

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Proměnlivost složení mastných kyselin v oleji řepky ozimé**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Martina Volková**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Baranyk, CSc.**

© 2013 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Proměnlivost složení mastných kyselin v oleji řepky ozimé" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8. 4. 2013

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Petrovi Baranykovi, CSc., za odborné vedení a cenné rady, které mi poskytl při zpracování této bakalářské práce.

Dále bych ráda poděkovala paní RNDr. Radvaně Šulové, Ph.D., a panu Ing. Petrovi Zehnálkovi za dodané podklady k vypracování bakalářské práce.

# Proměnlivost složení mastných kyselin v oleji řepky ozimé

---

## Variability of fatty acid composition in winter oilseed rape oil

### Souhrn

Teoretická část této práce popisuje oleje a tuky jako základní složky výživy člověka. Dále se práce zabývá specifickou skladbou mastných kyselin, které jsou základními složkami tuků a olejů a jejich vlastnostmi.

Práce se následně specializuje na řepku olejku (*Brassica napus var. napus*) jako na plodinu vhodnou k produkci kvalitního rostlinného oleje. Popisuje její vznik, biologickou charakteristiku, význam a pěstování. Cílem této práce bylo zkoumat proměnlivost složení mastných kyselin v oleji řepky ozimé a doporučit odrůdy řepky, jejichž olej je zvláště vhodný pro lidskou výživu.

Z výsledků, které ukazovali procentuální zastoupení obsahu jednotlivých mastných kyselin v 28 zkoumaných odrůdách, byla vyhodnocena vhodnost odrůd pro potravinářský průmysl. Největší důraz byl kladen na vysoký obsah mastné kyseliny linolové a linolenové, které jsou pro člověka důležité z pohledu jejich esenciální povahy. Při porovnání odrůd byly díky indexu „I“, který byl vyhodnocován pomocí obsahu mastných kyselin linolové a linolenové, odvozeny odrůdy s nejlepším složením mastných kyselin z pohledu lidské výživy. V závěru této práce byly doporučeny nejvhodnější odrůdy z pohledu jejich složení mastných kyselin.

**Klíčová slova:** řepka olejka, mastné kyseliny, odrůdy, kvalita oleje

## **Summary**

The theoretical part of this thesis describes the oils and fats as a basic components of human nutrition. The work is then focused on the specific composition of fatty acids, which are essential components of fats and oils and their properties.

Work is specialized in oilseed rape (*Brassica napus* var. *napus*) as a crop suitable for the production of quality vegetable oil. It describes its origins, biological characteristics, importance and cultivation.

The aim of this study was to investigate the variability of the composition of fatty acids in the oil of winter oilseed rape varieties and recommend oilseed rape, whose oil is particularly suitable for human consumption. The results that showed the percentage content of each fatty acids in 28 studied varieties was evaluated suitability of varieties for the food industry. The biggest emphasis was put on the high content of linoleic and linolenic acids, which are important for humans in terms of their essential nature. When comparing varieties were due to index "I", which was evaluated using fatty linoleic and linolenic acids derived varieties with the best fatty acid composition in terms of human nutrition. In conclusion of this work were recommended best varieties from the perspective of fatty acid composition.

**Keywords:** oilseed rape, fatty acids, varieties, oil quality

## Obsah

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Úvod .....   | 8  |
| 2     | Cíl práce.....                                     | 9  |
| 3     | Literární rešerše .....                            | 10 |
| 3.1   | Charakteristika tuků a olejů .....                 | 10 |
| 3.2   | Mastné kyseliny .....                              | 11 |
| 3.2.1 | Nasyčené mastné kyseliny .....                     | 12 |
| 3.2.2 | Nenasycené mastné kyseliny .....                   | 12 |
| 3.3   | Význam tuků a olejů v dietě člověka .....          | 14 |
| 3.4   | Rostlinné oleje.....                               | 17 |
| 3.4.1 | Řepkový olej .....                                 | 17 |
| 3.4.2 | Slunečnicový olej.....                             | 19 |
| 3.4.3 | Olivový olej .....                                 | 19 |
| 3.5   | Olejniny.....                                      | 20 |
| 3.6   | Řepka olejka.....                                  | 21 |
| 3.6.1 | Historie řepky .....                               | 21 |
| 3.6.2 | Biologická charakteristika .....                   | 22 |
| 3.6.3 | Požadavky řepky ozimé na její pěstování.....       | 23 |
| 3.6.4 | Tvorba výnosu .....                                | 23 |
| 3.6.5 | Olejnatost .....                                   | 25 |
| 3.6.6 | Využití řepky .....                                | 25 |
| 4     | Metodika.....                                      | 28 |
| 4.1   | Zkušební stanice Hradec nad Svitavou .....         | 28 |
| 4.1.1 | Charakteristika pokusného místa .....              | 28 |
| 4.1.2 | Rozměry pokusu .....                               | 28 |
| 4.1.3 | Příprava pokusného pozemku.....                    | 28 |
| 4.1.4 | Založení pokusu a následné zásahy za vegetace..... | 29 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1.5 | Sklizeň .....  | 30 |
| 4.2   | Stanovení obsahu mastných kyselin v oleji řepky ozimé metodou GC ..... | 30 |
| 4.2.1 | Účel a rozsah.....   | 30 |
| 4.2.2 | Princip.....   | 30 |
| 4.2.3 | Přístroje a pomůcky .....  | 31 |
| 4.2.4 | Postup.....  | 31 |
| 4.2.5 | Výpočet a vyjádření výsledků.....                                      | 32 |
| 5     | Výsledky.....  | 34 |
| 5.1   | Průběh počasí a jeho vliv na stav porostu .....                        | 34 |
| 5.2   | Složení mastných kyselin v oleji řepky ozimé.....                      | 35 |
| 5.3   | Proměnlivost mastných kyselin u jednotlivých odrůd .....               | 36 |
| 5.4   | Výsledky nutričních hodnot .....                                       | 41 |
| 6     | Diskuse .....  | 44 |
| 7     | Závěr.....   | 48 |
| 8     | Literatura .....   | 50 |

# 1 Úvod

V České republice je v dnešní době řepka olejná (*Brassica napus var. napus*) velice často pěstovanou olejinou. Je zde dokonce druhou nejrozšířenější plodinou hned po obilovinách. Od roku 1990 se její plochy až zčtyřnásobily a dnes se pěstuje na rozloze o čtyři sta tisících hektarech. Touto plochou zaujímá 16 % v celkové výměře osevních ploch a je předpokládán další nárůst ploch. Nárůst těchto ploch zapříčinila vysoká výkupní cena této komodity společně se zvýšeným zájmem o produkty z této plodiny.

