

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Využití dusíkatých hnojiv se stabilizátory  
ve výživě řepky ozimé (*Brassica napus* L.)**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Lukáš Beneš**

**Obor studia: Rostlinná produkce**

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

© 2018 ČZU v Praze

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce Ing. Davidu Bečkovi Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování této bakalářské práce.

# Využití dusíkatých hnojiv se stabilizátory ve výživě řepky ozimé (*Brassica napus* L.)

## Souhrn

Řepka olejná (*Brassica napus* L.) je nejpěstovanější olejninou v Evropě a na světě zaujímá třetí místo. V České republice byla v roce 2016/2017 řepka ozimá pěstovaná na 394 262 ha (ČSÚ, 2017).

Úkolem tohoto pokusu je zhodnotit vliv běžných dusíkatých hnojiv a hnojiv se stabilizovaným dusíkem na výnos řepky ozimé. Pokus byl založen v šesti variantách (každá po čtyřech opakováních) ve Výzkumné stanici v Červeném Újezdu v letech 2016/2017. Do pokusu byly zařazeny následující varianty: 1. močovina, 2. UREASTABIL, 3. ALZON 46, 4. DASA, 5. ENSIN, 6. LAV. Hnojivo bylo na pokusy aplikováno ve čtyřech následujících termínech a dávkách: 1 a. 27.2. 2017 60 kg N/ ha, 1 b. 13.3. 2017 60 kg N/ha, 2. 28.3. 2017 70 kg N/ha a 3. 11.4. 2017 30 kg N/ha. Celková dávka dusíku na hektar tedy činila 220 kg. V pokusu byly sledovány následující znaky: počet rostlin na m<sup>2</sup>, hmotnost sušiny kořenů a nadzemní části rostlin, délka kořenů a lodyhy, průměr kořenového krčku, výška rostlin, počet větví, olejnatost, hmotnost tisíce semen a výnos semen. V pokusy byla použita hybridní odrůda Marathon od společnosti Rapool.

Jarní počítání rostlin proběhlo 12. 4. 2017. Odběry 5 rostlin z každé parcelky jsme provedli 19. 4. 2017, rostliny byly následně očištěny a změřena délka jejich kořene, lodyhy a průměr kořenového krčku. Poté byly v alobalových mističkách vloženy do sušárny. Po usušení jsme části rostlin zvážili a zaznamenali jsme jejich výslednou hmotnost. Při dalším měření, které proběhlo 5. 6. 2017, jsme pomocí měrné latě změřili výšku 10 rostlin z každého opakování. Spočítali jsme také větve, na kterých byla alespoň jedna šesule. Sklizeň proběhla 26. 7. 2017 maloparcelkovou sklízecí mlátičkou Wintersteiger, následně byl zjištěn výnos z parcelky a přepočítán na t/ha. Nakonec byla ze sklizených semen zjištěna olejnatost a HTS.

Při jarním sledování bylo zjištěno, že nejvíce rostlin na m<sup>2</sup> se nachází ve variantě hnojené močovinou (44,5 rostlin/m<sup>2</sup>) a dále ve variantě hnojené ALZONEM 46 (42,5 rostlin/m<sup>2</sup>). Po jarním odběru byla nejvyšší hmotnost sušiny kořenů zjištěna u variant hnojených močovinou a ALZONEM 46. Nejvyšší hmotnost sušiny nadzemní biomasy byla u variant, kde byla aplikována DASA a močovina. Nejdelší kořeny byly naměřeny u variant hnojených stabilizovanými hnojivy (ALZONEM 46 a ENSINEM). Nejdelší lodyhy se nacházely na

variantách hnojených močovinou a ALZONEM 46. Kořenové krčky s nejvyšším průměrem pocházely z parcel ek hnojených močovinou a DASOU.

Z výnosového hlediska nejlépe dopadla varianta hnojená UREASTABIL (5,06 t/ha), následovala varianta hnojená močovinou (4,89 t/ha). Na třetím místě se umístila varianta hnojená ENSINEM (4,79 t/ha). Varianta hnojená ledkem amonným s vápencem měla výnos 4,59 t/ha. Nejhůře dopadla varianta s hnojivem DASA (4,57 t/ha), tato varianta měla však nejvyšší olejnatost (45,7 %). Nejvyšší hodnoty HTS byly naváženy u variant hnojených hnojivy se sírou (DASA a ENSIN).

Z ekonomického hlediska dopadla nejlépe varianta hnojená UREASTABIL, která přinesla zisk 4 679 Kč. Jediná varianta, která dopadla hůře než kontrola (LAV), byla ta hnojená DASOU.

**Klíčová slova:** řepka ozimá, dusíkatá hnojiva se stabilizátory, inhibitor ureázy, inhibitor nitrifikace, výnos

# Use of nitrogen fertilizers with stabilizers in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) nutrition

## Summary

Oilseed rape (*Brassica napus* L.) is the most cultivated oilseed in Europe, in the world it is on the 3<sup>rd</sup> place. In the Czech Republic in 2016/17 the winter oilseed rape was cultivated at 392 991 ha (ČSÚ, 2017).

The aim of this experiment is to evaluate the effect of common nitrogen fertilizers and fertilizers with stabilized nitrogen on the yield of winter oilseed rape. The 6 variants of experiment (each had 4 repetitions) were performed in the Research center Červený Újezd. The following fertilizers were used in the experiment: urea, UREASTABIL, ALZON 46, DASA, ENSIN and LAV. These fertilizers were applied on 27<sup>th</sup> February (60 kg N/ha), 13<sup>th</sup> March (60 kg N), 28<sup>th</sup> March (60 kg N/ha) and 11<sup>th</sup> April (30 kg N/ha). The total nitrogen dose was 220 kg/ha. In this experiment the following features were observed: number of rape plants per m<sup>2</sup>, weight of dry roots and above ground parts, length of roots and above ground parts, diameter of root neck, height of rape plants, number of branches, seed yield, oil content and weight of thousand seeds. In the experiment the hybrid variety Marathon from Rapool was used.

Spring plant counting took place on 12<sup>th</sup> April 2017. On 19<sup>th</sup> April 5 plants from each parcel were taken. Then the plants were washed and the root neck diameter, the length of their roots and above ground parts were measured. After that these plants were put in aluminum bowls and dried. Later we weighed the dried parts of plants and recorded the results. On 5<sup>th</sup> June we measured the height of 10 plants from each repetition. We also counted the branches with at least one silique. Harvest was performed with Wintersteiger combine harvester on 26<sup>th</sup> July. After that the yields from each parcel were found out and converted to t/ha. At last the oil content and weight of thousand seeds were detected.

During observation on 12<sup>th</sup> April it was found out that most plants per m<sup>2</sup> were in variants fertilized with urea (44,5 plants/m<sup>2</sup>) and ALZON 46 (42,5 plants/m<sup>2</sup>). After spring plant sampling, the highest dry root weights were measured in variants fertilized with urea and ALZON 46. The highest weights of dry above ground biomass were in variants fertilized with urea and DASA. The longest roots were measured in variants where the stabilized nitrogen fertilizers (ALZON 46 and ENSIN) were used. The longest above ground parts were in variants fertilized with urea and ALZON 46. In the urea-

and DASA-fertilized variants were observed the highest diameters of root necks.

From the yield point of view the best was the variant fertilized with UREASTABIL (5,06 t/ha) followed by urea-fertilized variant (4,89 t/ha). The 3<sup>rd</sup> highest yield was measured in variant fertilized with ENSIN (4,79 t/ha). The LAD-fertilized variant had a yield of 4,59 t/ha. The DASA-fertilized variant was the worst with a yield of 4,57 t/ha, on the other side this variant had the highest oil content (45,7%). The highest weight of thousand seeds were measured in variants where fertilizers with sulfur (DASA, ENSIN) were used.

The best variant from the economic point of view was the UREASTABIL-fertilized one, which brought the 4 679 CZK profit. Only the variant fertilized with DASA was economically worse than the LAV-fertilized control.

**Keywords:** winter oilseeds rape, nitrogen fertilizers with stabilizers, urease inhibitor, nitrification inhibitor, yield

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>2</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Řepka olejná.....</b>	<b>3</b>
3.1.1 Původ řepky olejky.....	3
3.1.2 Historie pěstování řepky.....	3
3.1.3 Pěstování řepky ve světě.....	4
3.1.4 Pěstování řepky v České republice.....	4
3.1.5 Šlechtění řepky.....	5
3.1.6 Význam pěstování řepky.....	5
3.1.6.1 Potravinářství.....	5
3.1.6.2 Krmivářství.....	5
3.1.6.3 Oleochemie.....	6
3.1.6.4 Energetické využití.....	6
3.1.7 Biologie řepky olejné.....	7
3.1.7.1 Kořenový systém.....	7
3.1.7.2 Lodyha.....	8
3.1.7.3 Listy.....	8
3.1.7.4 Květenství.....	8
3.1.7.5 Semeno.....	8
3.1.8 Příjem živin kořeny rostlin.....	8
<b>3.2 Dusík.....</b>	<b>9</b>
3.2.1 Dusík v půdě.....	9
3.2.2 Dusík v rostlině.....	10
3.2.3 Cyklus dusíku.....	10
3.2.4 Mineralizace.....	11
3.2.5 Nitrifikace.....	11
3.2.6 Amonizace.....	12
3.2.7 Denitrifikace.....	12
3.2.8 Fixace N.....	12
3.2.9 Volatilizace.....	13
3.2.10 Nadbytek dusíku.....	13
3.2.11 Nedostatek dusíku.....	14
3.2.12 Nitrátová směrnice.....	14
<b>3.3 Dusíkatá hnojiva.....</b>	<b>15</b>

3.3.1	Ledek amonný s vápencem (LAV).....	15
3.3.2	Močovina .....	16
3.3.3	DASA.....	16
3.3.4	ENSIN.....	16
3.3.5	ALZON 46.....	16
3.3.6	UREAStabil .....	17
3.3.7	ALZON neo-N.....	17
<b>3.4</b>	<b>Stabilizovaná dusíkatá hnojiva s inhibitory nitrifikace či ureázy .....</b>	<b>17</b>
3.4.1	Inhibitor ureázy .....	18
3.4.2	Inhibitor nitrifikace .....	18
3.4.3	Piadin a StabilureN .....	18
<b>3.5</b>	<b>Hnojení řepky .....</b>	<b>19</b>
3.5.1	Základní hnojení .....	19
3.5.2	Hnojení v průběhu podzimní vegetace .....	19
3.5.3	Jarní hnojení dusíkem .....	20
<b>3.6</b>	<b>Síra.....</b>	<b>21</b>
3.6.1	Síra v rostlině.....	21
3.6.2	Nedostatek síry .....	22
3.6.3	Nadbytek síry.....	22
<b>3.7</b>	<b>Agroekologické požadavky.....</b>	<b>22</b>
3.7.1	Střídání plodin.....	22
3.7.2	Zařazení řepky v osevním postupu .....	22
3.7.3	Odběr živin řepkou .....	23
3.7.4	Nároky na půdu.....	23
3.7.5	Nároky na průběh počasí .....	23
3.7.6	Rajonizace.....	24
3.7.7	Tvorba výnosu .....	24
3.7.8	Agroekologické přednosti řepky.....	24
<b>4</b>	<b>Materiál a metody .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>Popis pokusu .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2</b>	<b>Popis pokusného stanoviště .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3</b>	<b>Technologie pěstování.....</b>	<b>28</b>
<b>4.4</b>	<b>Průběh počasí v sezóně 2016/2017 .....</b>	<b>29</b>
<b>4.5</b>	<b>Odběry a měření.....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>32</b>
<b>5.1</b>	<b>Počet rostlin na m<sup>2</sup> .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2</b>	<b>Hmotnost sušiny kořenů a nadzemní části.....</b>	<b>32</b>
<b>5.3</b>	<b>Výška rostlin a počet větví na rostlině.....</b>	<b>33</b>
<b>5.4</b>	<b>Výnos .....</b>	<b>34</b>
<b>5.5</b>	<b>Olejnatost .....</b>	<b>35</b>



5.6	Hmotnost tisíce semen.....	36
5.7	Ekonomické zhodnocení .....	36
6	Diskuze.....	38
7	Závěr .....	39
8	Zdroje.....	40

# 1 Úvod

Řepka olejná (*Brassica napus* L. var. *napus*) je nejpěstovanější olejninou v České republice a v roce 2017 zaujímala plochu 394 262 ha. V roce 2017 byl průměrný výnos řepky v ČR 2,91 t/ha (v roce 2016 3,46 t/ha) a sklizeno bylo 1,16 mil. tun řepkového semene (ČSÚ, 2017).

V celosvětovém rozšíření je třetí nejpěstovanější olejninou za palmou olejnou a sójou luštinatou. Řepku pěstujeme pro několik průmyslových oblastí, které lze rozdělit do čtyř stěžejních oblastí: potravinářství, krmivářství, oleochemie a energetické využití (Baranyk, 2010). Semena řepky obsahují 42 % oleje. Mezi základní charakteristiky řepkového oleje patří: nízký obsah (5 - 8 %) nasycených mastných kyselin, bohatý obsah kyseliny olejové (50 - 60 %), obsah kyseliny linolové se pohybuje v rozmezí 20 – 26 % a dále obsahuje 9 – 10 % kyseliny linolenové (Baranyk, 2010).

Řepku olejku řadíme mezi intenzivně pěstovanou plodinu a ve své nadzemní biomase je schopna akumulovat 250 až 290 kg dusíku. Na 1 t semen řepky je potřeba 50 až 55 kg N. Tak velké množství dusíku nelze aplikovat jednorázově například před setím nebo na podzim, protože nejsou k dispozici vhodná hnojiva, které by bylo možno aplikovat bez obav ztrát dusíku a nepříznivého vlivu na životní prostředí. Proto je hnojení rozčleněno na několik dílčích dávek: základní hnojení, podzimní přihnojení, regenerační hnojení (lze rozdělit na dvě dílčí dávky), druhá jarní dávka a třetí jarní dávku (Vaněk a kol., 2017).

V této bakalářské práci se zabýváme vlivem různých dusíkatých hnojiv a dusíkatých hnojiv se stabilizovaným dusíkem na výnos řepky ozimé.

## **2 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce je v návaznosti na plánovanou legislativu EU, ověřit účinnost dusíkatých hnojiv se stabilizátory na výnosové ukazatele, výnos a kvalitu řepky ozimé.

### **Hypotéza**

Dusíkatá hnojiva se stabilizátory dosahují lepších výnosových výsledků u řepky ozimé jako jejich nestabilizované formy.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Řepka olejná

Ozimá řepka je dominantní olejninou Evropy (Rathke et al., 2006), a dále je nejvýznamnější olejninou České republiky a její podíl v ČR na zpracovávané produkci olejnin je asi 95 %. Řepka se po roce 1989 stala nejvýznamnější transformační plodinou českého zemědělství, neboť nahradila úbytek ploch krmných plodin a udržuje bilanci humusu v půdě, včetně ozdravujících účinků na půdu. Řepkové semeno se stalo nejvýznamnější exportní komoditou z okruhu rostlinné výroby v ČR. Největší plochy řepky jsou v Číně, Kanadě, Indii a EU (Malat'ák a Vaculík, 2008).

#### 3.1.1 Původ řepky olejky

Řepka olejná (*Brassica napus* L. var. *napus*) z rodu brukev (*Brassica*) patří do čeledi brukvovitých – *Brassicaceae*, kam náleží dalších 170 rodů s asi 2000 druhů. Brukev řepka nemá planého předka. Jde o fylogenetický o velmi mladý a značně proměnlivý druh, který vznikl jako amfitetraploid s 38 chromosomy po křížení brukve zelné (*B. oleracea*) s 20 chromosomy a brukve zelné (*B. campestris*) z 18 chromozomy. Rod *Brassica* obsahuje asi 50 druhů. Původní výskyt řepky je vázán na středomořské gencentrum, kde jsou také lokalizovány brukev zelná a řepice. Řepka se pěstuje ve dvou poddruzích: *B. napus* L. *subsp.napus* – brukev řepka olejka a *B. napus* L.*subsp. Rapifire* Metzger – brukev řepka tuřín (Vašák, 2000).

#### 3.1.2 Historie pěstování řepky

Velkoplošné pěstování řepky olejné se u nás datuje od čtyřicátých let 19. století. V první fázi bylo výlučně spjato s využitím řepkového oleje pro průmyslové použití, a to na svícení a mazání. Koncem 19. století byl řepkový olej postupně vytlačen petrolejem, plynem a dalšími ropnými produkty. Mezi světovými válkami klesla produkce řepkového oleje na minimum. V té době byly požadavky na potravinářské rostlinné tuky kryty dovozy z tropických olejnin z kolonií. Obnova pěstování řepky olejné a počátek výraznějšího využívání řepkového oleje pro potravinářské účely nastalo během druhé světové války, kdy se dovozy olejnin z kolonií staly nespolehlivými. Klasický řepkový olej se u nás po druhé světové válce začal používat vedle slunečnicového a sójového oleje v potravinářství, a to zejména k přípravě ztužených tuků, margarínů a postupem času též jako stolní olej. Tento „klasický“ řepkový olej obsahoval 45 až 51 % kyseliny erukové, která se stala terčem kritiky zdravotníků. Z těchto důvodů byly u nás

v letech 1975 – 1980 zavedeny nové odrůdy tzv. bezerukových řepky a od roku 1986 – 1993 tzv. dvounulkové řepky (Malat'ák a Vaculík, 2009).

