky 3*. Academia. Praha. 215 -216 s. ISBN: 80-200-1090-4.

Hejny, S, Slavík, B. A kol. 1992. *Květena České republiky 3*. Academia. Praha. 205 – 218s.

Jang, S. – A., Lim, G. – O., Song, K. B. 2011. Preparation and mechanical properties of edible rapessed proteins films. *Jouurna food and science*. 76. p 218 – 223.

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.

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 performace of canola protein modified with sodium bisulfite. *Oil Chemistry Society* 89. p. 897 – 908.

- 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>>.
- 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. 2003. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. San Diego 889p.
- Mráz, J. 2009. Podzimní aplikace dusíku – přednosti a rizika. 143 – 144 s. IN Prosperující olejny 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.
- MZE. 2014. Situační a výhledová zpráva olejny. Ministerstvo zemědělství. Těšnov. 62 s. ISBN: 978-80-7334-189-2.
- 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. p.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.
- 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 s.
- 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 development*. Volume 30 (2). p 271 – 279.
- Sochor, J. 9/3/2015. Telefonický rozhovor. Ceny hnojiv Ensin a UREAStabil.
- Szydłowska – Czerniak, A. 2013. Rapessed and its Products – Sources of Bioactive Compounds: A Review of their Characteristics and Analysis. *Critical Reviews in food Science and Nutrition*. Volume 53 (4). p 307 – 320.
- Šimka, J., Bečka, D., Růžek, L., Vašák, J., Cihlář, 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 s.
- Timac Agro. 2014. Ceník hnojiv 2014
- 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>.
- USDA. 2015. Oilseeds: World Markets and Trade. [online] USDA. February 2015. [cit.2015-02-24]. Dostupné z <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf><http://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.

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>>.