Řepka má velice široké uplatnění díky svým olejnatým semenům. Nejširší uplatnění nachází v potravinářském průmyslu, kde vznikají jedlé tuky a oleje. V dnešní době zaujímá řepkový olej značný podíl na trhu, díky svým vynikajícím nutričním vlastnostem. Tento olej obsahuje velice nízké množství škodlivých nasycených mastných kyselin a zároveň obsahuje vysoké množství esenciálních mastných kyselin. Tyto kyseliny se vyznačují tím, že si je člověk neumí vyrobit sám, ale musí je přijímat ve formě stravy. Řepkový olej se však nevyznačuje jen svým kvalitním složením, ale i svým všestranným využitím jak ve studené tak i v teplé kuchyni. Zde odolává vyšším teplotám při jednorázovém smažení a nedochází k jeho rychlé zkáze. Řepkový olej je dále využíván pro výrobu technických olejů, jako jsou: laky, fermeže, vazelíny, maziva atd. Po získání oleje zůstanou extrahované šroty či pokrutiny, které nachází své využití v krmivářství. Jsou velice cenou složkou krmiv pro hospodářská zvířata jako významný zdroj bílkovin.

Výnosy semene řepky olejně se pohybují průměrně okolo 3 tun z hektaru. Připočteme-li, že řepka obsahuje okolo 45 % oleje v semenech, vyjde nám nenahraditelná plodina ve svém odvětví.

V dnešní době je téma rostlinných tuků velice diskutované, což mě přimělo k sepsání této bakalářské práce. Chtěla jsem zde do této problematiky proniknout, potvrdit teorie zdravých rostlinných olejů a tuků a zanalyzovat mastné kyseliny a jejich účinky na zdraví člověka.



## **2 Cíl práce**

Cílem mé bakalářské práce bylo analyzovat složení mastných kyselin v oleji dvaceti osmi odrůd řepky ozimé, vybraných ze Seznamu doporučených odrůd 2012. Dále zjistit variabilitu obsahu těchto mastných kyselin a v závěru doporučit odrůdy řepky, jejichž olej je zvláště vhodný pro lidskou výživu.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Charakteristika tuků a olejů

Tuky neboli lipidy, jsou organické látky, které jsou ve vodě nerozpustné. Jejich chemická struktura je sice velice heterogenní, základem jsou však estery vyšších mastných kyselin a alkoholu glycerolu. Pokud je na molekulu glyceridu navázána pouze jedna mastná kyselina, pak o jejich esterech hovoříme jako o 1 – monoacylglycerolech nebo 2 – monoacylglycerolech. Zastarale nazývané monoglyceridy. V případě dvou navázaných mastných kyselin hovoříme o 1,2 – diacylglycerolu nebo 1,3 – diacylglycerolu zastarale diglyceridy. Tyto dvě skupiny nazýváme parciální estery glycerolu. Ze tří mastných kyselin navázaných na molekulu glycerolu vzniknou triacylglyceroly, které se v přírodě vyskytují nejčastěji. Tato skupina se dříve nazývala jako triglyceridy (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Pánek a kol. (2002) uvádějí rozdíly mezi oleji a tuky. S rostoucím počtem nenasyčených mastných kyselin klesá bod tání. Což znamená, že podle skupenství rozpoznáváme: oleje, které jsou díky svému vysokému obsahu nenasyčených mastných kyselin za normální teploty kapalné, a tuky které jsou naopak tuhé za normální teploty, kvůli vysokému obsahu nasycených mastných kyselin. Z toho vyplývá, že rostlinné jsou většinou oleje a živočišné tuky.

Tuky jsou společně s bílkovinami a sacharidy základní složkou ve výživě člověka. Mají až dvojnásobnou energetickou hodnotu oproti ostatním živinám jako jsou právě bílkoviny a sacharidy a to (cca 38 KJ, tj. 9 kcal.g<sup>-1</sup>). Díky této hodnotě jsou dodávány do vysokoenergetických diet pro zmenšení objemu stravy (Dostálová, 1991). Člověk si tak může uložit ve formě tuku v co nejmenším obsahu co největší množství energie. Tuková zásoba člověku poskytne tepelnou izolaci jak orgánů, tak i celého těla, avšak při větší konzumaci potravin bohatých na tuky se může u člověka objevit obezita či problémy spojené s hladinou cholesterolu v krvi (Vojtaššáková a kol., 2000).

Mezi významné látky, které doprovázejí lipidy, patří fosfolipidy a steroly. Fosfolipidy mají navázanou kyselinou fosforečnou na glycerol místo jedné ze tří mastných kyselin. Pro organismus jsou velice důležité tím, že umožňují propustnost buněčného povrchu v buněčných membránách (Dostálová, 1991). Zatímco fosfolipidy jsou pro lidský organismus příznivé, mnohé steroly mohou působit opačně. Mluvíme o cholesterolu, významném sterolu,

který se vyskytuje pouze v potravinách živočišného původu (živočišný tuk, maso, mléko, vejce). Tento sterol nezbytně potřebujeme pro výstavbu tělních buněk v organismu, dále je součástí biomembrán a lipoproteinů, nejvíce v nervových tkáních. Cholesterol můžeme přijímat v potravě, ale většinu si ho tělo syntetizuje v játrech samo. Vyším příjmem nasycených tuků zvyšujeme hladinu cholesterolu v krvi, a zároveň se sníží vlastní syntéza cholesterolu v těle. Vysoké hladiny cholesterolu v krvi zvyšují rozvoj aterosklerózy neboli kornatění a zužování tepen, náchylnost k onemocnění srdce či infarktu. Nasycené mastné kyseliny (živočišného původu) jeho hladinu v krvi zvyšují, zato vyšší příjem nenasycených mastných kyselin má příznivý vliv na hladinu cholesterolu v krvi. V rostlinných tucích se cholesterol skoro vůbec nevyskytuje. Zde se nacházejí fytosteroly. Předpokládá se, že tyto rostlinné steroly dokáží snižovat cholesterol v krvi (Vojtaššáková a kol., 2000).