### **3.1.3 Pěstování řepky ve světě**

Druhou nejvýznamnější semennou olejninou s přibližnou produkcí 46 – 49 milionů tun představuje řepka. Největším pěstitelem řepky (15 mil. tun) je EU a veškerá tato produkce je v EU i zpracována. Druhým největším producentem je Čína (12 mil. tun), ale z hlediska světového obchodu nehraje významnou roli. Naopak, Kanada s produkcí 8 - 9 mil. tun je největším světovým exportérem této olejnin s výrazným vlivem na cenu. Ostatní velcí pěstitelé (Austrálie, Ukrajina) jsou spíše příležitostnými exportéry. Během uplynulých dvaceti let se celosvětová konzumace 17 nejvýznamnějších olejů a tuků zdvojnásobila na 145 mil. tun. Tato expanze spotřeby byla vyvolána rozvojem ekonomiky a zvýšením životní úrovně v rozvojových zemích, jako např. v Číně a Indii, a růstem spotřeby rostlinných olejů pro výrobu energie (Baranyk a kol., 2007).

### **3.1.4 Pěstování řepky v České republice**

Mezi u nás pěstovanými olejninami má zcela mimořádné postavení řepka olejka, a to zejména ve své ozimé formě. Pěstování řepky dosáhlo v České republice během uplynulých let nebývalého rozmachu, který souvisí s následujícími faktory.

1. Úplný přechod na kvalitativně nové odrůdy řepky bez kyseliny erukové a se sníženým obsahem glukosinolátů. Tento šlechtitelský úspěch umožnil řepce plnohodnotně vstoupit do rodiny kvalitních potravinářských olejů a začít reálně konkurovat olejům slunečnicovým, sójovým a palmovým.
2. Kromě úspěchu v oblasti kvalitativního šlechtění je též patrný fenomenální růst výnosových schopností nových odrůd, a to jak liniových, tak hybridních.
3. Dlouholeté působení komplexního Systému výroby řepky přispělo v širokých výrobních podmínkách k uplatnění vědecko - technických poznatků jak u členských podniků, tak obecně v zemědělské praxi. Soustavná pěstitelská poradenská činnost v oblasti výběru odrůd a pěstitelské technologie se projevila v rozdílu výnosu mezi členskými a nečlenskými podniky v rozsahu cca 400 – 500 kg/ha (Baranyk, 2017).

### 3.1.5 Šlechtění řepky

Řepka (*Brassica napus* L. var. *napus*) vznikla spontánním křížením *B. oleracea* ( $2n=18$ ) s *B. campestris* ( $2n=20$ ) a je tedy amfidiploid. V Evropě se prokazatelně pěstuje od 16.-17. století. Je převážně samosprašná, ale i s vysokým podílem cizosprašení (30 – 40 %), které závisí na aktivitě včel, na větru v době kvetené a na genetické dispozici. V současné době se pěstují liniové a hybridní odrůdy. Současné odrůdy obsahují z mastných kyselin 60 % olejové, 20 % linolové, 10 % linolenové a 8 % nasycených mastných kyselin. Cílem šlechtění je vysoký výnos oleje při olejnatosti 45 – 50 %, obsahu proteinu přes 25 %, z mastných kyselin by se pro lidskou výživu neměla vyskytovat kyselina eruková, linolové by mělo být 25 % a linolenové maximálně 5 %. Obsah glukosinolátů (GSL) by neměl překročit 15  $\mu\text{mol}$  na gram semen a snížit by se měl i obsah vlákniny. Tyto požadavky by mohly splňovat žlutosemenné odrůdy, které se zatím nepodařilo vyšlechtit. Dnes se pěstují tzv. 00 (dvounulky, dvounulové řepky), které obsahují do 2 % kyseliny erukové a mají nízký obsah glukosinolátu (Chloupek, 2008).

### 3.1.6 Význam pěstování řepky

Využití řepky olejné lze rozdělit do čtyř stěžejních oblastí: potravinářství, krmivářství, oleochemie a energetické využití (zdroj obnovitelné energie) (Baranyk a kol., 2007).

#### 3.1.6.1 Potravinářství

Řepkový olej je uznáván jako zdravý olej díky svému speciálnímu složení mastných kyselin. Obsahuje málo nasycených tuků a je bohatý na polynenasycené mastné kyseliny, zejména na omega-3 mastné kyseliny 7 - 10 % a obsah linolenové kyseliny 9 - 10% (Baux et al., 2011).

Zpracovatele v ČR jsou schopni využít až 800 tisíc tun řepkového semene, což při 40 % výtěžnosti představuje 320 tis. tun kvalitního řepkového oleje, potenciálně využitelného pro lidskou výživu (Baranyk a kol., 2007).

#### 3.1.6.2 Krmivářství

Extrahované šroty, případně pokrutiny či semena, jsou významnou bílkovinou součástí krmných směsí pro hospodářská zvířata. Řepkovými šrotami lze do určité míry nahrazovat šroty sójové, které je nutno jinak dovážet. Řepka může mít v krmivářství velmi široké uplatnění. Většímu využití brání určité obavy zemědělců z účinků antinutričních látek obsažených v řepce – glukosinolátů. V zahraničí je zkrmování běžnou záležitostí, existuje však i větší informovanost o skutečné hladině glukosinolátů v používané řepce. Limitní hranice obsahu

glukosinolátů pro tuzemské podmínky jsou ve vyhlášce č. 194/1996 Sb. Zákona o krmivech ze dne 15. 3. 1996 (Sbírka zákonů č. 91/1996) (Baranyk a kol., 2005).

### 3.1.6.3 Oleochemie

Je známo, že chemická reakce, kde je jedním z reaktantů molekula mastné kyseliny, se odehrávají buď na karboxylové skupině nebo na dvojně vazbě. Přibližně 11 % výtěžku při štěpení olejů představuje glycerol. Tento velmi důležitý trojsytný alkohol představuje sám o sobě důležité odvětví organické technologie. V ČR se ročně vyrobí asi 10 tisíc tun 100 % glycerolu. Je příznivou skutečností, že složení řepkového oleje se dá šlechtitelskou prací významně pozměnit. Pro oleochemii je významná možnost rozkladu olejů a tuků buď hydrolýzou nebo alkoholýzou. Produkty rozkladu jsou mastné kyseliny, glycerol a estery mastných kyselin. Pro hydrolýzu a alkoholýzu je společným rozkladným produktem olejů glycerol, který představuje přibližně 11 % výtěžku při jejich štěpení (Vašák a kol., 2000).

### 3.1.6.4 Energetické využití

V posledních desetiletích došlo v Evropě k výraznému nárůstu výměry ozimé řepky, a to zejména po rostoucí poptávce po biopalivech (Sieling, 2011).

Biopaliva první generace jsou vyráběny z biologických zdrojů jako je například škrob, cukr, živočišné a rostlinné tuky, zatímco biopaliva druhé generace se vyrábějí z lignocelulózových zbytků jako je např. sláma. Nejběžnější typy biopaliv jsou rostlinný olej, biodiesel, bioalkoholy a bioplyn (Lee and Shah, 2013).

Za účelem snížení závislosti EU na dodávkách ropy a snížení emisí oxidu uhličitého přijal Evropský parlament a Rada EU v roce 2003 směrnici 2003/30EC, podle které mají všechny členské státy EU provést postupnou náhradu části minerálních paliv za biopaliva a jiná alternativní paliva. Dnes je již přimíchávání metylesteru do nafty ve většině zemí EU samozřejmostí a pohybuje se na úrovni 4 – 5 %. V ČR je povinný podíl přimíchávaného MEŘO od 1. 1. 2009 stanoven na 4,5 % (Kazda a kol., 2009).

Koncem roku 1995 vyvrcholila 1. etapa výstavby výroben bionafty v ČR. Dnes jsou k dispozici rozsáhlé lisovací a výrobní kapacity. V ČR lze ročně na metylester mastných kyselin řepkového oleje (MEŘO) zpracovat až 250 tis. tun řepky. Metylestery mastných kyselin řepkového oleje jsou alternativním palivem do vznětových motorů, které není třeba konstrukčně upravovat. Mezi přednosti bionafty patří velmi dobrá biologická rozložitelnost. Složení emisí je příznivé: téměř nulový obsah oxidů síry a rakovinotvorných polycyklických aromatických uhlovodíků. Kouřivost motorů je zhruba poloviční než při použití běžné

motorové nafty. Protože se vyrábí z přírodní suroviny, vzniká jejím použitím až šestkrát méně klimatických plynů, vytvářejících tzv. skleníkový efekt, ve srovnání s motorovou naftou (Baranyk, a kol., 2005).

#### 3.1.6.4.1 FAME

Metylestery mastných kyselin (FAME), zejména řepkového oleje, jsou si s motorovou naftou strukturálně velmi podobné. Polární skupina esterů vede dále ke zlepšení mazací schopnosti pohonné hmoty Benda a kol., 2012).

### 3.1.7 Biologie řepky olejné

*Brassica napus* subsp. *napus* (brukev řepka olejka) je jednoletá jarní nebo ozimá bylina s mohutným kořenem a poloobjímavými, sivozelenými a ojněnými listy. Dolní lodyžní listy jsou lyrovitě peřenosečné a řapíkaté, horní listy jsou vejčité a přisedlé. Lodyhy dorůstají výšky 0,5 - 1,5 m, jsou větvené a nesou poměrně řídké hrozny jasně žlutých květů. Poněkud odstálé šesule jsou lysé, s 15 - 40 semeny tmavohnědé, hnědočerné, růžové nebo nažloutlé barvy. Na povrchu jsou hladké, chuť mají palčivou a v sušině obsahují kolem 45 % oleje. Řepka se pěstuje jako dobrá olejina v mírném pásmu obou polokoulí, zvláště v Evropě. U nás se pěstují kultivary s nízkým obsahem kyseliny erukové a sníženým množstvím glukosinolátů (tzv. dvounulky) (Novák a Skalický, 2012).

Ozimá řepka má v našich podmínkách vegetační dobu 300 až 340 dnů, nejčastěji však 320 až 330 dnů, výjimečně v nadmořských výškách nad 600 m i celý rok (Vašák a kol., 2000).

#### 3.1.7.1 Kořenový systém

Řepka tvoří mohutný křovitý kořenový systém s příznivým poměrem mezi nadzemní a podzemní hmotou pozitivně ovlivňující zimuvzdornost a stabilitu porostů. Významně též působí na hospodaření rostlin s vodou, na příjem živin a na ekonomiku jejich využití. Hloubka zakořeňování je silně variabilní a pohybuje se ve velkém rozmezí od 110 do 275 cm a umožňuje získání živin a vláhy z hlubších půdních horizontů. Množství kořenových a posklizňových zbytků kolísá u ozimé řepky v rozmezí 1500 až 4800 kg sušiny na ha. Přibližně 87 % kořenové hmoty se nachází v orniční vrstvě a menší část asi 13 % v hlubších vrstvách od 22,5 do 45 cm. Obsah živin v kořenové hmotě, resp. zpětný transport živin, je u řepky velmi významným činitelem z hlediska předplodinové hodnoty. Tyto vlastnosti kořenového systému u ozimé řepky spolu s nadzemní hmotou, která vytváří zapojený vegetační kryt v podzimním období, jsou zvláště cenné z hlediska biologického. Jsou tak vázány dusíkaté živiny a je zabráněno jejich pronikání do podzemních vod (Fábry a kol., 1992).



### 3.1.7.2 Lodyha

Lodyha má výšku 120 – 220 cm, nejčastěji 140 – 160 cm. Na lodyze vyrůstá v úžlabí lyrovitých listů zpravidla 6 – 8 větví prvního řádu, které se dále větví. Rostliny při hustotě kolem 60 jedinců na m<sup>2</sup> mají zpravidla 300 až 500 květů, ze kterých do sklizně obvykle zůstane 80 – 120 šesulí. Dvouřadá šesule zpravidla obsahuje 15 – 20 tmavě zbarvených semen s hmotností tisíce semen nejčastěji 4,5 – 5,5 g, výjimečně až 10g. Květ je stavěn podle čísla 4. Obvykle má barvu jasně žlutou, výjimečně i světle žlutou či bílou. Řepka je rostlinou včelomilnou, i když je z větší části samosprašná. Sprášení větrem je menší než 10 %, hmyzem (hlavně včely, ale i čmeláci a mouchy) nad 90 %. Kvetení porostu zpravidla trvá 20 – 25 dnů a většinou celé probíhá v květnu (Vašák a kol., 2000).

### 3.1.7.3 Listy

Řepka olejka má poloobjímavé, sivozelené a ojíněné listy. Dolní lodyžní listy jsou lyrovitě peřenosečné a řapíkaté, horní listy jsou vejčité a přisedlé (Novák a Skalický, 2012). Nadzemní část ozimé řepky se objevuje ve dvou proměnách: ve fázi listové růžice (fáze vegetativní) a ve fázi prodlužovací nebo rychlého růstu. Pokryvnost listová v období listové růžice se má pohybovat v rozmezí 1,5 – 2,5 LAI (Baranyk a kol., 2007).

### 3.1.7.4 Květenství

Řepka vytváří hroznovité květenství, květy jsou tvořené čtyřmi žlutými korunními plátky (bledě žluté až tmavě žluté), přitom barva je geneticky podmíněna a v rámci rodu brukev se uplatňují značné rozdíly. Kvetení začíná naspodu květenství, jeho začátek se ukazuje dva dny před vlastním otevřením kvítků. Řepka je fakultativně cizosprašná rostlina a stavba květu umožňuje uplatnění heterozního efektu (Baranyk a kol., 2007).

### 3.1.7.5 Semeno

Semeno řepky začíná klíčit při teplotě +1 °C, optimální teplota +20 až +25 °C a vyžaduje 60 hmotnostních procent vody. Jedním šlechtitelským cílem je vyšlechtění typů se žlutým oseměním. Osemení brukvovitých druhů vykazuje zvláštnosti a jsou dokumentovány elektronovým mikroskopem (Baranyk a kol., 2007).

## 3.1.8 Příjem živin kořeny rostlin

Rostliny přijímají většinu živin svými kořeny ve formě iontů – buď kationtů, např. K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, aj. nebo aniontů např. NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> aj. V první fázi příjmu jsou

jednotlivé ionty nasorbovány na povrch kořenů, ustaluje se rovnováha mezi ionty v půdním roztoku a tzv. volným prostorem kořenů, a ve druhé fázi pronikají do vnitřního prostoru kořenů přes polopropustnou membránu.

Příjem iontů do vnitřního prostoru buněk je charakteristický tím, že se děje proti koncentračnímu spádu, vyznačuje se selektivitou, tj. schopností rostlin získat ze směsice iontů i ten iont, který je v nízké koncentraci a celý proces je spojen s metabolickými ději, neboť vyžaduje energii (Vaněk a kol., 1998).

## 3.2 Dusík

Dusík patří k nejvýznamnějším živinám a to nejen pro rostliny, ale pro všechny živé organismy, včetně půdních mikroorganismů. Patří k základním stavebním prvkům, které tvoří nejvýznamnější část živé hmoty – bílkovin. Rostliny přijímají dusík ve formě iontů, a to kationtu amonného ( $\text{NH}_4^+$ ) nebo aniontu nitrátového ( $\text{NO}_3^-$ ). V biologicky činných půdách převažuje většinou příjem nitrátového aniontu (Vaněk, 1988).

### 3.2.1 Dusík v půdě

Celkový obsah dusíku v půdě se běžně pohybuje v rozmezí 0,1 - 0,2 %, což představuje v ornici 3000 - 6000 kg N na ha. Převážnou část dusíku v půdě (většinou přes 95 %) tvoří dusík organických sloučenin. Jsou to rostlinné a živočišné zbytky, biomasa mikrobů, jejich metabolity, humusové látky vznikající při transformaci organických látek aj. Dusík těchto sloučenin je pro rostliny nedostupný – to znamená, že musí přejít v procesech mineralizace na minerální formy, tedy na  $\text{N-NH}_4^+$  a dále na  $\text{N-NO}_3^-$ , které využívají mikroorganismy podílející se na procesech přeměn a současně slouží jako zdroje živin pro rostliny. Ve většině půd převládá z minerálních forem dusíku nitrátový ( $\text{NO}_3^-$ ). Množství minerálního dusíku v orniční vrstvě může dosahovat 5 - 10 % celkového N (Vaněk a kol., 2016).