Mezi další složky tuků, které jsou pro člověka nepostradatelné, můžeme zařadit i vitamíny. Do této skupiny řadíme pouze ty vitamíny, které jsou rozpustné v tucích. Bavíme se o vitamínech A, D, E a K. Tyto vitamíny mají mnoho různých funkcí. Například vitamín A nazývaný také jako retinol se projevuje v biochemických reakcích zrakového vnímání. Provitamín A dává také vznik  $\beta$  karotenu, který se v těle projevuje jako antioxidant (Velíšek a Hajšlová, 2009).

### **3.2 Mastné kyseliny**

Mastné kyseliny jsou základními složkami všech lipidů. Charakterizujeme je jako řetězce propojených uhlovodíkových atomů s methylovou skupinou ( $\text{CH}_3$ ) na jednom konci a na konci druhém s navázanou karboxylovou skupinou ( $\text{COOH}$ ). Mastné kyseliny se od sebe odlišují v mnoha bodech. V délce uhlovodíkového řetězce, kde se počet uhlíků pohybuje od čtyř do třiceti osmi. Dále v počtu dvojných vazeb, jejich poloze a konfiguraci (cis/trans). Pokud má každý uhlík na sobě navázané dva vodíky (na koncovém uhlíku vodíky tři) mluvíme o nasycených mastných kyselinách. Pokud však uhlovodíkový řetězec obsahuje jednu či více dvojných vazeb, což znamená, že na některých atomech uhlíku je navázaný pouze jeden atom vodíku, hovoříme o nenasycených mastných kyselinách. Počet a vzájemný poměr nasycených a nenasycených mastných kyselin určuje fyzikální vlastnosti tuků a také jejich kvalitu (Vojtaššáková a kol., 2000).

Mastné kyseliny jsou označovány několika způsoby:

1. Systematickým názvem – např.: kyselina butanová, kyselina hexadekanová, kyselina oktadecenová
2. Triviálním názvem – např.: kyselina máselná, kyselina palmitová, kyselina olejová, kyselina linolenová
3. Schematickým vzorcem –  $C_x : p n-y$  (kde  $x$  označuje počet uhlíků v řetězci,  $p$  označuje množství dvojných vazeb a  $y$  označuje polohu dvojně vazby, což znamená, na kterém uhlíkovém atomu od methylového konce se dvojná vazba nachází)  
– např.:  $C_{18} : 2 n-6$  (Velíšek a Hajšlová, 2009).

### 3.2.1 Nasycené mastné kyseliny

Nasycené mastné kyseliny mají tedy plný počet uhlovodíkových atomů. Tyto mastné kyseliny obsažené v tucích mají většinou sudý počet atomů uhlíku a jejich uhlíkový řetězec je nerozvětvený. Nejvýznamnější z těchto kyselin jsou kyselina laurová, myristová, palmitová a stearová. Tyto i další nasycené mastné kyseliny jsou podrobněji popsány v tabulce číslo 1. Nasycené mastné kyseliny se vyskytují převážně v živočišných tkáních a produktech z nich zpracovaných a v tucích získaných z palmových semen (Dostálová, 1991).

**Tabulka 1: Významné nasycené mastné kyseliny**

| Systematický název | Počet atomů uhlíku | Triviální název |
|--------------------|--------------------|-----------------|
| Butanová           | 4                  | Máselná         |
| Hexanová           | 6                  | Kapronová       |
| Oktanová           | 8                  | Kaprylová       |
| Dekanová           | 10                 | Kaprinová       |
| Dodekanová         | 12                 | Laurová         |
| Tetradekanová      | 14                 | Myristová       |
| Hexadekanová       | 16                 | Palmitová       |
| Oktadekanová       | 18                 | Stearová        |
| Eikosanová         | 20                 | Arachová        |

Zdroj: Velíšek a Hajšlová, 2009

### 3.2.2 Nenasycené mastné kyseliny

Nenasycené mastné kyseliny se rozdělují podle množství dvojných vazeb vyskytujících se v uhlovodíkovém řetězci. Pokud obsahují jen jednu dvojnou vazbu,

hovoříme o mononenasyčených mastných kyselinách (MUFA<sup>1</sup>). Při vyšším počtu dvojných vazeb označujeme tyto nenasycené mastné kyseliny jako polynenasycené (PUFA<sup>2</sup>) (Baranyk a kol., 2007).

Mezi mononenasyčené neboli monoenové mastné kyseliny patří nejčastější kyselina olejová. Tato kyselina se nejvíce vyskytuje v olivovém oleji, který jí obsahuje až 78 %. Nadále ji hojně najdeme v oleji bezerukové řepky olejné či podzemnice olejné. Do této skupiny zařazujeme i kyselinu erukovou, která se vyskytuje pouze v semenech brukvovitých rostlin. Po konzumaci této kyseliny byly zjištěny poruchy myokardu a zpomalený růst jedince, proto byly vyšlechtěny nízkoerukové řepky, které mohou obsahovat z dřívějších 50 % pouze 2 % kyseliny erukové (Dostálová, 1991; O'Brien, 1998).

Polynenasycené neboli polyenové mastné kyseliny obsahují dvě či více dvojných vazeb. Podle jejich umístění v uhlovodíkovém řetězci můžeme tyto PUFA rozdělit do dvou skupin. PUFA skupiny n – 3 (první dvojná vazba se vyskytuje na třetím uhlíku) se vyskytují jak v rostlinách například v podobě kyseliny  $\alpha$  – linolenové, tak i v rybách a mořských živočiších. Druhá skupina PUFA n – 6 zastupuje například kyselina linolová, ta má svou první dvojnou vazbu na uhlíku šestém (Suchánek a kol., 2002). Důležitou skupinou polynenasycených mastných kyselin jsou esenciální mastné kyseliny. K této skupině patří kyseliny, které obsahují okolo dvaceti atomů uhlíku a mají dvojně vazby v cis konfiguraci na třetím nebo šestém uhlíku od methylového konce. Tato skupina kyselin je pro lidský organismus velice důležitá. Zajišťuje tvorbu buněčných membrán, podílí se na vytváření nervových tkání a jsou důležité pro tvorbu látek, ovlivňující správný chod cévní soustavy. Tyto látky si člověk nemůže vytvářet sám, proto je musí přijímat potravou (Pánek a kol., 2002). Nejvýznamnějšími kyselinami této skupiny jsou kyselina linolová a linolenová. Kyselina linolová se v potravě nachází z těchto kyselin v nejhojnějším množství. Nejvíce se vyskytuje v rostlinných olejích a to zejména v sójovém, slunečnicovém a světlicovém. V malém množství ji však najdeme i v živočišných tucích. Je také výchozí látkou pro vznik kyseliny arachidonové, která se v potravě vyskytuje jen minimálně. Kyselina linolenová doprovází kyselinu linolovou v rostlinných olejích. V její neprospěch však hraje to, že se rychle kazí, což způsobuje zhoršení kvality vzniklých produktů. Největší procentuální zastoupení má ve lněném oleji (Dostálová, 1991). Další esenciální mastné kyseliny

---

<sup>1</sup> MUFA – monounsaturated fatty acid

<sup>2</sup> PUFA – polyunsaturated fatty acid

vyskytující se ve vaječném žloutku a rybích tucích jsou kyselina eikosapentaenová a kyselina dokosahexaenová a řada dalších mastných kyselin jim příbuzných (Pánek a kol., 2002).

Pro názornost jsem v níže uvedené tabulce číslo 2, uvedla nejvýznamnější nenasycené mastné kyseliny a popsala jejich strukturu.

**Tabulka 2: Významné nenasycené mastné kyseliny**

| Systematický název    | Triviální název          | Počet atomů uhlíku | Počet dvojných vazeb | Poloha dvojných vazeb            |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------------|
| kys. Oktadecenová     | kys. Olejová             | 18                 | 1                    | C 9                              |
| kys. Dokosenová       | kys. Eruková             | 22                 | 1                    | C 13                             |
| kys. Oktadekadienová  | kys. Linolová            | 18                 | 2                    | C 9, C 12                        |
| kys. Oktadekatrienová | kys. $\alpha$ linolenová | 18                 | 3                    | C 9, C 12, C 15                  |
| kys. Eikosatetraenová | kys. arachidonová        | 20                 | 4                    | C 5, C 8, C 11, C 14             |
| kys. Ekosapentaenová  | kys. timnodonová         | 20                 | 5                    | C 5, C 8, C 11, C 14, C 17       |
| kys. Dokosahexaenová  | kys. Cervonová           | 22                 | 6                    | C 4, C 7, C 10, C 13, C 16, C 19 |

Zdroj: Velíšek a Hajšlová, 2009

Jak bylo již dříve zmíněno, mastné kyseliny můžeme dělit podle konfigurace dvojných vazeb na cis a trans. V rostlinných tucích najdeme jen nenasycené mastné kyseliny s dvojnou vazbou v konfiguraci cis. Avšak při částečném či úplném ztužování těchto tuků dochází k přeměně těchto kyselin do konfigurace trans. V této formě kyseliny negativně ovlivňují hladinu cholesterolu v krvi obdobně jako nasycené mastné kyseliny. V dnešní době se však množství trans mastných kyselin snižuje, díky změnám technologií v přípravě rostlinných tuků. Na příkladu si můžeme ukázat změnu procentuálního zastoupení trans mastných kyselin ve výrobku Rama. V roce 1992 měl tento výrobek 22,6 % trans mastných kyselin. Dnes v tom samém výrobku nalezneme méně než 0,5 % trans mastných kyselin (Suchánek a kol., 2002).

### 3.3 Význam tuků a olejů v dietě člověka

Dodnes v České republice zůstává vysoký, ve většině případů i předčasný, výskyt onemocnění, které mají za následek zvýšenou úmrtnost naší populace. Mezi tato závažná onemocnění patří hlavně ateroskleróza a s ní spojené problémy dalších orgánů, hypertenze, diabet II. typu, osteoporóza, nádory především tlustého střeva a také obezita. Za příčiny

výskytu těchto onemocnění považujeme z největší části nesprávnou výživu, v úvahu však musíme brát i genetické vlohy jedince, stáří, pohlaví a další aspekty (Mourek a kol., 2007).