Obsahy makro a mikroelementů jsou spolu s pH základním ukazatelem pro agrochemické hodnocení zemědělských půd a pro hodnocení stavu výživy porostů. Obsahy se většinou stanovují jako přijatelná forma pro rostliny a jsou uváděny v  $\text{mg.kg}^{-1}$  půdy nebo v procentech. Hlavními živinami z hlediska agrochemického je dusík, fosfor, draslík, vápník, síra, železo, k agrochemicky sledovaným mikroelementům se pak řadí bór, mangan, měď, molybden, zinek. Rozsahy hodnot pH a kategorie zásobenosti půd živinami (P, K a Mg přijatelný obsah ve výluhu Mehlich III) jsou pro uživatele zemědělské půdy dány legislativou. Kategorie zásobenosti a přípustná kritéria jsou podkladem pro sestavování plánů hnojení. Pro dusík jako základní živinu nejsou kategorie stanoveny, jeho dodávky do půdy se řídí aktuální

zásobeností a plodinou. Stanovení minerálního dusíku v půdě ( $N_{\min} = N-NO_3^- + N-NH_4^+$ ) je možné použít jako diagnostický ukazatel, brzy na jaře pro zpřesnění potřeby hnojení, nebo na podzim před zámrzem pro zjištění případného nebezpečí vyplavení nitrátového dusáku a ohrožení kvality vod (Bičík a kol., 2009).

### 3.2.2 Dusík v rostlině

Rostliny přijímají dusík ve formě kationtu amonného ( $NH_4^+$ ) nebo aniontu nitrátového ( $NO_3^-$ ). O příjmu obou iontů rozhodují hlavně vnější podmínky, ale i sama rostlina. Významný vliv vykazuje pH prostředí. Také teplota zasahuje do příjmu těchto iontů – při nižší teplotě se snižuje příjem i využití  $NO_3^-$ . V biologicky činných půdách, vlivem poměrně rychlé oxidace amonného dusíku na nitrátový (nitrifikaci), převažuje většinou příjem nitrátového aniontu, který je v půdě pohyblivější a snadněji se hmotovým tokem půdní vody dostává do rhizosféry a je k dispozici rostlinám (Vaněk a kol. 2016).

Rostliny přijatý minerální dusík postupně využívají ke tvorbě organických dusíkatých sloučenin. Zatímco  $NH_4^+$  mohou rostliny bezprostředně využít k syntéze aminokyselin, nitrátový dusík musí být nejprve převeden (redukován) na amonný dusík. Schematicky ho můžeme znázornit:  $NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NH_3 + OH^-$ . Redukce dusičnanů probíhá v rostlinných pletivech, hlavně listech za pomoci enzymů, nejprve nitrátoreduktázy na nitrit, který je dále redukován přes hyponitrit a hydroxylamin až na amoniak. Vznikající  $NH_3$  je vázán na organické kyseliny za vzniku aminokyselin (Vaněk a kol., 2016).

### 3.2.3 Cyklus dusíku

V globálním cyklu dusíku je nejvýznamnější atmosférická fáze, ve které probíhají ty nejdůležitější procesy, tj. fixace dusíku a denitrifikace, prováděné mikroby. Intenzita toku dusíku splachovaného vodními toky ze suchozemských do vodních společenstev je poměrně malá, ale pro vodní systémy není rozhodně zanedbatelná, protože dusík je jedním ze dvou prvků (společně s fosforem), který nejčastěji limituje růst rostlin. Jen malá část dusíku se nakonec každý rok ztrácí do mořských sedimentů (Townsend et al., 2010).

V troposféře zaujímá dusík 78,08 % objemu. V horninách a hydrosféře je ho na rozdíl od ovzduší poměrně málo, v litosféře 0,0002 %. Dusík je chemicky vázán v různých organických látkách, např. v bílkovinách a nukleových kyselinách. Z prostředí ho živé organismy přijímají nejčastěji ve formě nitrátové  $NO_3^-$ , dusitanových  $NO_2^-$  nebo amonných  $NH_4^+$  iontů. Dusík je nezbytný pro růst, jeho nedostatek brzdí růst vegetativních částí rostliny, způsobuje snížení obsahu chlorofylu, listy schnou a opadávají. Jeho nadbytek se projevuje

nadměrným vývojem vegetativních orgánů, buněčné stěny jsou nedostatečně zpevněné, rostliny jsou citlivé na chlad i sucho (Benda a kol., 2012).

### 3.2.4 Mineralizace

Tento proces probíhá zejména v půdách s dobrou propustností a s optimálním poměrem vody a vzduchu v pórech. Mineralizace, které se účastní hlavně aerobní bakterie, vede k enzymatické oxidaci organických látek až na jednoduché sloučeniny ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , oxidy prvků). Při rozkladu bílkovin není výtěžkem pouze  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ , ale také aminokyseliny, které podléhají dalším změnám až po produkci anorganických iontů, jako např.  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{SO}_4^{2-}$ . Mineralizace je rozklad organických látek, na němž se podílejí fyzikální, chemické, ale zejména biologické procesy. V průběhu primární mineralizace jsou rozkládány cukry, polysacharidy, proteiny, aminokyseliny, tuky atd. Produkty této fáze mineralizace jsou uvolňovány buď do vzduchu, nebo slouží jako zdroj výživy pro rostliny a mikroorganismy. Mohou být, ale také navázány na sorpční komplex či vyplavovány do podzemních vod. V rámci tohoto procesu známe i sekundární mineralizaci, při níž jsou rozkládány již humifikované organické látky. Tato mineralizace v půdě je velmi pomalá a představuje cca 1 - 3 % humusových látek ročně (Šarapatka, 2014).

### 3.2.5 Nitrifikace

Nitrifikace je oxidační proces, kdy je amonný dusík ( $\text{N-NH}_3$ ) postupně oxidován na nitrátový ( $\text{N-NO}_3^-$ ) (Norton, 2008). Tento proces je v mnoha půdách a ekosystémech klíčovým procesem, neboť transformuje relativně nepohyblivou amonnou formu na velmi pohyblivou nitrátovou formu dusíku. Tím se dusík zpřístupňuje rostlinám jako dobře využitelná živina, ale také tím vzniká riziko jeho ztrát vyplavováním a denitrifikací. Rychlost nitrifikace je ovlivněna také druhem aplikovaného hnojiva. Pomalu je nitrifikován dusík dodávaný v amonné formě hnojiv typu síran amonný, ale velice rychle je nitrifikován dusík například z močoviny. Průběh její nitrifikace je poměrně krátký (5–7 dní), podobná je i přeměně dusíku dodávaného v hnojivech typu dusičnanu amonného. Některé typy hnojiv na bázi močoviny využívají inhibitorů nitrifikace, avšak je nezbytné zdůraznit, že jejich působení je také výrazně ovlivněno průběhem počasí (Černý a kol., 2011).

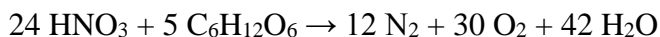
### 3.2.6 Amonizace

Amonizace je odštěpení amoniaku z aminokyselin, případně amidů, které probíhá v aerobním i anaerobním prostředí, a lze ji znázornit deaminací nejjednodušších aminokyselin – glycinu a alaninu.

Při dostatečném přístupu vzduchu vzniká kyselina mravenčí, kyselina octová, oxid uhličitý a amoniak. Za anaerobních podmínek vzniká kyselina octová, kyselina propionová a amoniak. Amoniak vzniklý rozkladem organických dusíkatých sloučenin je zdrojem N pro mikroorganismy, část může být zdrojem pro rostliny, případně jako kationt  $\text{NH}_4^+$  je v půdě sorbován na půdní koloidy. Přítomnost koloidů v půdě dává předpoklady výměnné sorpce iontů  $\text{NH}_4^+$  a většinou značně omezuje možnost ztrát dusíku vytěkáním a také většího pohybu v půdním profilu (Vaněk a kol., 2012).

### 3.2.7 Denitrifikace

Denitrifikace je redukční proces, kdy jsou nitráty v přítomnosti organických látek redukovány na oxidy dusíku až elementární dusík. V našich podmínkách převažuje denitrifikace fakultativně anaerobními mikroorganismy, které během rozkladu využívají kyslík nitrátů. Denitrifikace, kdy vzniká převážně  $\text{N}_2$ , lze sumárně vyjádřit takto:



Podmínkou průběhu denitrifikace je nedostatek kyslíku v půdě, přítomnost nitrátů a nedostatek lehce rozložitelných organických látek. Méně významná je denitrifikace chemická – redukce nitrátů v přítomnosti amidů bez účasti mikroorganismů. Denitrifikací mohou nastávat dosti značné ztráty dusíku a pro jejich omezení je žádoucí, aby nebylo v půdě přítomno větší množství  $\text{N-NO}_3^-$  v mimovegetačním období, kdy je kromě ztrát denitrifikací i zvýšené nebezpečí vyplavení  $\text{N-NO}_3^-$  z ornice (Vaněk a kol., 2016).

### 3.2.8 Fixace N

Významné množství dusíku z atmosféry vstupuje do půdy biologickou fixací způsobenou zejména symbiotickými fixátory dusíku. Fixace je prováděna mikroorganismy z čeledi Rhizobioaceae, které žijí v symbióze s bobovitými rostlinami. Syntézu  $\text{N}_2$  na amoniak zajišťuje nitrogenáza, která sestává z bílkovinných složek (fetoproteinu a azoferedoxinu) a molybdoferexinu, poskytující vysokou redukční sílu na redukci  $\text{N}_2$  na  $\text{NH}_4^+$ . Obohacení půdy dusíkem představuje v průměru u jetelovin 100 - 200 kg N/ha, u bobovitých (fazol, hrách, bob) cca 40 až 60 kg N/ha. Při nesymbiotické fixaci se dodá na každý ha cca 5 kg N) (Richter a Hlušek, 2006).

### 3.2.9 Volatilizace

Volatilizace je proces ztrát dusíku z půdy způsobený těkáním amoniaku z povrchu či vrchních vrstev půdy. Ztráty volatilizací činí okolo 5 %, mohou však dosáhnout i hodnoty přes 25 % z dávky aplikovaného dusíku, a to v závislosti na půdně-klimatických podmínkách, dávce a formě hnojiva i na způsobu a době aplikace. K volatilizaci dochází po aplikaci organických hnojiv, která obsahují větší podíl amonné formy N, (kejda, močůvka, čistírenský kal i hnůj) na povrch půdy. Způsob a rychlost zapravení hnojiv jsou v tomto případě rozhodující především v prvních hodinách po aplikaci. Obdobně je volatilizován dusík při povrchové aplikaci minerálních N hnojiv, u kterých je obsažen, nebo se vytváří amoniak (např. močovina) (Černý a kol., 2011).

Dusík může opouštět systém vyplavováním dusičnanů, volatilizací amoniaku a denitrifikací. V agroekosystému musíme počítat i s dusíkem, který opouští systém v zemědělských produktech. Amonné i nitrátové ionty jsou dobře rozpustné ve vodě. Kladně nabitě amonné ionty jsou vázány na koloidním sorpčním komplexu a tím jsou chráněny před vyplavováním. Ztrátu dusíku z půdy vyplavováním, však zaznamenáváme u dusičnanů. Jejich únikem dochází ke kontaminaci zdrojů vody a ke zvyšování trofie vod s následujícími problémy eutrofizace vod. Na intenzivně zemědělsky využívaných půdách bývá množství vyplaveného dusíku často nad 20 kg na hektar za rok, může dosahovat i hodnot 50 - 80 kg (Šarapatka a kol., 2010).

### 3.2.10 Nadbytek dusíku

Nadbytek dusíku je méně častý a projevuje se většinou latentní formou. Působení nadbytku N je rozdílné podle druhů rostlin a jejich růstové fáze. Velmi citlivé na nadbytek N v ranných fázích vegetace, tzn. již při vzcházení, jsou některé drobnosemenné zeleniny (květák, zelí), řepa, jeteloviny. Omezení vzcháživosti a negativní ovlivnění růstu mladých rostlinek způsobuje více amonná forma N než nitrátová. Je proto nutné se vyvarovat vyšších jednorázových dávek N (většinou nad 60 kg na hektar) a dodržet 10 - 14 denní odstup mezi hnojením a setím. Nadbytek N v povrchových horizontech půdy, zvláště na podzim a předjaří, způsobuje zvýšené větvení kořenů v zónách vyšší koncentrace N a omezení růstu hlavního a vedlejších kořenů. Zhoršuje se tak prokořenění celého půdního profilu, čímž se sníží příjmová kapacita kořenů pro živiny a vodu (Vaněk a kol., 2016).

### 3.2.11 Nedostatek dusíku

Při nedostatečném zásobení rostlin dusíkem se obsah dusíkatých látek v rostlině silně snižuje a rostliny se slabě vyvíjí. Podle stupně nedostatku N se mění barva nejstarších listů od bledě zelené do žluté. Při silném nedostatku dusíku list odumírá a někdy i opadne. Listy nižších pater obvykle trpí nedostatkem N dříve, protože se z nich N přemísťuje, aby udržel vývoj mladších listů, plodů a semen. To někdy vede ke klamnému dojmu rychlého dozrávání (Richter a Hlušek, 1999).

### 3.2.12 Nitrátová směrnice

Směrnice Rady č. 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů (tzv. nitrátová směrnice) je jednou ze směrnic EU orientovaných na ochranu vod a nakládání s vodními zdroji. Cílem nitrátové směrnice je snížit znečištění vod způsobené dusičnany ze zemědělských zdrojů a předcházet dalšímu takovému znečištění. Je to nutné nejen pro zajištění dostatek kvalitní pitné vody, ale i pro omezení eutrofizace povrchových vod a moří (Klír a Kozlovská, 2012).

Uplatnění nitrátové směrnice, tedy její transpozice do právního řádu České republiky byla provedena ustanovením § 33 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Na základě zmocnění ve vodním zákoně bylo vládou v roce 2003 přijato nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech. Tento předpis byl však v roce 2012 zrušen novým nařízením vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem (dále jen „nařízení vlády“), které s účinností od 1. 8. 2012 nově vymezuje zranitelné oblasti a vyhlašuje 3. akční program (Klír a Kozlovská, 2012).

Požadavky akčního programu se vztahují na zemědělské podnikatele provozující zemědělskou výrobu ve zranitelných oblastech. Z hlediska zaměření se akční program týká pouze zemědělské půdy (orná půda, chmelnice, vinice, ovocné sady, trvalé travní porosty - louky a pastviny) a vybraných objektů (sklady statkových hnojiv). Akční program je soubor povinných opatření, která musí zemědělec hospodařící ve zranitelných oblastech plnit. Jedná se například, o zákaz hnojení v zimním období, limity hnojení k jednotlivým plodinám (u řepky 230 kg N/ha) a hnojení v létě a na podzim (Klír a Kozlovská, 2012).

### 3.3 Dusíkatá hnojiva

Mezi dusíkatá hnojiva řadíme takové látky, které obsahují jako hlavní živinu dusík. Převážná většina těchto hnojiv se vyrábí chemickou cestou ze vzdušného dusíku  $N_2$ . Dusík je nezbytný pro růst rostlin a přímo ovlivňuje tvorbu a produkci biomasy (Richter a Hloušek, 1996).

Rozdělení dusíkatých hnojiv

Podle formy, ve které se dusík nachází, dusíkatá hnojiva rozdělujeme:

1. Hnojiva s nitrátovým (ledkovým) dusíkem

Např. ledek vápenatý, Cansol S, ledek hořečnato-vápenatý, ledek sodný, ledek draselný

2. Hnojiva s dusíkem amonným a amoniakálním

Např. síran amonný, kapalný amoniak, čpavková voda

3. Hnojiva s dusíkem amidovým

Např. močovina, dusíkaté vápno

4. Hnojiva s dusíkem ve dvou a více formách

Např. dusičnan amonný, LAV ledek amonný a vápencem, LAD ledek amonný s dolomitem, DAM 390, DASA

5. Hnojiva pomalu působící

- hnojiva na bázi polykondenzátů močoviny s aldehydy, obalovaná hnojiva aj. (Richter a Hloušek, 1996).

#### 3.3.1 Ledek amonný s vápencem (LAV)

Ledek amonný s vápencem se vyrábí z dusičnanu amonného a jemně mletého vápence ( $NH_4NO_3 + CaCO_3$ ). Z celkového dusíku je v tomto hnojivu jedna polovina v amonné formě a druhá ve formě nitrátové. Většina hnojiv tohoto typu se vyrábí s obsahem okolo 27 % N. Vyplývá to z nutnosti přidavku inertní látky, která musí dosahovat 20 % směsi. Tím jsou kromě bezpečnostních hledisek dány i předpoklady dobrých fyzikálních vlastností hnojiva.