Lidé obvykle berou tuky jako něco špatného, čemu by se měli ve své výživě vyhnout. Tuky jsou však pro lidský organismus velice důležité, protože jsou základní složkou buněčných membrán. Při nedostatku tuků se snižuje imunita jedince, nedostávají se nám vitamíny rozpustné v tucích a kolísá nám hladina hormonů v těle. Příjem tuků by neměl být nižší než 20 % celkově přijaté energie. Doporučenou hodnotou je 30 % přijaté energie z tuků. Toto množství si můžeme představit jako 60 – 90 gramů tuků denně. Příjem tuků by už neměl přesahovat hranici 35 %. Záznamy spotřeby tuků v České republice poukazují na vyšší spotřebu energie z tuků, která přesahuje jejich doporučené hodnoty asi o 10 % (Brát a kol., 2007). Problémem není jen množství tuků ale hlavně jejich skladba mastných kyselin. V České republice konzumujeme až dvakrát vyšší množství nasycených mastných kyselin, než je doporučené. Ty bychom měli s přibývajícím počtem kardiovaskulárních onemocnění snížit na minimum. Toho docílíme nahrazením živočišných tuků za tuky rostlinné. Při omezování tuků ve výživě, lidé často odstraňují jen viditelné tuky ve svém jídelníčku (sádlo, máslo). Nemělo by se ale zapomínat na tuky skryté, které jsou obsaženy v různých potravinách (jogurty, sýry, jemné pečivo, čokoláda). Tyto tuky mají převážně nízký obsah esenciálních mastných kyselin a vysoký obsah nasycených mastných kyselin, proto bychom se jim měli také snažit vyvarovat. Vysokou konzumací těchto „špatných“ nasycených tuků dochází také ke zvyšování hladiny cholesterolu v krvi. V České republice je doporučovaná hodnota hladiny cholesterolu v krvi 0,5 mmol/l nebo méně, nicméně 70 % dospělé populace má tuto hodnotu vyšší (Brát a kol., 2009).

Trans mastné kyseliny byly hodně diskutované v dřívějších dobách, kdy jejich obsah byl v potravinách velmi vysoký. Dnes díky novým technologiím najdeme v margarinech pouze méně než půl procenta těchto kyselin. Máslo jich ale obsahuje několikanásobně více a to až 4 %. Proto se i zde odkláníme od živočišných tuků (Brát a kol., 2007). V dnešní době je doporučený příjem energie z transmastných kyselin stanoven do 1 % (Talbot, 2011).

Rostlinné tuky či oleje naopak dodávají člověku zdravé nenasycené mastné kyseliny. Do této skupiny řadíme i esenciální mastné kyseliny, které musí člověk přijímat potravou. Dělí se na omega – 3 a omega 6 – mastné kyseliny. Obě tyto skupiny mají v organismu své důležité funkce, ale obě přispívají k zabraňování vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Pro určení výživové doporučené dávky jednotlivých mastných kyselin zjišťujeme energetický

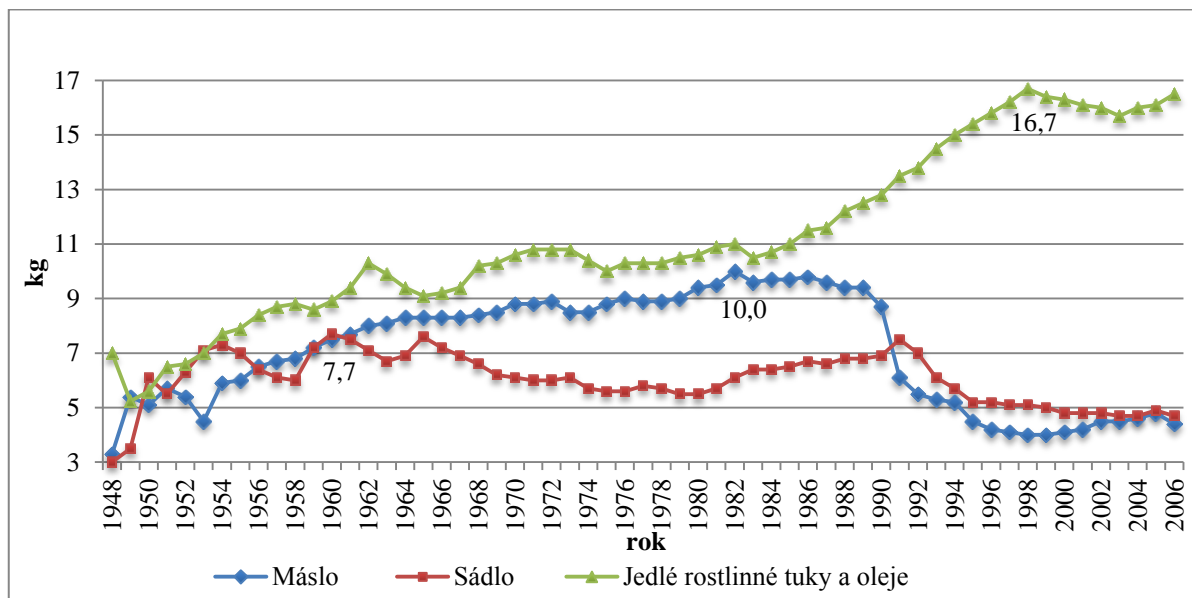
příjem člověka. Ten se v současné době pohybuje u žen okolo 2000 kcal/den a u mužů 2500 kcal/den. Vyjdeme - li z těchto hodnot, a výživových doporučení, můžeme říci, že pro mastné kyseliny omega – 6 platí doporučení příjmu od 5 do 8 % celkové přijaté energie. U mastných kyselin omega – 3 je tato hodnota nižší a to 1 – 2 %. Doporučované denní dávky těchto kyselin jsou 11 – 22 g omega – 6 mastných kyselin a 2 – 6 g omega – 3 mastných kyselin. Z tohoto doporučení vyplývá, že omega – 6 mastné kyseliny by se měly konzumovat asi 5 krát více než omega – 3 mastné kyseliny, což většinou nepředstavuje problém, protože omega – 6 jsou v potravinách rozšířenější (Brát a kol., 2009).

Otázkou mastných kyselin ve výživě člověka se v dnešní době zabývá mnoho organizací jak světových tak i domácích. Celosvětově rozšířený je například systém “Choices”. Kritéria tohoto systému zajišťují odborníci z mnoha zemí a kontinentů, kteří se snaží posuzovat potraviny podle jejich nutričních hodnot a schválené potraviny označovat pro spotřebitele. Tento systém se snaží o snížení obsahu nasycených mastných kyselin, transmastných kyselin, soli a cukru v potravinách. Dále o vyšší příjem vlákniny a dalších prospěšných živin. Součástí tohoto programu je v České republice iniciativa „Vím, co jím“. Výrobky označené tímto logem usnadňují spotřebitelům orientaci ve výběru potravin. Takto označené potraviny mají nízký obsah rizikových živin, obsahují více vlákniny a dodávají člověku optimální množství energie oproti potravinám stejné kategorie. Výběr těchto výrobků zajišťuje správnost skladby potravin, podléhající výživovým doporučením (Brát a kol., 2011).

Z grafu číslo 1 je možné vyčíst průměrnou spotřebu živočišných tuků a rostlinných olejů na osobu za rok. Vidíme, že spotřeba rostlinných tuků v České republice byla v roce 2006 okolo 15,9 kg na osobu. Živočišných tuků spotřebujeme 9,5 kg na osobu za rok. Spotřeba tuků a olejů se od roku 2006 do dnes o moc nezměnila. Poměr nasycených, monoenoových a polyenoových mastných kyselin by měl být 1:2:1. Tomuto poměru však spotřeba tuků v České republice stále neodpovídá. Graf číslo 1 také ukazuje, ve kterých letech bylo dosaženo nejvyšší spotřeby jednotlivých tuků.



**Graf 1: Spotřeba másla, sádla a jedlých rostlinných tuků a olejů v ČR v letech 1948 - 2006 (kg/obyvatele/rok)**



Zdroj: <http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/tab/9500308275>

### 3.4 Rostlinné oleje

Rostlinné oleje se nejčastěji vyrábí ze semen olejnin, dále pak z jader, klíčků, ořechů nebo plodů některých stromů. Nejběžnějšími u nás jsou olej slunečnicový, olej řepkový a olej olivový. V dnešní době je na našem trhu mnoho kvalitních olejů různých druhů. Každý z těchto olejů má však odlišnou skladbu mastných kyselin. Proto bychom měli oleje pečlivě vybírat podle toho, jaké pro ně máme využití (Vojtaššáková a kol., 2000).

Světová spotřeba rostlinných olejů každoročně narůstá. Je to zapříčiněno celkovou větší spotřebou tuků, ale také vyšší spotřebou rostlinných olejů, které jsou upřednostňovány před tuky živočišnými. Nyní se ve světě vyrábí nejvíce oleje sójového, řepkového slunečnicového a palmového. Tyto druhy olejů zabírají až 3/4 světové produkce olejů (Dostálová, 1991).

#### 3.4.1 Řepkový olej

- Nasycené mastné kyseliny: 7 %
- Mononenasycené mastné kyseliny: 64 %
- Polynenasycené mastné kyseliny: 29 %
  - kys. linolová: 20 %
  - kys.  $\alpha$  – linolenová: 9 %

Řepkový olej se v poslední době stává nejkvalitnějším olejem v potravinářství. Obsahuje nejnižší množství nežádoucích nasycených mastných kyselin a výborný poměr mezi omega – 3 a omega – 6 mastných kyselin. Řepkový olej dokonce vyniká svým obsahem kyseliny linolové natolik, že ho můžeme řadit jako její nejvýznamnější zdroj (Brát a kol., 2008). Díky těmto nutričním přednostem v řepkovém oleji dochází při jeho používání k dodržování dnešních výživových zásad – snižování nasycených mastných kyselin v potravě a jejich vhodné nahrazení polynenasycenými mastnými kyselinami (Brát a kol., 2011).

Podíl mononenasycených mastných kyselin se v oleji pohybuje okolo 60 %, což je velmi vhodné pro lidský organismus. Tyto kyseliny zabraňují vzniku arteriosklerózy tím, že snižují hladinu LDL<sup>3</sup> cholesterolu a zvyšují hladinu HDL<sup>4</sup> cholesterolu (Alpmann a kol., 2009).

Kyselina linolová a kyselina  $\alpha$  – linolenová jsou v řepkovém oleji zastoupeny v poměru 2,5:1. Obě tyto kyseliny lidský organismus nezbytně vyžaduje. Kyselina linolová má funkci při stavbě buněk, při budování imunitního systému a spolu s kyselinou  $\alpha$  – linolenovou působí pozitivně na krevní oběh. Denní spotřeba těchto kyselin by měla být v poměru 5:1 (linolová ku  $\alpha$  – linolenové). V naší výživě se však tento poměr pohybuje okolo 15:1. Díky vhodnému poměru mastných kyselin v řepkovém oleji je možné toto množství zmírnit a optimalizovat ho na požadovanou hodnotu (Alpmann a kol., 2009).

Tento olej je vhodný jak na přípravu studených pokrmů tak i teplých. Vysoký obsah kyseliny linolenové však neumožňuje používat tento olej k dlouhodobému přepalování či fritování, kde by následně mohli vznikat nechtěné oxidační produkty (Brát a kol., 2008).

Tvrzení, že řepkový olej je především nepoživatelný olej na výrobu bionafty má v podvědomí mnoho lidí, několik desítek let. Bohužel tento stav se ani dnes nijak odlišně neliší i přesto, že řepkový olej se dnes řadí mezi nejkvalitnější oleje. Tento negativní přístup k řepkovému oleji se snaží změnit nový projekt „Řepkový olej – olej nad zlato“, zaštiťovaný Evropskou unií. Tento projekt vznikl v roce 2012 a bude působit tři roky v České republice, kde bude usilovat o prosazení řepkového oleje (Brát a kol., 2012; Appelqvist and Ohlson, 1972).