LAV je nejpoužívanější tuhé dusíkaté hnojivo u nás. Přítomnost rychleji působící nitrátové formy i pozvolněji působící amonné formy z něj činí téměř univerzální hnojivo. Dá se proto používat hlavně v průběhu vegetace při hnojení na list nebo i při předset'ovém hnojení. Jeho univerzálnost je třeba hodnotit z hlediska půdních vlastností. Je možné jej používat do všech půd (Vaněk a kol., 2016).



### 3.3.2 Močovina

Vyrábí se ve formě bílých až nažloutlých granulek o velikosti 0,5-2,5 mm. Ve vodě je snadno rozpustná a má malou specifickou hmotnost. Fyziologická reakce je mírně kyselá. Obsahuje 46 % dusíku a amidové formě. Rozklad močoviny je podmíněn mikrobiální činností v půdě, a proto není vhodné jí hnojit půdy málo činné (silně kyselé, studené a neprovzdušněné). Také se nehodí na lehké a propustné půdy. Močovinu v pevné formě je účelné dobře zapravit do půdy. Zůstane-li na povrchu vzniká zvláště za suchého a teplého počasí nebezpečí ztrát plynného amoniaku ( $\text{NH}_3$ ) rozkladem uhličitanu amonného  $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$  na vzduchu. Močovinu lze využít i k mimokořenné výživě (Baier a Baierová, 1985).

### 3.3.3 DASA

DASA (v Lovosicích vyráběná pod názvem LOVODASA) je dusíkaté hnojivo s obsahem síry. Je to směs dusičnanu amonného a síranu amonného s celkovým obsahem 26 % N (8,7 %  $\text{N-NO}_3^-$  a 17,3 %  $\text{N-NH}_4^+$ ) a 13 % S. Je to hnojivo vhodné k základnímu hnojení i přihnojování většiny plodin. Vzhledem k vysokému obsahu síry se hodí pro plodiny s vyššími nároky na tuto živinu, tedy řepku, slunečnici, hořčici, brukvovité zeleniny, cibuloviny a bobovité rostliny (Vaněk a kol., 2012).

### 3.3.4 ENSIN

Je dusíkato-sírné hnojivo s obsahem inhibitorů nitrifikace (dikyandiamid a 1,2,4-triazolu). Celkový obsah dusíku je 26 %, z toho 18,5 % v amonné formě a 7,5 % v nitrátové formě. Obsah vodorozpustné síry je 13 %. Hnojivo je dodávané v granulované formě. ENSIN je šetrný k životnímu prostředí a přispívá k ochraně vod snížením vyplavování dusičnanů a zároveň díky omezení denitrifikace snižuje emisi oxidů dusíku. ENSIN díky působení inhibitorů nitrifikace zajistí vyrovnanou a prodlouženou výživu rostlin po dobu více než 10 týdnů v závislosti na teplotě (Agrofert a.s., 2013).

### 3.3.5 ALZON 46

Močovina s 46 % dusíku s inhibitorem nitrifikace (směs dikyandiamidu a 1,2,4-triazolu). Dodává se granulované formě o velikosti granulek 1,6 – 5 mm. Granulky mají světlemodrou barvu. ALZON 46 váže amonný dusík v ornici a plodiny ho mají stále k dispozici. V závislosti na potřebách rostlin se z této zásoby dusíku současně uvolňuje nitrát, který rostliny využívají. ALZON 46 prokazatelně snižuje ztráty způsobené ukládáním nitrátů

v hlubších vrstvách. ALZON 46 tak přispívá k ochraně životního prostředí v zemědělství při současném zvýšení hospodárnosti, kvality výrobku a výnosu (Agrofert Holding, a.s., 2013).

### **3.3.6 UREAStabil**

UREAStabil je močovina upravená přísávkem inhibitoru ureázy NBPT, který stabilizuje močovinu, zpomaluje její rozklad a omezuje ztráty dusíku po její aplikaci na půdu únikem amoniaku. Po aplikaci hnojiva na povrch půdy při hnojení před založením porostu se doporučuje hnojivo zapravit do půdy předseťovou kultivací, nebo při setí. UREAStabil je vhodným hnojivem pro podpovrchovou lokální aplikaci při zakládání porostů zemědělských plodin. Při regeneračním přihnojení na začátku jarní vegetace ozimých plodin aplikovat na půdách s nízkou sorpční schopností maximálně 200 kg UREAStabil na hektar. Hnojivo UREAStabil nepoužívat k regeneračnímu hnojení řepky olejné silně poškozené vyzimováním. Hnojivo UREAStabil je vhodné pro přípravu roztoků ke hnojení na list (AGRA GROUP, a.s., 2004).

### **3.3.7 ALZON neo-N**

ALZON neo-N je novinkou na trhu a jedná se o močovinu s inhibitorem ureázy (2-NPT) a inhibitorem nitrifikace (MPA). Hnojivo obsahuje 46,3 % dusíku v amidové formě. Obsah inhibitoru nitrifikace je 0,070 – 0,076 % MPA a 0,035 – 0,037 % 2-NPT. Tyto inhibitory zpomalují přeměnu močoviny na amoniak o jeden až dva týdny. Vytvořený amoniak se může proto lépe vázat v sorpčním komplexu. Inhibitor nitrifikace (MPA) zpomaluje přeměnu dusíku amonné formy na mobilní nitrát o šest až deset týdnů. Je to univerzální hnojivo vhodné pro všechny plodiny (Agrofert a.s., 2014).

## **3.4 Stabilizovaná dusíkatá hnojiva s inhibitory nitrifikace či ureázy**

Stabilizovaná dusíkatá hnojiva s inhibitory nitrifikace či ureázy mají vysoký předpoklad pro uplatnění ve výživě rostlin. Jejich cílem je zvýšení efektivity hnojení dusíkem (tj. snížení počtu aplikací, flexibilita termínu dávkování) a zároveň zlepšení ekologického hlediska omezením znečišťování podzemních vod a ovzduší. Inhibitory nitrifikace omezují mikrobiální přeměnu amonných iontů ( $\text{NH}_4^+$ ) na ionty dusičnanové ( $\text{NO}_3^-$ ) a plyny (dusík  $\text{N}_2$  a oxid dusný  $\text{N}_2\text{O}$  - skleníkové plyny) v půdě. Naproti tomu inhibitor ureázy je látka, která dočasně zpomaluje enzymatickou přeměnu močoviny na  $\text{CO}_2$  a  $\text{NH}_3$  inhibicí enzymu ureázy (Šimka a kol., 2012).

### 3.4.1 Inhibitor ureázy

Testováno bylo mnoho chemických látek, ale jen jedna byla vyvinuta až do podoby registrace – NBPT. NBPT (N-)nbutyl thiophosphoric triamide) je přísada do močoviny, která dočasně zpomaluje enzymatickou přeměnu močoviny inhibicí enzymu ureázy. Princip výroby dusíkatého hnojiva s inhibítorem ureázy je totožný s mořením osiva. Ke hnojivu je přidána látka NBPT, s kterou se hnojivo důkladně promísí. Inhibitor ureázy blokuje přeměnu močoviny na amoniak po dobu jednoho až dvou týdnů. V České republice bylo zaregistrováno hnojivo na bázi NBPT pod názvem UREASTABIL (Bečka a kol., 2013).

### 3.4.2 Inhibitor nitrifikace

Inhibitory nitrifikace stabilizují amonný dusík v půdě a zpomalují jeho přeměnu na dusík nitrátový, čímž omezují ztráty dusíku vyplavováním nitrátů a denitrifikací. Na rozdíl od inhibitorů ureázy je u těchto inhibitorů žádoucí, aby se pohybovaly v půdě společně s dusíkem, jehož přeměnu ovlivňují. Používání hnojiv s inhibítorem nitrifikace je vhodnější v oblastech s vyššími srážkami a pro plodiny, kde aplikujeme vysoké jednorázové dávky dusíku. Z látek, které se nejčastěji používají jako inhibitory nitrifikace, používáme nitrapyrin (2-chloro-6-(trichlormethyl)-pyridin, který působí selektivně (baktericidně) na bakterie rodu *Nitrosomonas*. Ty jsou zodpovědné za přeměnu amonného dusíku na formu nitrátovou. Další účinnou látkou je dikyandiamid (DCD), jehož působení je cíleno opět na bakterie rodu *Nitrosomonas* a projevuje se bakteriostatickým efektem. K dalším inhibitorům nitrifikace patří 3,4-dimethylpyrazole-phosphate (DMPP) případně 1,2,4 triazol (TZ), který se používá v kombinaci s DCD (Hřivna a kol., ?).

### 3.4.3 Piadin a StabilureN

V roce 1996 získala firma SKW Stickstoffwerke Piesteritz registraci dalšího inhibitoru nitrifikace na bázi DCD pod názvem Piadin. Piadin (DCD/MP) je směsí DCD a 3-methylpyrazolu v poměru 15:1. Piadin byl vyvinut pro zvýšení účinnosti aplikace kapalných dusíkatých hnojiv (Wozniak et al., 1999).

V České republice byl v roce 2008 zaregistrován přípravek StabilureN jako pomocná látka tvořená inhibítorem ureázy NBPT. StabilureN obsahuje min. 20 % NBPT a je používán k rovnoměrnému nanesení na povrch granulí pevných hnojiv nebo jako přídatek ke kapalným hnojivům, která obsahují amidickou formu dusíku (roztoky močoviny, DAM, SAM apod.) (Bečka a kol., 2013).

### 3.5 Hnojení řepky

Řepka ozimá je ve srovnání s ostatními plodinami velmi náročná na dusíkatou výživu (Albert a kol., 2011). Požadavky na dusík jsou přibližně dvojnásobné oproti obilninám. Po sklizni řepky jsou v půdě vyšší zásoby dusíku, které mohou být přínosem pro následující obilninu (Farman a kol., 1989).

Hnojení je most mezi generacemi. Je to úžasný proces, který se může jevit jako zranitelný pro jeho složitost, ale ve skutečnosti je pozoruhodný svou flexibilitou (Hardy, 2002).

Aplikace dusíkatých hnojiv je jedno z nejdůležitějších opatření, jak zvýšit výnosy v zemědělství. Podle statistických údajů FAO (1995) příspěvek dusíkatých hnojiv na nově zvýšený výnos dosahuje od roku 1960 na celém světě přes 50 %. Nicméně nadužívání N-hnojiv vede ke sníženému ekonomickému účinku, volatilizaci a vyplavování do podzemních vod. Proto je samozřejmě důležité optimalizovat aplikaci N hnojiv v rostlinné výrobě. Množství, datum a metody aplikace N hnojiv jsou tři klíčové faktory, které ovlivňují účinek N hnojiv na výnosech plodin (Liu et al., 2001).

#### 3.5.1 Základní hnojení

Základní hnojení (do doby setí) slouží pro zajištění dobrého růstu a následného přezimování mladé rostlinky potřebují poměrně malou část celkové potřeby, většinou nepřesahuje 60 kg/ha. V každém případě je vhodnější aplikovat před setím nižší dávky N, protože v případě, že dávka byla nízká a růst rostlin je nedostatečný, je možnost ještě přihnojit v podzimním období, a tak upravit utváření porostu, zatímco při vyšších dávkách N případný nadbytek způsobí nadměrný růst. Rozhodující údaj pro oprávněné hnojení před setím musí být obsah minerálního N v půdě stanovený těsně před setím. Hnojení je žádoucí při obsahu nižším než 15 mg N/kg zeminy. Pokud nejsou tyto údaje k dispozici, je možné aplikovat nižší dávku N, většinou do 40 kg N/ha. Vhodná hnojiva jsou: síran amonný, DAM, močovina, NP hnojiva, Amofos, NPK hnojiva (Vaněk a kol., 2016).

#### 3.5.2 Hnojení v průběhu podzimní vegetace

Slabé porosty lze přihnojit na konci září či začátkem října 20 – 30 kg N/ha, jestliže nebylo hnojeno dusíkem před setím. Lze použít LAV, LV, DA, DAM 390, DASA, SAM. Při této úrovni dusíkaté výživy se není třeba příliš obávat ztrát dusíku vyplavením. Na konci podzimní vegetace je v nadzemní biomase rostlin zpravidla akumulováno 40 - 70 kg N/ha, nejsou však výjimkou hodnoty větší než 100 kg N/ha. Samozřejmě je nutno toto hnojivářské opatření korigovat podle stavu porostu a použití morforegulátorů růstu. Hnojiva se sírou

používáme především na lehkých půdách. Pozdní korekce výživného stavu N v říjnu nebo počátkem listopadu není přípustná (Baranyk a kol., 2007).

### 3.5.3 Jarní hnojení dusíkem

Hlavní důraz na výživu ozimé řepky klademe na jaře. Řídíme se pravidlem, že bychom měli do půdy dodat minimálně tolik živin, kolik prostřednictvím výnosu semen z pole odvezeme. Export sklizní se v závislosti na výnosu semene a stanoviště pohybuje od 140 – 180 kg N/ha. Léta praxe potvrzují, že výše celkové dusíkaté dávky na úrovni 160 kg N/ha je přiměřená a správná. Správné hnojení dusíkem zvětšuje násadu generativních orgánů a omezuje opady poupat a květů. Zvýšená poptávka rostlin po dusíku se projevuje zejména ve třech obdobích: 1. období regenerace ozimé řepky (75 – 100 kg N/ha), 2. období začátku prodlužování stonku (50 - 75 Kg N/ha), 3. období žlutého poupěte (30 -45K N/ha) (Vašák a kol., 2000).

#### 1. dávka N – regenerační hnojení

Na jaře bychom měli řepku třikrát až čtyřikrát přihnojit dusíkem. Rozestupy mezi jednotlivými dávkami mají být optimálně 14 – 18 dnů. Pro 1. a 2. jarní přihnojení (regenerace kořene a regenerace listového srdéčka) upřednostňujeme ledky, např. ledek amonný s vápencem, ledek vápenatý, ledek amonný se sírou. Později se uplatňují kapalná dusíkatá hnojiva či močovina. Při brzkém otevření jara (konec února až polovina března) rozdělíme regenerační dávku N na dvě dílčí dávky (kořínková výživa a srdéčková výživa). Pokud se jaro otevře koncem března nebo až v dubnu musíme obě dílčí dávky spojit a aplikovat co nejdříve 100 – 110 kg N/ha. Pro jarní hnojení dusíkem platí zásada, že jen porosty mezi 20 - 40 (50) silnými rostlinami na 1 m<sup>2</sup> zajistí efektivní využití dusíkaté výživy. Při hustotě 60 a více rostlin na m<sup>2</sup> nemá smysl zvyšovat dávku N nad 130 – 150 kg N/ha (Bečka a kol., 2007).

#### 2. dávka N

Spadá do období tvorby nadzemní biomasy až počátku prodlužování. Za běžných podmínek je to v první dekádě měsíce dubna, přibližně 2 - 3 týdny po regeneračním hnojení. Běžná dávka je 50 – 80 kg N/ha. Důležitým faktorem je také stav porostu. Silné porosty, jejichž hustota dosahuje 30 až 40 rostlin na m<sup>2</sup>, hnojíme vyššími dávkami dusíku (zhruba o 20 kg N/ha). Doporučená hnojiva jsou: DAM 390, LAV, DA, LV. Nejvhodnější je DAM, který lze současně použít v kombinaci s insekticidem. Termín hnojení se potom řídí aplikací insekticidu. Několikadenní posunutí nemá podstatnější vliv na výnos. Aplikujeme DAM neředěný. Proto je

z hlediska účinnosti insekticidu třeba aplikovat alespoň 70 až 100 l roztoku na ha (tj. 27 – 39 kg N/ha) (Vaněk a kol., 2016).

### 3. dávka N – fáze žlutých pupat

Tato dávka má své opodstatnění pouze na lehkých a chudých půdách v sušších oblastech, kde není zabezpečen odběr dusíku rostlinami v době květu a ve fázi zelených šešulí. Dále se osvědčuje při předpokladech dosažení rekordních výnosů po předchozí bezchybné technologii. Velikost dávky činí 20 – 40 kg N/ha. Používáme LAV, DA, LV, DAM. Při pozdním použití DAMU může dojít k popálení porostu (proto neaplikovat za intenzivního slunečního záření) (Zubal a kol., 1998).

## 3.6 Síra

Síra je přijímána především ve formě  $\text{SO}_4^{2-}$ . Po redukci v listech je zabudována zejména do aminokyselin cysteinu a metioninu nebo do sulfhydrylových skupin koenzymů a sulfolipidů. Metabolismus, transport a distribuce síry v rostlinách jsou poznány jen částečně. Příjem síry kořeny rostlin je inhibován příjmem selenu, který však v metabolismu nemůže síru nahradit. Deficit síry u rostlin je vzácný (Procházková a kol., 1998).