---

<sup>3</sup> LDL – low density lipoprotein

<sup>4</sup> HDL – high density lipoprotein

### 3.4.2 Slunečnicový olej

- Nasycené mastné kyseliny: 11 %
- Mononenasycené mastné kyseliny: 22 %
- Polynenasycené mastné kyseliny: 67 %
  - kys. linolová: 66 %
  - kys.  $\alpha$  – linolenová: 1 %

Slunečnicový olej je u nás velmi často používaným olejem. Obsahuje komplex vitamínu B, tokoferoly a karotenoidy. Obsahuje velké procento kyseliny linolové, která předchází vzniku aterosklerózy, nejen pro toto působení je tento olej vhodný pro lidský organismus. Slunečnicový olej obsahuje jen minimální procento kyseliny  $\alpha$  – linolenové, což má své výhody i nevýhody. Výhody nalézáme v tom, že olej můžeme používat na smažení, či na fritování. Není zde totiž tolik omega – 3 mastných kyselin, které by v těchto případech nevyhovovaly. Jako nutričně nejlepší ale tento olej shledat nemůžeme kvůli nízkému zastoupení esenciální mastné kyseliny  $\alpha$  – linolenové, kterou lidský organismus vyžaduje a musí ji přijímat ve formě stravy (Baranyk a kol., 2010).

Další výhodou slunečnicového oleje je jeho vysoký obsah fytoosterolu, který zabraňuje zvyšování cholesterolu v krvi. Proto je tento olej velice vhodný pro dietetické účely (Truhlář a kol., 2006).

### 3.4.3 Olivový olej

- Nasycené mastné kyseliny: 15 %
- Mononenasycené mastné kyseliny: 77 %
- Polynenasycené mastné kyseliny: 9 %
  - kys. linolová: 8 %
  - kys.  $\alpha$  – linolenová: 1 %

Olivový olej je bohatý na vitamín E, přírodní antioxidanty a mononenasycené mastné kyseliny. Na polynenasycené mastné kyseliny je poměrně chudý, obsahuje jich jen malé množství. Avšak i toto množství je v relativně správném poměru, proto považujeme tento olej za kvalitní. Vysoké množství kyseliny olejové, nízký obsah kyseliny  $\alpha$  – linolenové a nízké jodové číslo dodává oleji jeho širší využití. Díky těmto parametrům je olivový olej relativně stabilní při kontaktu se vzduchem. Je vhodný jak do studené kuchyně tak i do teplé na

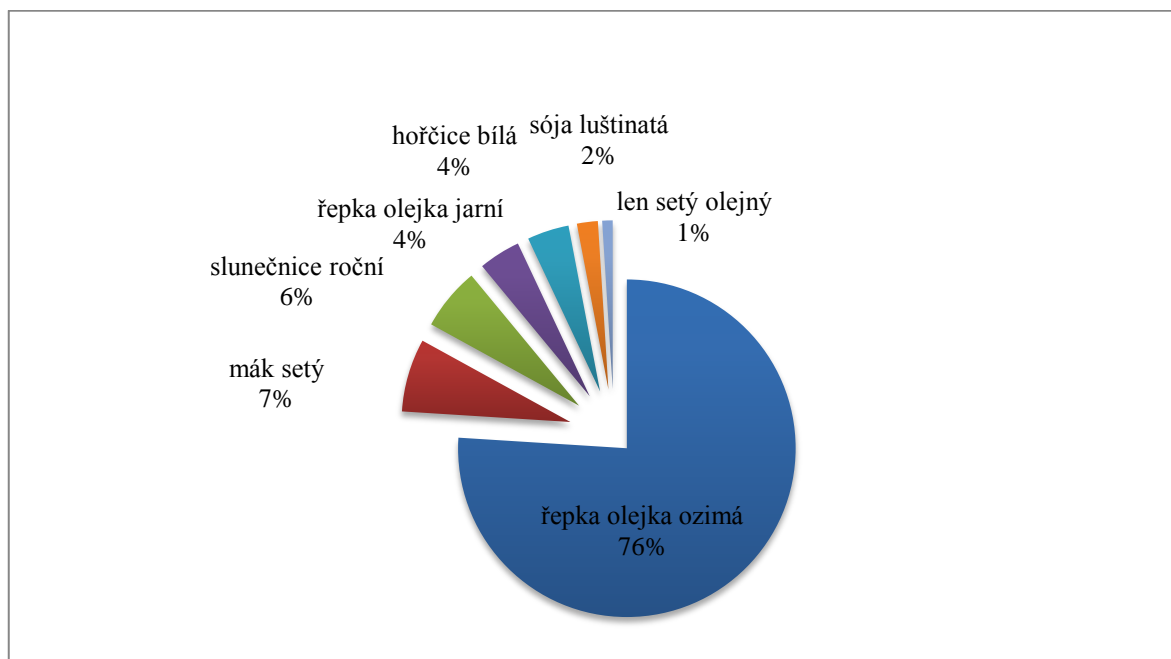
smažení a fritování, kde tedy nedochází k tepelným změnám a oxidacím (Brát a kol., 2007; Mourek a kol., 2007; Truhlář a kol., 2006).

### 3.5 Olejnin

Olejnin jsou takové rostliny, které obsahují hospodářsky významný podíl oleje. Kvůli tomuto produktu jsou také olejin hlavně pěstovány. Vedlejšími produkty však mohou být i pokrutiny či extrahované šroty, využívané jako krmivo pro zvířata. Olejin se také dají použít jako zelené hnojení. Mezi olejin řadíme okolo 40 rostlin. Nejvýznamnější jsou: řepka olejka, sója luštinatá, slunečnice roční, mák setý, bavlník, podzemnice olejná atd. Mezi ty méně známé řadíme: len olejný, hořčice bílá, lnička setá, světlice barvířská, katrán habešský a další (Fábry a kol., 1992).

Jak vidíme z grafu číslo 2, v České republice je nejvýznamnější olejinou řepka olejka ozimá, která zde má své dominantní postavení a je zde pěstována na 76 % ploch olejin. Dále se u nás pěstuje v menším, ale také ještě významném množství mák setý a slunečnice roční.