### 3.6.1 Síra v rostlině

Vlastní příjem je poměrně málo ovlivňován ostatními ionty v půdním roztoku i půdními vlastnostmi. Rozhodující je obsah síranového iontu v půdě, kam se dostává z hnojiv, spadem z ovzduší ( $\text{SO}_3^{2-}$ ) a z půdních vazeb. Síra se v půdě postupně uvolňuje z méně rozpustných sloučenin, včetně organických, a je oxidována až na sírany, které jsou hlavním zdrojem S pro rostliny (Vaněk a kol., 2016).

Rostliny mohou využívat  $\text{SO}_2$  z ovzduší, ovšem jen určitou část své spotřeby (asi 30 % celkové spotřeby). Při malé koncentraci  $\text{SO}_2$  v ovzduší a nedostatek  $\text{SO}_4^{2-}$  v půdě je využití vyšší a působí příznivě, ale od koncentrace 1,0 – 1,5 mg  $\text{SO}_2$  v  $1\text{m}^3$  přináší již poškození rostlin. Síra je v rostlinách poměrně dobře pohyblivá, je transportována hlavně do mladých listů a meristému. V rostlinách se hromadí ve formě síranu, který slouží jako zásobní látka. Celkový obsah S v pletivech rostlin se pohybuje kolem hodnot 0,2 – 0,5 % v sušině. U řepky (před květem) však již obsah pod 0,4 % v sušině signalizuje počínající nedostatek (Vaněk a kol. 2016).

Richter a Hlušek (1999) uvádějí, že také obsah oleje v olejnatých rostlinách je velmi ovlivněn sírou. Rovněž obsah proteinu je závislý na poměru N/S, který by se měl pohybovat od 30/1 do 40/1.

### **3.6.2 Nedostatek síry**

Příznaky nedostatku síry byly sledovány na rostlinách pěstovaných v nádobových pokusech. Ve svých projevech jsou obdobné příznakům vyvolaným deficiencí dusíku. Na rozdíl od nedostatku N se tyto příznaky objevují na mladších listech. U vikvovitých se v důsledku nedostatečného zásobení rostlin sírou sníží nebo úplně zastaví poutání vzdušného dusíku (Richter a Hlušek, 1999).

### **3.6.3 Nadbytek síry**

Nadbytek síry v našich podmínkách je třeba posuzovat ze dvou hledisek. Vysoký obsah S v půdě, který se projeví vysokou koncentrací  $\text{SO}_4^{2-}$  v půdním roztoku, většinou nepůsobí negativně na rostliny. Vyšší obsah síranů snášejí totiž rostliny poměrně dobře a nadbytečné množství síranů mohou ve svých pletivech ukládat bez poškození. Druhé hledisko je možná toxicita  $\text{SO}_2$  z ovzduší. Mnohdy lokálně dosahované koncentrace nad 0,3 mg  $\text{SO}_2$  v 1 m<sup>3</sup> vzduchu působí již poškození pletiv rostlin, zvláště citlivých jehličnatých stromů (Vaněk a kol., 2016).

## **3.7 Agroekologické požadavky**

### **3.7.1 Střídání plodin**

Střídání plodin je alternativní způsob, jak ušetřit peníze a přírodu. Je to pěstování plodin v předem stanoveném pořadí. Hlavním cílem je udržet ziskovost pěstovaných plodin, úrodnost půdy a jejího zdravotního stavu. Oproti tomu pěstování plodin v monokultuře na stejném místě přináší řadu problémů, jako například rozšíření některých plevelů, snížení výnosu, větší ekonomické riziko a snížená biologická diverzita (Florentín a kol., 2011).

### **3.7.2 Zařazení řepky v osevním postupu**

Ozimá řepka je v osevním postupu vítaným přerušovačem obilných sledů. Její zařazení do osevního postupu je limitováno termínem sklizně předplodiny. Určitá nesnášenlivost se projevuje při zařazení řepky po sobě nebo brukvovitých plodinách. Ojedinele se v suchých letech může projevit jako méně vhodná předplodina luskovinoobilní směska. Řepku je možno po sobě radit nejdříve za 4 roky. Při výskytu Plasmodiophory je potřebný pětiletý odstup. Tam, kde je v osevním postupu zařazena řepa, měla by po řepce následovat nejdříve za tři roky s ohledem na háďátka řepné. Vhodnou předplodinou je ozimý ječmen, který se sklízí už v červenci. Optimální doba setí připadá na 20. srpna (+ - 5 dní) (Svatoň a Vilinský, 1988).

Např. pšenice pěstovaná po řepce mívá o 10 % vyšší výnosy než pšenice pěstovaná po pšenici. V osevním postupu má fyto-sanitární účinky, to znamená že ozdravuje půdu od patogenů napadající např. právě obilniny (Brát a Baranyk, 2017).

### **3.7.3 Odběr živin řepkou**

Ve spotřebě živin se řepka řadí mezi velmi náročné plodiny. Pro dobrý 4 tunový výnos semene odebere nadzemní biomasa z jednoho hektaru toto množství základních živin: 208 – 236 kg dusíku, 160 – 200 kg draslíku, 120 – 152 kg vápníku, 44 – 72 kg fosforu, 16 – 24 kg hořčíku a 48 – 64 kg síry. Značný podíl živin se nám vrátí do půdy opadem listů a zapravením řepkové slámy. Sklizní 4 tun semene z hektaru odvážíme kolem 136 kg N, 22 kg K, 18 kg Ca, 39 kg P, 9 kg Mg a 16 kg S (Baranyk a kol., 2007).

### **3.7.4 Nároky na půdu**

Nejvhodnější jsou provzdušněné, hluboké, kapilárně aktivní hlinité, písčito-hlinité až hlinitopísčité půdy, s obsahem humusu nad 1,5 %, s dobrou zásobou Mg, P, K, s vysokým obsahem B a s neutrální až slabě kyselou půdní reakcí. Řepka je velmi tolerantní i k půdám lehkým, kamenitým, mělkým, pokud jsou ovšem dostatečně hnojeny. Pro výnos je rozhodující dusík. Dále řepka vyžaduje hořčík a bór. Naopak je poměrně tolerantní k nedostatku P, z části i K a nízkému pH do 5,6 až 5,0 (Vašák a kol., 2000).

### **3.7.5 Nároky na průběh počasí**

Pokud jde o nároky na teplotu a vláhu, vyhovují řepce olejce obecně stanoviště s ročním průměrem teplot 7 - 9 °C, srážek 450 až 700mm a nadmořská výška do 650 m. S ohledem na mohutný kořenový systém je řepka relativně suchovzdornou, náročnou na srážky pouze v období po zasetí a v době tvorby semen, to je od konce kvetení asi po dobu jednoho měsíce. V období po zasetí, tj. od srpna do listopadu, je optimální úhrn srážek 200 – 210 mm. Optimální srpnové srážky jsou 70 – 80 mm. V průběhu podzimu je optimum 50 – 80 mm, přičemž vyšší srážky (až 150 mm) ve spojení s nižší teplotou jsou limitující v bramborářské výrobní oblasti, kdežto nižší srážky (pod 50 mm ve spojení s vyšší teplotou) jsou limitující v kukuřičném výrobním typu. V zimním období je příznivý úhrn srážek 110 mm při poklesu teplot vzduchu pod 5 °C. Optimální úhrn srážek v době jarní vegetace až do období kvetení je asi 100 mm. Průměrný měsíční úhrn srážek v březnu a dubnu je kolem 40 mm. V době květu malé, ale i nadměrné množství srážek způsobuje výnosovou depresi (pod 20 mm a nad 80 mm) (Baranyk a kol., 2010).



### 3.7.6 Rajonizace

Rozmístění oblasti pěstování řepky olejky se podstatně změnilo. Původně se řepka pěstovala jen na úrodných nížinách. V těchto výslovně kukuřičných a řepařských oblastech se řepka dostávala do konkurence s cukrovkou o chlévský hnůj. Proto se velká část ploch řepky přesunula do vyšších poloh a do podhůří. V těchto podmínkách má vhodné ekologické podmínky, je tu dostatek srážek a menší výskyt škůdců a sněhový kryt chrání porosty proti holomrazům. V 60. letech minulého století byla Výzkumným ústavem zemědělské ekonomiky v Praze a Bratislavě vypracována rajonizace zemědělské výroby, která na základě geografických, pedologických a klimatických faktorů rozlišila čtyři výrobní typy a podtypy (Baranyk a kol., 2007).

I. zóna vhodnosti: velmi vhodná, zahrnuje výrobní podtypy bramborářsko-pšeničný a bramborářsko-ječný, s výjimkou území s průměrnou teplotou nad 8 °C

II. zóna vhodnosti: vhodná, zabírá výrobní podtypy řepařsko-ječný a řepařsko-pšeničný s průměrnou teplotou nad 8 °C výrobních podtypů bramborářsko-pšeničného a bramborářsko-ječného

III. zóna vhodnosti: méně vhodná, zahrnuje výrobní podtypy bramborářsko-žitný, kukuřično-ječný a kukuřično-pšeničný

IV. zóna vhodnosti: méně vhodná až nevhodná, zahrnuje výrobní podtypy kukuřično-žitný, bramborářsko-ovesný a výrobní typ horského hospodářství (Fábry a kol., 1975).

### 3.7.7 Tvorba výnosu

Hlavními výnosotvornými prvky jsou hmotnost tisíce semen (HTS), počet šesulí na 1 m<sup>2</sup> a počet šesulí na jednu rostlinu. O výnosové schopnosti porostu rozhoduje počet vytvořených semen na 1 m<sup>2</sup>, který vyplývá z počtu šesulí na 1 m<sup>2</sup>, počtu semen v šesuli a jejich HTS. Přitom počet šesulí na 1 m<sup>2</sup> je podmíněn počtem šesulí na jednu rostlinu a počtem rostlin na 1 m<sup>2</sup>. Úroveň výnosotvorných prvků je podmíněna genotypem odrůdy, často ovšem překrytým v důsledku ovlivnění ročníkem, ekologickými podmínkami a agrotechnikou (Baranyk a kol., 2010).

### 3.7.8 Agroekologické přednosti řepky

Řepka olejka je vynikající předplodina pro obilniny a je žádaným přerušovačem obilných sledů. Zvyšuje úrodnost půdy a snižuje potřebu průmyslových hnojiv. Je alternativním zdrojem za organická hnojiva (asi 10 až 15 tun sušiny z kořenů, listů a slámy, 10 až 20 tun zelené biomasy naroste z výdrolu – celkem tato hmota nahrazuje 40 až 60 tun hnoje). Pěstování

je úspěšné i v sírou imisně zatížených oblastech, protože řepka při výnosu semen 3,5 tun/ha odebere asi 80 – 90 kg S/ha. Řepka brání erozi půdy a splavování dusíkatých látek do spodních vrstev, a tím snižuje znečištění půdy a vodních zdrojů. Levné osivo, rychlé klíčení, růst i při nižších teplotách umožňují využití řepky jako zelené hnojení nebo jako zelené krmení (Malat'ák a Vaculík, 2008).

## 4 Materiál a metody

### 4.1 Popis pokusu

Pokus byl založen 22. 8. 2016 jako maloparcelkový s plochou parcelky 11,875m<sup>2</sup> (1,25 m x 9,5 m). Pokus byl založen v šesti variantách po čtyřech opakováních. V pokusu jsou hodnocena dusíkatá hnojiva močovina, DASA, ledek amonný s vápencem a dusíkatá hnojiva se stabilizovaným dusíkem UREASTABIL, ALZON 46 a ENSIN.

Pro pokus byla vybrána hybridní odrůda MARATHON. Jedná se o středně ranou odrůdu. MARATHON představuje unikátní kombinaci kratší rostliny 138 – 148 cm a velmi vysokého výnosového potenciálu. Vynikající výnosová stabilita hybridu se projevuje každoročně za různých pěstebních podmínek. Odrůda se dále vyznačuje odolností vůči poléhání, velmi dobrým zdravotním stavem a bezproblémovým přezimováním. Odrůda je od firmy RAAPOL a byla u nás registrována roku 2013. Obchodní zástupce pro ČR je OSEVA PRO s.r.o. (Zehnálek a Kraus, 2017).

Tabulka č. 1: Varianty pokusu

1	Močovina
2	UREASTABIL
3	ALZON 46
4	DASA
5	ENSIN
6	LAV

### 4.2 Popis pokusného stanoviště

Přesné polní maloparcelkové pokusy byly založeny na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Praze v Červeném Újezdě, okres Praha západ. Stanice se nalézá na rozhraní okresů Kladno a Praha-západ, cca 25 km od Prahy. Zeměpisné údaje: 50°04' zeměpisné šířky a 14°10' zeměpisné délky.

Červený újezd spadá do oblasti mírně teplé, mírně suché, převážně s mírnou zimou. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 7 až 8,5 °C s ročním úhrnem srážek 450 až 550 mm a průměrná teplota ve vegetačním období (1. 4. - 30. 9.) je 12,9 °C. Průměrná doba ročního svitu je 1902 hodin, z toho je 1396 hodin slunečního svitu během vegetačního období. Délka vegetačního období činí 150 - 160 dní. První mrazivý den se dostavuje v průměru 11. října. Na jaře se vyskytují mrazíky ojediněle koncem dubna (Cihlář, 2007).

Půdotvorným substrátem (80 - 120 cm) je spraš a sprašový pokryv s velmi dobrou vododržností, dobrou vnitřní drenáží. Na opukách v důsledku větší štěrkovitosti a tím rychlého zásaku se projevuje vyšší vysýchavost v půdním profilu.

Ornice je šedohnědá, hlinitá, s drobtovitou strukturou. Její hloubka je od 28 do 35 cm a má střední až silné prokořenění a biologickou činnost. Podorniční horizont (50 - 70 cm) je hnědý až rezavý, hlinitý s příměsí opuky. Prokořenění a biologická aktivita je střední.

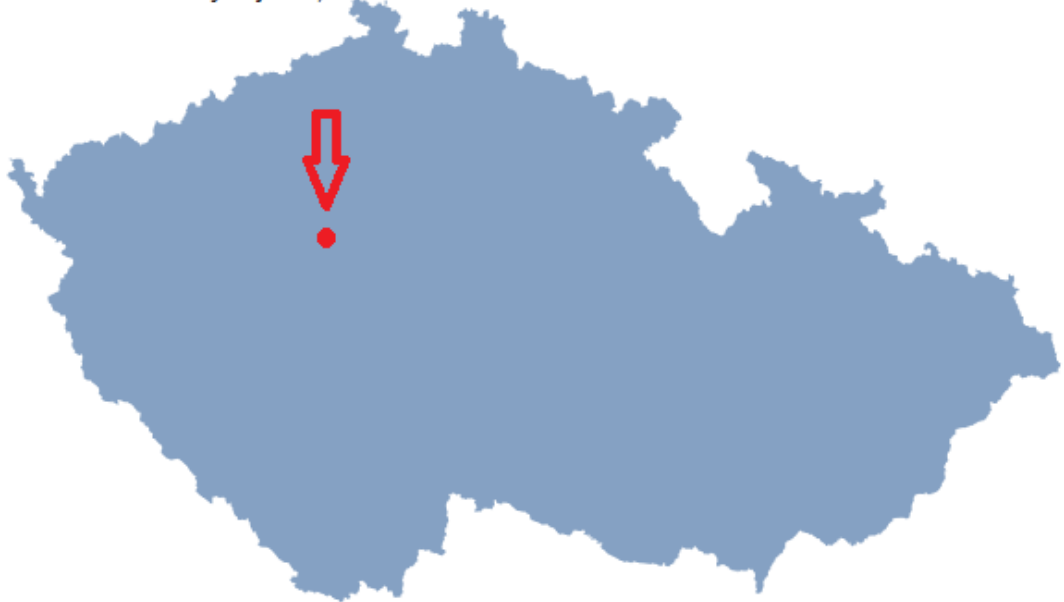
Na pokusných plochách převažuje BPEJ 4.10.00.

Po stránce zrnitostního složení se jedná o půdy středně těžké. Objemová hmotnost činí přibližně 1,4 t/m<sup>3</sup>, 7% skeletu.

Půda má střední až vysokou sorpční kapacitu, sorpční komplex je plně nasycen. Půdní reakce je neutrální, obsah humusu střední. Obsah P a K je střední až dobrý (Cihlář, 2007).

Obrázek č. 1:

Obec Červený Újezd, ČR



Zdroj: <https://www.kurzy.cz/obec/cerveney-ujezd-okres-praha-zapad/mapy/>

### Schéma pokusu

6 C LAV	6 D LAV	4 C DASA	4 D DASA	5 C ENSIN	5 D ENSIN
3 C UREAST.	3 D UREAST.	1 C Močovina	1 D Močovina	2 C ALZON 46	2 D ALZON 46
4 A DASA	4 B DASA	5 A ENSIN	5 B ENSIN	6 A LAV	6 B LAV
1 A Močovina	1 B Močovina	2 B ALZON 46	2 B ALZON 46	3 A UREAST.	3 B UREAST.

### 4.3 Technologie pěstování

Hnojení P, K, Ca a Mg nebylo provedeno. Hnojení N bylo provedeno ve 4 dávkách vždy příslušným hnojivem podle varianty.

Podzim

16. 8. 2016 sklizeň předplodiny (jarní ječmen) – sláma rozdrčena

19. 8. 2016 ..... seťová orba (22 cm)

20. 8. 2016 ..... předseťová příprava půdy (kompaktor)

22. 8. 2016 ..... výsev, hloubka 1,5-2 cm, řádky 12,5 cm, výsevek 50 kl. semen na m<sup>2</sup>

24. 8. 2016 ..... herbicid Circuit (2 l/ha) + Colzamid (1 l/ha)

27. 8. 2016 ..... moluskocid Vanish Slug Pellets

27. 8. 2016 ..... rodenticid Stutox lokálně do děr (opakováno dle potřeby)

30. 8. 2016 ..... graminicid Gallant (0,5 l/ha) + insekticid Karate Zeon (0,1 l/ha)

9. 9. 2016 ..... insekticid Karate Zeon (0,1 l/ha)

16. 9. 2016 ..... graminicid Targa (1 l/ha) + insekticid Nexide (0,1 l/ha)

Jaro

27. 2. 2017 ..... 1a. dávka dusíku (60 kgN/ha) (dle varianty)  
13. 3. 2017 ..... 1b. dávka dusíku (60 kgN/ha) (dle varianty)  
28. 3. 2017 ..... 2. dávka dusíku (70 kgN/ha) 31. 3. 2017 insekticid Proteus (0,7 l/ha)  
(dle varianty)  
11. 4. 2017 ..... 3. dávka dusíku (30 kgN/ha) 17. 5. 2017 insekticid Proteus (0,7 l/ha)  
(dle varianty)  
17. 7. 2017 ..... desikace Reglone (4 l/ha)  
26. 7. 2017 ..... sklizeň (maloparcelková sklízecí mlátička Wintersteiger)

#### 4.4 Průběh počasí v sezóně 2016/2017

Srpen byl teplý oproti normálu. Z hlediska srážek se jednalo o suchý měsíc, což mělo za následek pomalé vzházení z důvodu nedostatku vody. Nejméně srážek bylo ve třetí dekádě srpna a to pouze 5,3 mm a větší srážkový úhrn se dostavil až v druhé dekádě září a činil 19,2 mm. Z hlediska teploty bylo září mimořádně teplé. Říjen se řadí z hlediska teplot k normálu a z hlediska srážek mezi silně vlhký měsíc se srážkovým úhrnem 56,9 mm což představuje 215% normálu a porosty řepky se v tomto období srovnaly. Listopad řadíme z pohledu teplot i srážek jako normální. Prosinec byl z pohledu teploty normální a z pohledu srážek také normální. Leden byl oproti normálu studenější o 2,83 °C a řadíme ho jako studený a srážkově byl suchý. Únor byl oproti lednu teplý a srážkově byl normální. Jaro 2017 bylo jako v předchozích letech ideální tedy chladné a vlhké. Březen byl mimořádně teplý a srážkově byl normální se srážkovým úhrnem 33,4 mm. Duben byl normální a srážkově vlhký. Květen byl teplý a srážkově velmi suchý s úhrnem srážek pouze 16,5 mm což odpovídá 25 % normálu. Červen a červenec byly teplotně silně teplé a srážkově vlhké měsíce.

Tabulka č. 2:

Povětrnostní charakteristika Výzkumná stanice Červený Újezd 2016/2017

	2016/2017		Normál	
Měsíc	Teplota [°C]	Srážky [mm]	Teplota [°C]	Srážky [mm]
Srpen	18,48	34,6	17,3	67,5
Září	17,64	23,7	13,4	33
Říjen	8,45	56,9	8,4	26,5
Listopad	2,68	23	3	29,9
Prosinec	0,67	16,5	-0,5	22,3
Leden	-5,13	13,8	-2,3	21,6
Únor	1,9	13,9	-0,8	21,4
Březen	7,19	33,4	2,9	26,3
Duben	7,75	51,3	7,6	34,9
Květen	14,7	16,5	2,9	67,2
Červen	18,69	85,8	16,2	63,5
Červenec	19,79	84,3	17,6	58,7

Tabulka č. 3:  
Teplotní charakteristika

Měsíc	2016/2017	Normál	Odchylka	Charakteristika
Srpen	18,48	17,3	1,18	Teplý
Zaří	17,64	13,4	4,24	Mimořádně teplý
Říjen	8,45	8,4	0,05	Normální
Listopad	2,68	3	-0,32	Normální
Prosinec	0,67	-0,5	1,17	Normální
Leden	-5,13	-2,3	-2,83	Studený
Únor	1,9	-0,8	2,7	Teplý
Březen	7,19	2,9	4,29	Mimořádně teplý
Duben	7,75	7,6	0,15	Normální
Květen	14,7	12,9	1,8	Teplý
Červen	18,69	16,2	2,49	Silně teplý
Červenec	19,79	17,6	2,19	Silně teplý
$\Sigma$	112,81	95,7		

Tabulka č. 4:  
Srážková charakteristika

Měsíc	2016/2017	Normál	Odchylka	Charakteristika
Srpen	34,6	67,5	51 %	Suchý
Zaří	23,7	33	72 %	Normální
Říjen	56,9	26,5	215 %	Silně vlhký
Listopad	23	29,9	77 %	Normální
Prosinec	16,5	22,3	74 %	Normální
Leden	13,8	21,6	64 %	Suchý
Únor	13,9	21,4	65 %	Normální
Březen	33,4	26,3	127 %	Normální
Duben	51,3	34,9	147 %	Vlhký
Květen	16,5	67,2	25 %	Silně suchý
Červen	85,8	63,5	135 %	Vlhký
Červenec	84,3	58,7	144 %	Vlhký
$\Sigma$	453,7	472,9		

#### 4.5 Odběry a měření

Za vegetace byly sledovány tyto znaky: počet rostlin na m<sup>2</sup>, počet větví na rostlině, výška rostlin, hmotnost kořenů a nadzemní části rostliny v čerstvém vysušeném stavu, délka kořene a lodyhy, průměr kořenového krčku. Po sklizni se hodnotil výnos, olejnatost a hmotnost tisíce semen.

Na jaře 12. 4. 2017 bylo provedeno počítání rostlin na m<sup>2</sup>, o týden později 19. 4. 2017 bylo odebráno 5 rostlin po sobě jdoucích v řádku, které byly následně omyty, změřen průměr

kořenového krčku, změřena délka kořene a lodyhy a zvážen kořen a nadzemní biomasa. Následovalo sušení do konstantní hmotnosti při 105 °C a opět zváženy kořeny a nadzemní část rostlin. V květnu byla změřena výšky 10 rostlin u každé varianty a spočítány větve na rostlinách.

Sklizeň proběhla 26. 7. 2017 maloparcelkovou sklízecí mlátička Wintersteiger. Po sklizni se vzorky zvážili a pomocí přepočtu se vypočítal výnos t/ha, část vzorku se odebrala pro stanovení olejnatosti a hmotnosti tisíce semen.

Obrázek č. 2: Odebrané a očištěné rostliny z jedné varianty



Obrázek č. 4: Kořeny a nadzemní biomasa připravené na sušení

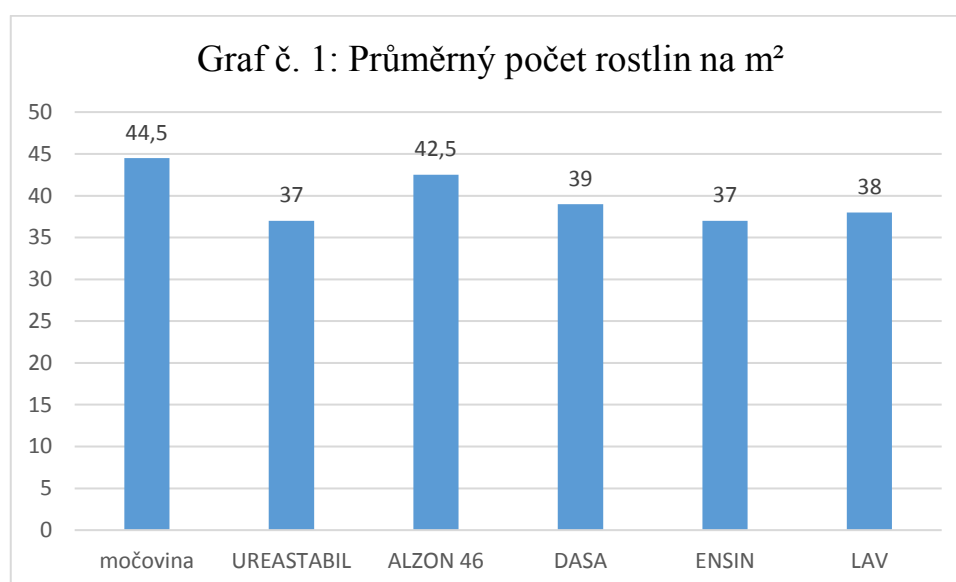




## 5 Výsledky

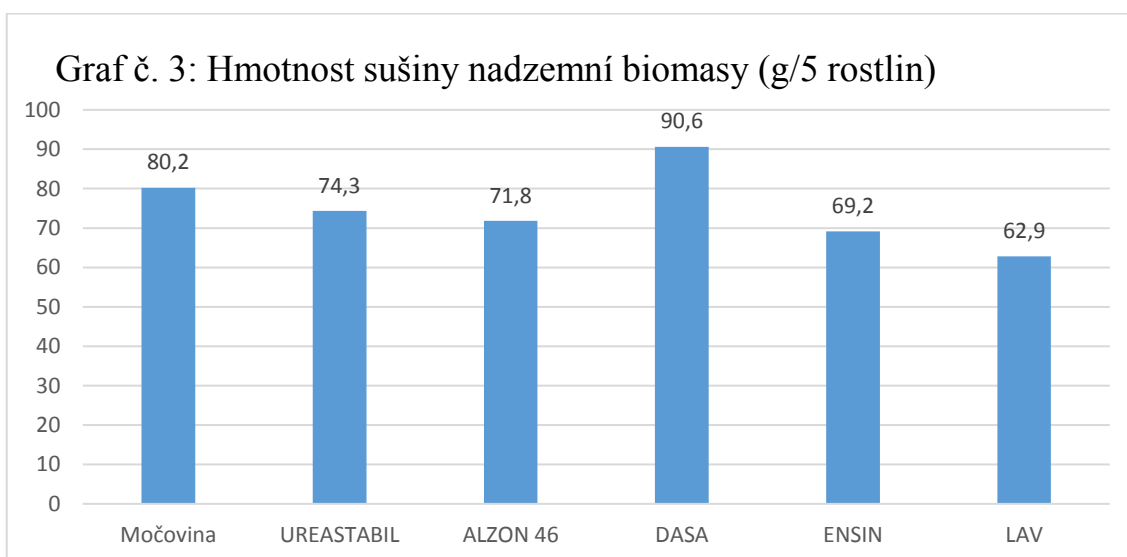
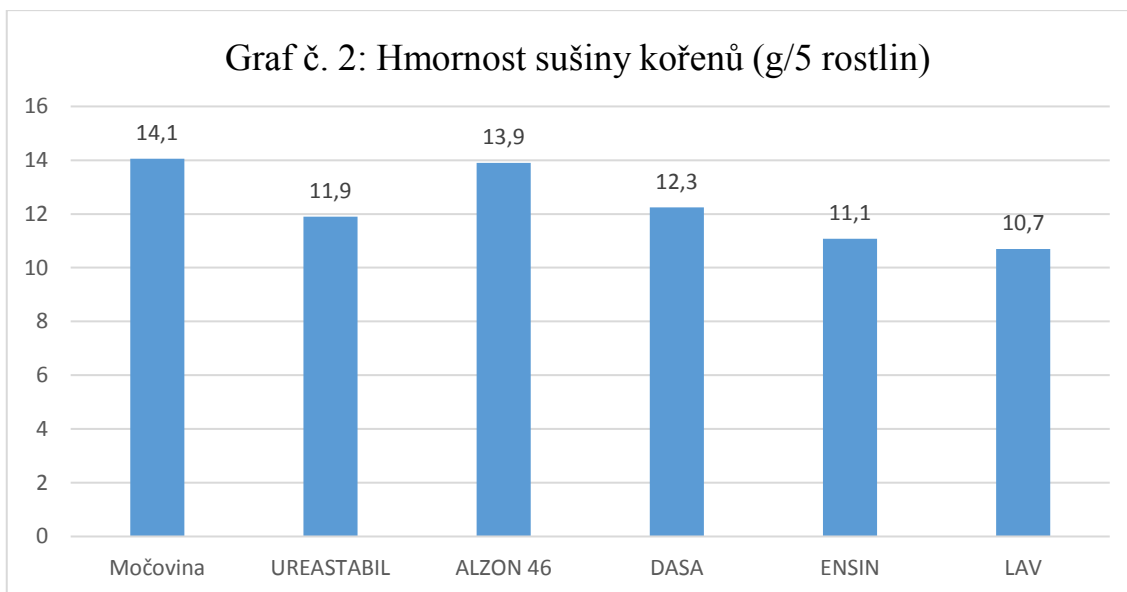
### 5.1 Počet rostlin na m<sup>2</sup>

Průměrný počet rostlin na m<sup>2</sup> se zjišťoval dne 12. 4. 2017 pomocí tzv. čtvrtmetrovky. Nejvíce rostlin bylo zaznamenáno u varianty č.1 hnojené močovinou a to v průměru 44,5 rostlin na m<sup>2</sup>. Na druhém místě s nejhustším porostem se umístila varianta č.2 na kterou byl aplikován ALZON 46 a nacházelo se zde 42,5 rostlin na m<sup>2</sup>. Na třetím místě se umístila varianta hnojená DASOU s celkovým počtem 39 rostlin na m<sup>2</sup>. Jako další se umístila varianta č.6 hnojená ledkem amonným s vápencem s 38 rostlinami na m<sup>2</sup> a s nejrředším porostem se nám umístili dvě varianty, který byly hnojené UREASTABIL a ENSIM s průměrným počtem 37 rostlin na m<sup>2</sup>.



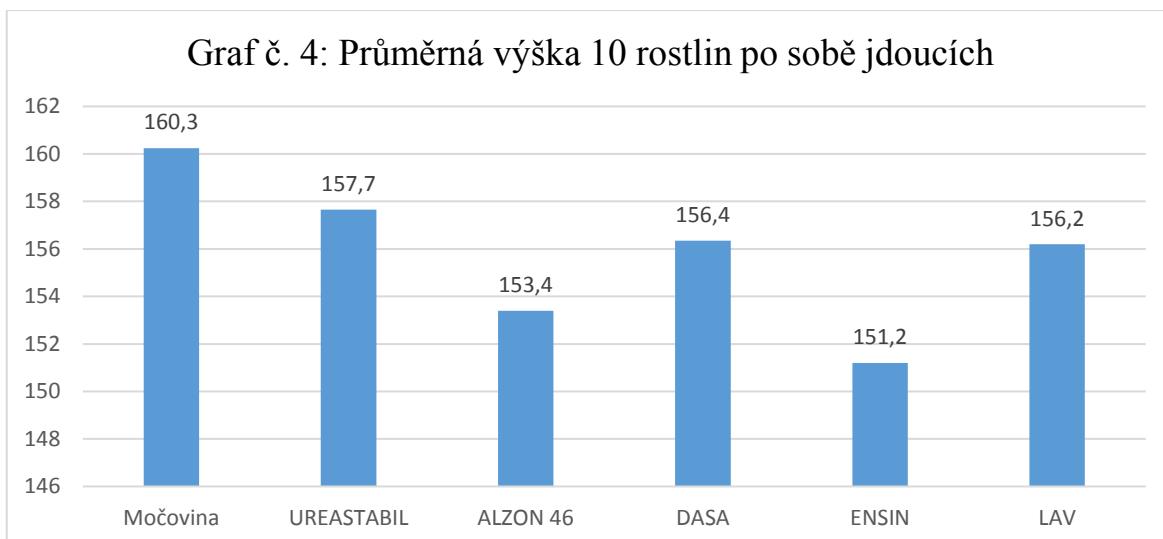
### 5.2 Hmotnost sušiny kořenů a nadzemní části

Z grafu č. 2 vyplývá, že při odběrech ze dne 19.4. 2017 byla zjištěna nejvyšší hmotnost kořenů u varianty hnojenou močovinou a následuje varianta hnojená ALZONEM 46. Naopak nejnižší navážené údaje byly a varianty hnojené LAV (kontrola). V grafu č.3 jsou znázorněny hmotnosti nadzemní biomasy. Největší hmotnost nadzemní částí byla zjištěna u varianty hnojené DASOU a následovala varianta č. 1 hnojená močovinou. Nejmenší hodnota byla zaznamenána opět u kontroly.

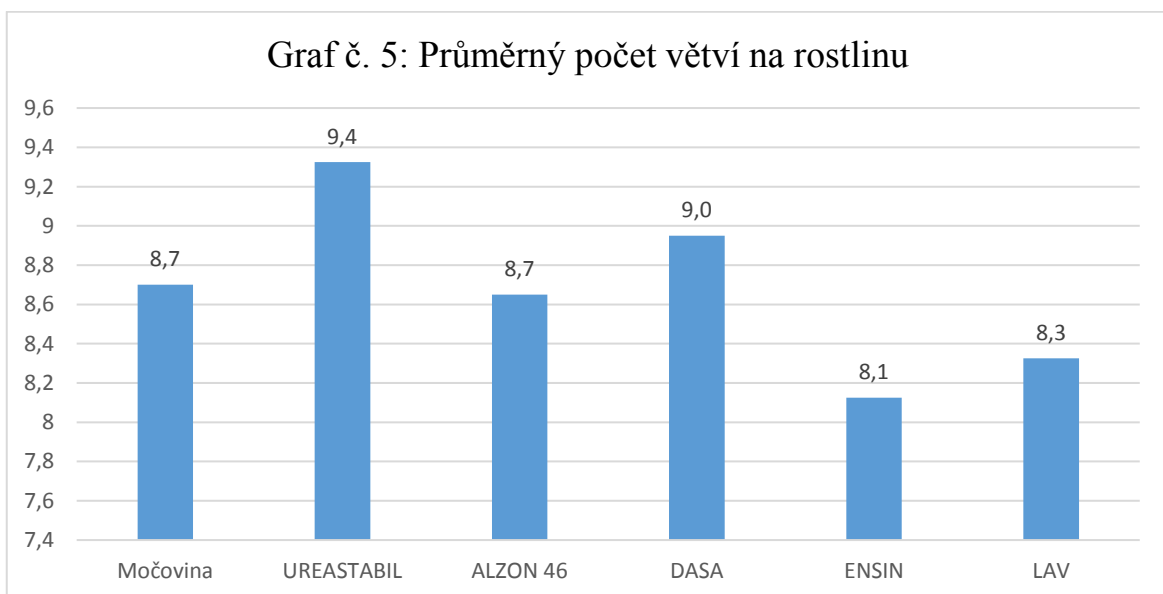


### 5.3 Výška rostlin a počet větví na rostlině

Výsledky měření ze dne 5. 6. 2017 jsou znázorněny v grafu č. 4. U každé varianty a u každého opakování byla změřena výšky 10 rostlin v řadě. Nejvyšší rostliny byly zjištěny na variantě hnojené močovinou, kde v průměru měřili 160,25 cm a následovala varianta hnojená UREASTABIL (157,7 cm). DASA se umístila na třetím místě (156,4 cm) a těsně za ní se umístila kontrola (LAV) s výškou rostlin 156,2 cm. Na pátém místě se umístil ALZON 46 s průměrnou výškou 153,4 cm a na šestém místě se umístila varianta hnojená ENSINEM s výškou rostlin 151,2 cm.



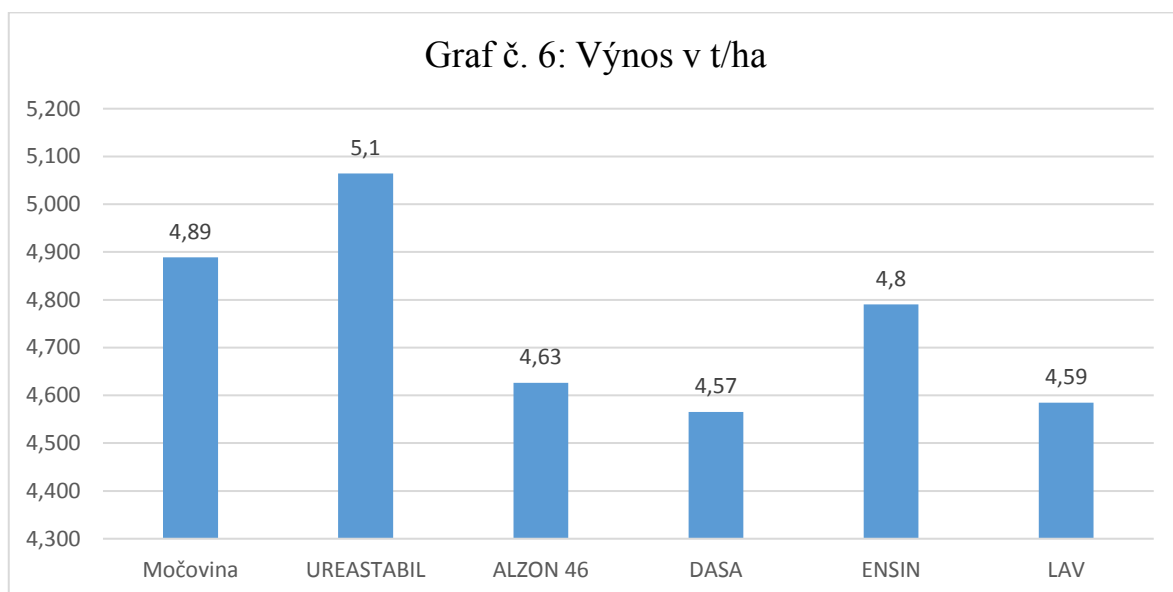
Dále byl spočítán počet větví s alespoň jednou šesulí. Varianta s největším počtem větví byla hnojená UREASTABIL a v průměru se na rostlině nacházelo 9,4 větví a následovala varianta č. 4 hnojená DASOU s průměrným počtem větví 9,0. Na třetím místě se nám umístily dvě hnojené močovinou a ALZONEM 46 s průměrným počtem větví 8,7. Na předposledním místě se umístila kontrola (8,3 větví na rostlině). Jako nejméně odvětvená varianta se umístila varianta hnojená ENSINEM s průměrným počtem 8,1 větví na rostlině.



## 5.4 Výnos

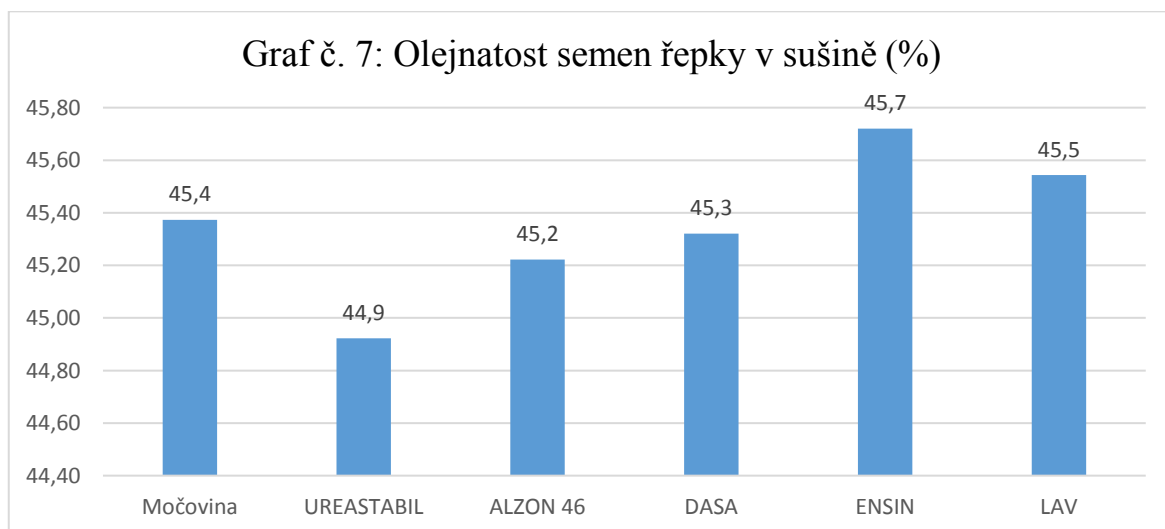
Nejvyšší výnos byl zaznamenán na variantě hnojené UREASTABIL 5,1 t/ha, druhá nejvýnosnější varianta bylo hnojená močovinou s výnosem 4,9 t/ha. Na třetím místě v pořadí se umístila varianta č. 6 hnojená ENSINEM s výnosem 4,8 t/ha a následovala varianta hnojená

ALZONEM 46, která dala výnos 4,63 t/ha. Na 5 místě se umístila kontrola hnojená LAVem s výnosem 4,59 t/ha a nejhůře z pohledu výnosu dopadla DASA s výnosem 4,57 t/ha.



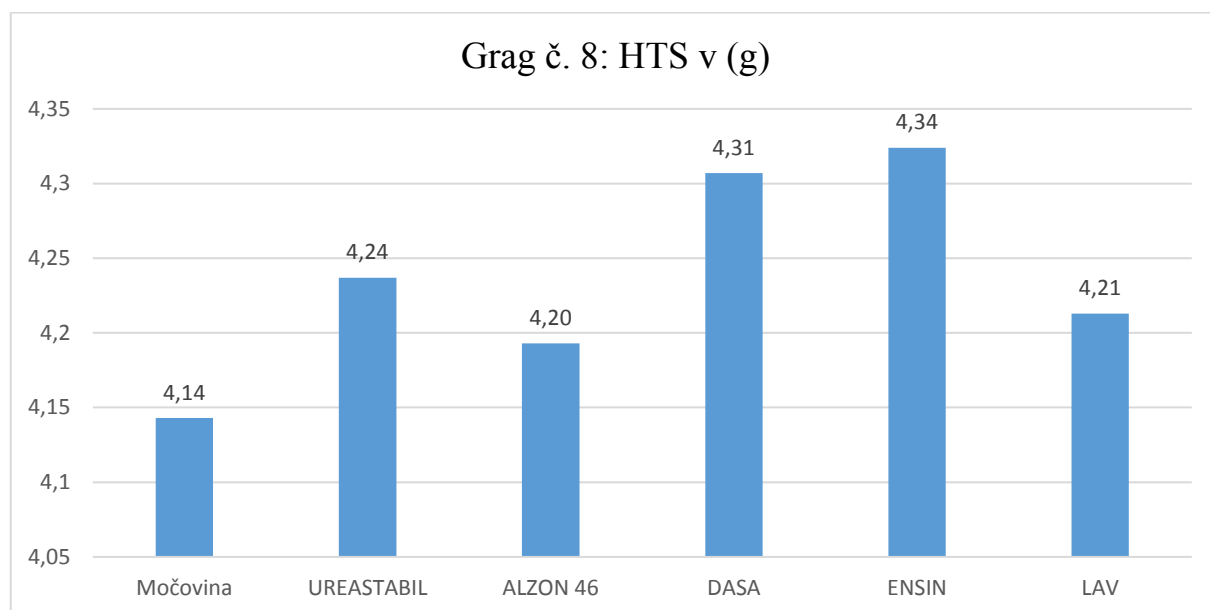
## 5.5 Olejnatost

Z grafu číslo 7 vyplívá, že nejvyšší olejnatost byla naměřena u varianty hnojené ENSINEM a to 45,7 %. Na druhém místě se umístila kontrola (45,5 %), kterou těsně následovala varianta hnojená močovinou s olejnatostí 45,4 %. Jako čtvrtá v pořadí se umístila varianta hnojená DASOU s olejnatostí 45,3 %, za kterou následovala varianta hnojená ALZONEM 46 s olejnatostí 45,2 %. Na šestém místě se umístila varianta na kterou bylo aplikováno hnojivo UREASTABIL s olejnatostí 44,9 %. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší olejnatostí činí pouze 0,8 %.



## 5.6 Hmotnost tisíce semen

V grafu č. 8 jsou vyhodnoceny výsledky hmotnosti tisíce semen. Pozitivní vliv na HTS mají hnojiva DASA a ENSIN, která ji zvyšovala. U ostatních hnojiv byla HTS nižší. Nejnižší HTS byla zjištěna u varianty hnojené močovinou a to pouze 4,14 gramů. Před ní se umístila varianta hnojená ALZONEM 46. Ve středu tabulky se umístili varianty hnojené UREASTABIL a LAVem.



## 5.7 Ekonomické zhodnocení

Pro ekonomické zhodnocení jsem použil variantu hnojenou ledkem amonným s vápencem jako kontrolu, u které jsem jako zisk použil 0 Kč. Nejvyšší ekonomické zhodnocení bylo u nejnvýnosnější varianty, která byla hnojena UREASTABIL a zisk byl 4 679 Kč. Na druhém místě se umístila varianta hnojená močovinou se ziskem 3 605 Kč. Jako třetí v zisku se umístil ALZON 46 se ziskem 238 Kč jako čtvrtý dopadl ENSIN se ziskem 177 Kč. Jako jediná varianta se do záporného zisku dostala varianta hnojená DASOU se ztrátou 806 Kč.

Tabulka č. 5: Cena hnojiv

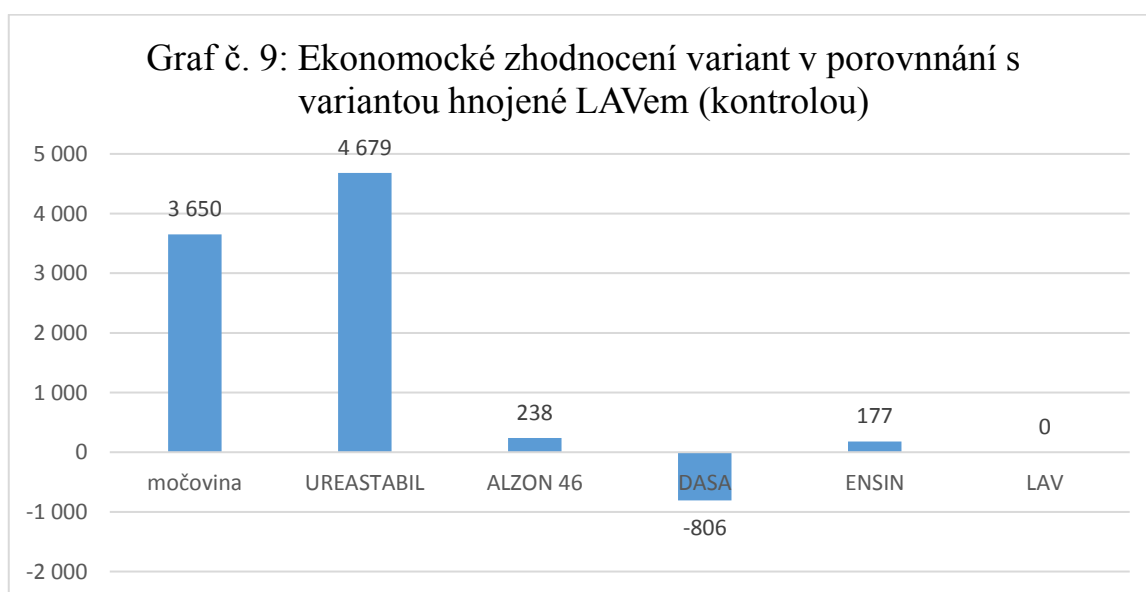
Hnojivo	Cena za tunu	Cena 1 kg/N
Močovina	6 900 Kč	15 Kč
UREASTABIL	8 200 Kč	17,8 Kč
ALZON 46	8 600 Kč	18,7 Kč
DASA	5 400 Kč	20,1 Kč
ENSIN	6 800 Kč	26,2 Kč
LAV	4 900 Kč	18,1 Kč

Zdroj: ZZN Polabí, a.s.

Tabulka č. 6: Ekonomické zhodnocení

Hnojivo	Výnos [t/ha]	Množství hnojiva [t/ha]	Náklady na hnojivo [Kč/ha]	Tržba celkem [Kč/ha]	Čistá tržba [Kč/ha]	Ekonomické zhodnocení [Kč/ha]
Močovina	4,889	0,48	3 312	47 423	44 111	3 605
UREASTABIL	5,064	0,48	3 936	49 121	45 185	4 679
Alzon 46	4,626	0,48	4 128	44 872	40 744	238
DASA	4,566	0,85	4 590	44 290	39 700	-806
ENSIN	4,790	0,85	5 780	46 463	40 683	177
LAV	4,585	0,81	3 969	44 475	40 506	0

Výkupní cena řepky 9 700Kč/t



## 6 Diskuze

Hnojení je most mezi generacemi. Je to úžasný proces, který se může jevit jako zranitelný pro jeho složitost, ale ve skutečnosti je pozoruhodný svou flexibilitou (Hardy, 2002). Dávka dusíku a jeho forma mají zásadní význam pro dosažení vysokých výnosů (Varga and Ducsay, 2010).

Řepka v pokusu byla vyseta 22. 8. 2016 a hnojení proběhlo ve čtyřech termínech. Pro rychlé nastartování růstu řepky proběhlo regenerační hnojení, které bylo rozděleno na dvě dílčí dávky (únor a březen byly teplé oproti normálu). Poté následovala druhá jarní dávka na podporu tvorby nadzemní biomasy a třetí dávka podporuje nasazení a udržení šešulí, toto schéma hnojení se shoduje například s tvrzením Musilové (2015). Na hnojení řepky ozimé neexistuje univerzální recept a záleží u něj na mnoha faktorech jako je např. hustota porostu, obsah minerálního dusíku půdě, průběh počasí (otevření jara, srážky) atd.

Watson et al., (1990) uvádějí, že dusíkatá výživa klasickou (nestabilizovanou) močovinou může být méně účinná (tj. rostliny dosahují nižších výnosů na jednotku dodaného N), než je tomu u stabilizovaných hnojiv. Toto tvrzení se nám potvrdilo u hnojiva UREASTABIL a zároveň vyvrátilo u ALZONU 46.

Růžek (2006) uvádí, že v našich půdně-klimatických podmínkách se dobře osvědčilo hnojivo na bázi močoviny s inhibitorem ureázy, který stabilizuje močovinu, zpomaluje její rozklad a omezuje ztráty dusíku po aplikaci. Toto tvrzení se nám potvrdilo i v pokusu, ve kterém hnojivo UREASTABIL dosáhlo nejlepšího výnosu.

Richter a Hlušek (1999) uvádějí, že také obsah oleje v olejnatých rostlinách je velmi ovlivněn sírou a hnojení sírou by mělo olejnatost zvyšovat. Z výsledku pokusu se toto potvrdilo u hnojiva ENSIN, ale DASA dopadla hůře než ledek amonný s vápencem.

Stabilizovaná hnojiva jsou o 1200 - 1400 Kč dražší než jejich nestabilizované formy, ale jejich výhodou je postupné uvolňování dusíku využitelného rostlinou a snížení ztrát (vyluhováním či ztráty do ovzduší) (Šimka a kol., 2012). Myslím si, že se zvyšujícím zájmem o ochranu životního prostředí mají hnojiva se stabilizovaným dusíkem potenciál se uplatnit v zemědělství, i když jsou jejich vlastnosti více či méně ovlivněny ročníkem.

## 7 Závěr

Na základě výsledků maloparcelkového pokusu na Výzkumné stanici Červený Újezd, který proběhl v letech 2016 – 2017, můžeme vyhodnotit vliv různých hnojiv na výnos semen ozimé řepky.

Jako nejlepší dopadla varianta hnojená UREASTABIL a přinesla zvýšení zisku o 4 679 Kč oproti kontrole hnojené LAVem. Na parcelkách hnojených močovinou a UREOSTABIL byly nejhustší porosty a rostliny zde byly nejvyšší. Jako jedinou neziskovou variantou se stala DASA s prodělkem 816 Kč. Varianty, na který bylo aplikováno dusíkaté hnojivo se sírou se pozitivně projevilo na vyšší HTS (DASA, ENSIN). Nejvyšší obsah oleje byl u varianty hnojené ENSINEM.

### **Stanovisko k hypotéze:**

**Hypotéza:** Dusíkatá hnojiva se stabilizátory dosahují lepších výnosových výsledků u řepky ozimé jako jejich nestabilizované formy.

Hypotéze byla z větší části potvrzena. UREASTABIL dopadla lépe než klasická močovina, ale naopak ALZON 46 se oproti močovině propadl. V porovnání DASA a ENSIN dopadl lépe ENSIN.

### **Doporučení pro praxi:**

Porosty řepky je vhodné hnojit stabilizovanou močovinou s inhibítorem ureázy (NBPT) UREASTABIL. Pokud chceme současně hnojit řepku i sírou je vhodné použít hnojivo ENSIN (DASA s inhibítorem nitrifikace dikyandiamid a 1,2,4 triazol).



## 8 Zdroje

- Agrofert Holding, a. s. (2013): Hnojiva s řízeným uvolňováním živin. Agronom, Profi Press, 9, 30 s.
- Agrofert Holding, a.s. (2014). Příbalový léták : ALZON neo-N
- Albert, B., Le Caherec, F., Leport, L., Bouchereau, A., 2011. Nitrogen metabolism fingerprinting of oilseed rape leaves under nitrogen and/or water limiting conditions. 75-75. In: Abstract Book 13<sup>th</sup> International Rapeseed Congress. SPZO s.r.o. Prague. P. 602 ISBN: 978-87065-32-7
- AGRA GRUOP, a.s., 2004? UreaStabil [online]. [cit. 2018-01-05]. Dostupné z <[http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa\\_25807.pdf?id=25807](http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_25807.pdf?id=25807)>.
- Baier, J., Baierová, V., 1985. Abeceda výživy rostlin a hnojení. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 360s.
- Baranyk, P., 2017. Stanovisko k odrůdové skladbě pro rok 2017/18. SPZO. ISBN: 978-80-87065-72-3
- Baranyk, P., Balík, J., Hájková, M., Havel, J., Kazda, J., Lošák, T., Málek, B., Markytán, P., Plachá, E., Richter, R., Soukup, J., Stražil, Z., Šaroun, J., Škeřík, J., Šmirous, P., Štranc, P., Volf, M., Vrbovský, V., Zehnálek, P., Zelený, V., 2010. Olejniný. ProfiPress, s.r.o., Praha. 205s. ISBN: 978-80-86726-38-0
- Baranyk, P., Bittner, V., Čerovská, M., Fábry, A., Hřivna, L., Kazda, J., Kroutil, P., Kuchtová, P., Markytán, P., Matula, J., Nerad, D., Pavela, R., Plachká, E., Pospíšil, J., Richter, R., Rožnovský, J., řiha, K., Soukup, J., Sypták, K., Šaroun, J., Šivic, L., Škeřík, J., Volf, M., 2005. Řepka olejka v českém zemědělství. Svat pěstitelů a zpracovatelů olejnin. 161s. ISBN: 80-903464-3-X
- Baranyk, P., Fábry, A., Balík, J., Dostálová, J., Humpál, J., Kazda, J., Koprna, R., Kuchtová, P., Markytán, P., Nerad, D., Soukup, J., Šaroun, J., Škeřík, J., Volf, M., 2007. Řepka: pěstování, využití, ekonomika. ProfiPress, s.r.o., Praha. 208s. ISBN: 978-80-86726-26-7
- Baux, A., Jullien, A., Allirand, J., Ney, B., Pellet, D., 2011. Effects og nitrogen nutrition on oilseed rape fatty acid camposition. 67-67. In: Abstract Book 13<sup>th</sup> International Rapeseed Congress. SPZO s.r.o. Prague. P. 602. ISBN: 978-87065-32-7
- Bečka, D., Šimka, J., Cihlár, P., Prokinová, E., Mikšík, V., Vašák, J., Zukalová, H., 2013. Řepka ozimá – inovace pěstitelské technologie. Katedra rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU. ISBN: 978-80-213-2382-7

- Bečka, D., Vašák, J., Zukalová, H., Mikšík, V., 2007. Řepka ozimá: Pěstitelský rádce. Kurent, s.r.o., Praha. 58s. ISBN: 978-80-87111-05-5
- Benda, V., Doležalová, H., Dušička, P., Hanslian, D., Jevič, P., Matuška, T., Myslík, V., Pastorek, Z., Stupavský, V., Šejvl, R., Šrefl, J., Šulek, P., 2012. Obnovitelné zdroje energie. ProfiPress, s.r.o., Praha. 208s. ISBN: 978-80-86726-48-9
- Bičík, I., Budňáková, M., Čermák, P., Čtyrtek, J., Dreslerová, D., Fiala, P., Hauptman, I., Janderková, J., Jech, K., Kender, J., Kopp, J., Kubík, L., Kukal, Z., Matějů, L., Němec, J., Novák, P., Pošmourný, K., Penížek, V., Petruš, K., Sáňka, M., Sedláček, J., Šefrna, L., Vácha, R., Vašků, Z., Zimová, M., 2009. Půda v České republice. Consult. Praha. 255s. ISBN: 80-903482-4-6
- Brát, J., Baranyk, P., 2017. Mýty a fakta o pěstování a zpracování řepky olejky v ČR. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Praha. 33s. ISBN: 978-80-87065-74-7
- Cihlář, P., 2007. Výzkumná stanice Červený Újezd [online] [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <<https://www.af.czu.cz/cs/r-6779-katedry-a-soucasti/r-8736-ostatni-pracoviste/r-8759-vyzkumna-stanice-cerven-y-ujezd>>.
- Černý, J., Vaněk, V., Kozlovský, O., 2011. Hnojení dusíkem: specifika a aplikace. Zemědělec. 28. 14-16.
- ČSÚ, Osevní plochy [online] [cit. 2018-02-03]. Dostupné z: <<https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/index.jsf?page=statistiky#katalog=30840>>.
- Fábry, A., Bartoška, J., Bechyně, M., Janovec, J., Kadlec, T., Kosek, Z., Kováčik, A., Kohout, V., Kutina, J., Novák, J., Maléř, J., Pawlica, R., Schreier, J., Souček, J., Sýkora, L., Šedivý, J., Škaloud, V., Táborský, V., Vašák, J., Vincenc, J., Voškeruša, J., Zbuzek, B., Zukalová, H., 1992. Olejnin. Ministerstvo zemědělství ČR. České Budějovice. 419s. ISBN: 80-7084-043-9
- Fábry, A., Bechyně, M., Blažek, F., Derco, M., Hannich, K., Korda, J., Kováčik, A., Kratochvíl, V., Kurzová, E., Kutina, J., Liška, O., Martinek, V., Schreier, J., Voškeruša, J., Zakopal, J., Zukalová, H., 1975. Řepka, hořčice, mák a slunečnice. SZN. Praha. 358s.
- Farman, C., D., Henman, A., P., Warry, P., J., 1989. Oilseed rape manual. Arable Unit. Stoneleigh. 133s.
- Florentín, M., A., Penalva, M., Calegari, A., Derpsch, R., 2011. Green manure/cover crops and crop rotation in Conservation Agriculture on small farms. FAO. Roma. 97s. ISBN: 978-92-5-106856-4
- Glosner, J., Havel, L., Krekule, J., Macháčková, I., Nátr, L., Prášil, I., Procházková, S., Sladký, Z., Šantrůček, J., Šebánek, J., Tesařová, M., Vyskot, B., 1998. Fyziologie rostlin. ACADEMIA, Praha. 484s. ISBN: 80-200-0586-2

- Hardy, M., D., 2002. Fertilization. ACADEMIA PRESS. Orlando. 419s. ISBN: 0-12-311629-5
- Hřivna, L., Kazda, J., Sypták, K., Vašák, J., Volf, M., Žák, M., Intenzita v pěstování řepky ozimé?. 114s.
- Chloupek, O., 2008. Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Academia. Praha. 307s. ISBN: 978-80-200-1566-2
- Kazda, J., Mikulka, J., Soukup, J., Šaroun, J., Vaculík, A., Vašák, J., Volf, M., 2009. Jak dále v pěstování řepky ozimé. DAS, Praha. 57s.
- Klír, J., Kozlovská, L., 2012. Hnojení podle nitratové směrnici. Agromanuál. 11-12. 48-50.
- Kuchtová, P., Matula, J., Mikšík, V., Nerad, D., Novák, J., Nozdrovický, L., Pawlica, R., Prášil, I., Prokinová, E., Suškevič, M., Šedový, J., Tuček, P., Vincenc, J., Zehnálek, P., Zupalová, H., 2000. Řepka. Agrospoj. Praha. 321s.
- Lee, A., Shah, Y., T., 2013. Biofuels and bioenergy. CRC Press. Boca Raton 323s. ISBN: 978-1-4200-8955-4
- LIU, X., ZHAO, Z., JU, X., ZHANG, F. 2001, Effect of N application as basal fertilizer on grain eat of winter eat, fertilizer N recovery and N balance. Acta Ecologica Sinica. 22 (7). 1122 – 1128
- Malat'ák, J., Vaculík, P., 2008. Biomasa pro výrobu energie. Powerprint, s.r.o. Praha. 206s. ISBN: 978-80-213-1810-6
- Musilová, L., 2015. Aby řepka přinesla užitek. Úroda. 6.
- Norton, J., M., 2008. Nitrogen in Agricultural Soil. Agronomy monograph. 49. 173-200. In: Schepers, J., S., Raun, W., R., 2008. Nitrogen in Agricultural Systems. American Society of Agronomy. 967. ISBN: 978- 0-89118-164-4
- Novák, J., Skalický, M., 2012. Botanika. Powerprint Praha. 336s. ISBN:978-80-87415-53-5
- Rathke, G., W., Behrens, T., Diepenbrock, W., 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agriculture, Ecosystems & Environment 117. 80-108
- Richter, R., Hlušek, J., 1996. Průmyslová hnojiva, jejich vlastnosti a použití. Institut výchovy a vzdělání MZe ČR. Praha. 50s. ISBN: 80-7105-121-7
- Richter, R., Hlušek, J., 1999. Výživa a hnojení rostlin – I. Obecná část. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. 177s. ISBN: 80-7157-138-5
- Richter, R., Hlušek, J., 2006. Využití dusíku rostlinami z aplikovaných hnojiv. 5-13s. In: Sborník příspěvků z konference: Nové trendy v používání dusíkatých hnojiv. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 47s. ISBN: 80-86555-96-8

- Sieling, K., Sauermann, W., Kage, H., 2011. Optimizing N fertilization of winter oilseed rape. 77-77. In: Abstract Book 13<sup>th</sup> International Rapeseed Congress. SPZO s.r.o. Prague. P. 602. ISBN: 978-87065-32-7
- Svatoň, F., Vilinský, T., (eds.) 1988. Systém výroby řepky. AGRODAT. Nové Město nad Cidlinou. 215s.
- Šarapatka, B., Abrahamová, M., Čížková, S., Dotlačil, L., Hluchý, M., Křen, J., Kuras, T., Laštůvka, Z., Lososová, Z., Pokorný, E., Pokorný, J., Pokorný, R., Salašová, A., Tkadlec, E., Tuf, I., H., Vácha, M., Zeidler, M., Žalud, Z., 2010. Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření. Bioinstitut, o.p.s., Olomouc. 440s. ISBN: 978-80-87371-10-7
- Šimka, J., Bečka, D., Růžek, L., Vašák, J., Cihlář, P., 2012. Využití stabilizovaných močovín ve výživě řepky ozimé – 3-leté pokusy. 43-48s. In: Prosperující olejniný 2012. ČZU. Praha. 179s. ISBN: 978-80-213-2335-3
- Šroler, J., a kol. 1997. Speciální fytotechnika – rostlinná výroba. EKOPRESS, s.r.o., Praha. 205s. ISBN:80-86119-04-1
- Townsend, C., R., Begon, M., Harper, J., L., 2010. Základy ekologie. Univerzita Palackého Olomouc 505s. ISBN: 978-80-244-2478-1
- Vaněk, V., Balík, J., Černý, J., Pavlík, M., Pavlíková, D., Tlustoš, P., Valtera, J., 2012. Výživa zahradních rostlin. ACADEMIA, Praha. 570s. ISBN:978-80-200-2147-2
- Vaněk, V., Balík, J., Němeček, R., Pavlíková, D., Tlustoš, P., 1998. Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny. Farmář- zemědělské listy. Praha. 124s. ISBN: 80-902413-1-X
- Vaněk, V., Balík, J., Pavlík, M., Pavlíková, D., Tlustoš, P., 2016. Výživa a hnojení polních plodin. ProfiPress s.r.o., Praha. 220s. ISBN: 978-80-86726-79-3
- Varga, P., Ducsay, L., 2010. Nitrogen nutrition of oilseed rape. Department of Agrochemistry and Plant Nutrition, Nitra
- Vašák, J., Baranyk, P., Bartoška, J., Bečka, D., Bechyně, M., Filípek, I., Kamler, F., Watson, C. J., Stevens, R. J., Garrett, M. K., McMuray, C. H., 1990. Efficiency and future potential of urea for temperate grassland. Fertiliser Research. Vol 26, p. 341 – 357
- Wozniak, H., Michael, H. J., Fuchs, M., 1999. Nitrification inhibitors for economically efficient and environmentally friendly nitrogen fertilization. Agricultural conference on managing Plant nutrition, 9s.
- Zubal, P., Balík, J., Baranyk, P., Kohout, V., Maďar, L., Matula, J., Palacka, Š., Popovec, M., Štaud, J., Vašák, J., Vlkovičová, E., Zúkalová, H., 1998. Pestovanie olejnin. Výskumný ústav rastlinnej výroby. Piešťany. 72s. ISBN: 80-88720-02-8