**Graf 2: Zastoupení jednotlivých druhů na celkové ploše olejin v ČR v roce 2011**

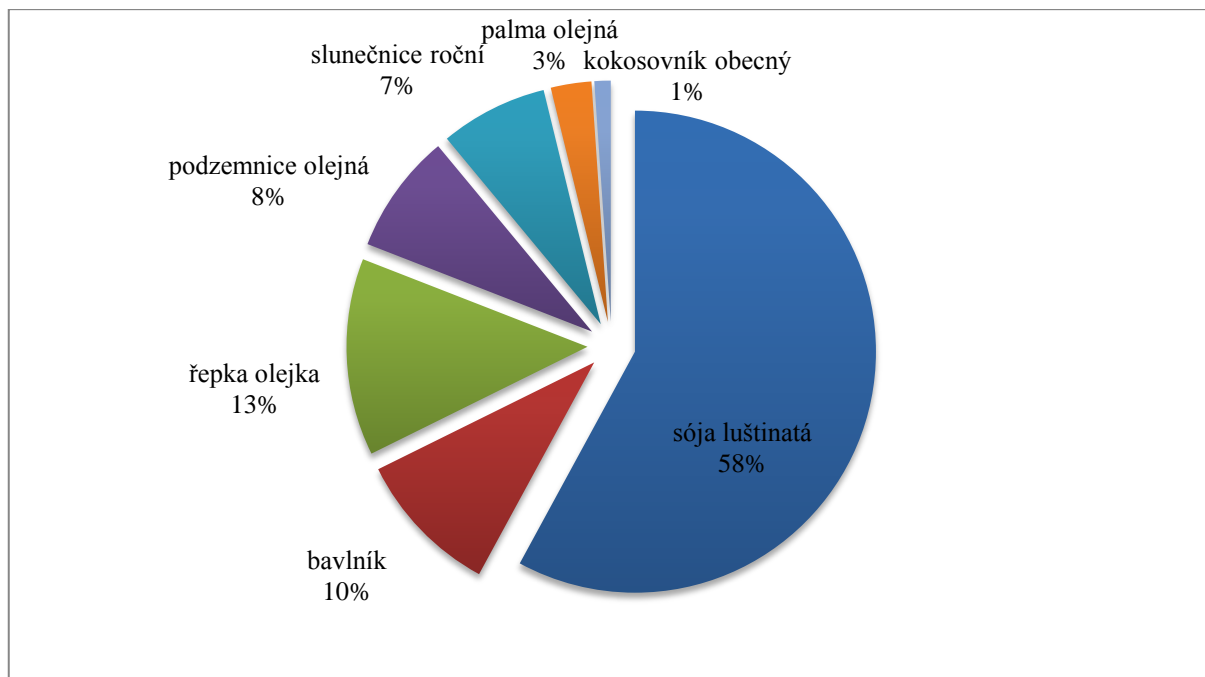


Zdroj:

[http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislotab=ZEM0020UU&vo=tabulka&ka pitola\\_id=11](http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislotab=ZEM0020UU&vo=tabulka&ka pitola_id=11)

Pěstování olejnin ve světě se značně liší od druhové skladby v České republice. Ve světě převládá jednoznačně sója luštinatá. Plochy řepky olejky jsou oproti ní několikanásobně nižší. Pro podrobný výčet olejnin nám poslouží graf číslo 3, kde najdeme i procentuální zastoupení jednotlivých plodin.

**Graf 3: Zastoupení jednotlivých druhů na světové celkové ploše olejnin v roce 2011**



Zdroj:

[http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Oilcrops/Documents/Food\\_outlook\\_oilseeds/FO\\_NOV\\_11\\_oilcrops\\_english.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Oilcrops/Documents/Food_outlook_oilseeds/FO_NOV_11_oilcrops_english.pdf)

## 3.6 Řepka olejka

### 3.6.1 Historie řepky

Do 18. století se řepka olejka společně s řepicí, které se v té době ještě nerozlišovaly, pěstovaly jako krmné plodiny. Jejich vyobrazení byla nalezena ve městech Pompeje a Herkulaneum. Zmínky o této plodině máme i ze starého Egypta. Rozmach pěstování řepky byl zaznamenán za vlády Marie Terezie a jejího syna Josefa II., kteří se snažili o její prosazení. Již od roku 1868 byla řepka považována za uznávanou plodinu. Od této doby máme každoroční záznamy o sklizni, výnosu a osetých plochách. Význam řepky klesl při zvýšeném použití petroleje pro svícení a minerálních olejů k mazání motorů a jiných strojů. Po vzniku Československé republiky pěstování řepky téměř vymizelo. To dokazují i záznamy

z roku 1930, kdy se pěstovala řepka na pouhých 1073 hektarech. Při hledání dalších zemědělských plodin se však řepka začala více zkoumat. To mělo také za následek zvýšenou šlechtitelskou činnost. Díky této aktivitě se mnohanásobně zvýšila produkce řepky a výnos dosahoval až 2,5 tuny z hektaru. Rozšiřování řepky na další území probíhalo díky kombajnové sklizni, při které už nedocházelo k obrovským ztrátám semene řepky. Enormní vzestup pěstování řepky nastal poté, co byla vyšlechtěna řepka s nízkým obsahem kyseliny erukové a se sníženým počtem glukosinolátů v semeni řepky. V dnešní době Česká republika tuto komoditu již nedováží. Stala se nejen soběstačnou v produkci řepky, ale exportuje ji i do zahraničí (Baranyk a kol., 2007).

### **3.6.2 Biologická charakteristika**

Brukev řepka olejka *Brassica napus var. napus* spadá do čeledi brukvovitých (Brassicaceae), vznikla v oblasti Středozeří patrně zkřížením brukve řepáku a brukve zelné (Baranyk a kol., 2010).

Řepka je jednou z nejvýznamnějších olejnin mírného pásu. Můžeme ji však najít i v pásu subtropickém. Pěstujeme ji ve dvou formách, a to ve formě jarní, která ve světě převládá a ve formě ozimé, která naopak převládá v západní a střední Evropě (Habekotté, 1996). Tato ozimá forma v těchto podmínkách potřebuje pro svou vegetační dobu až 340 dnů (Baranyk a kol., 2007). Tyto dvě formy se liší hlavně kultivačními technikami, výnosem a chemickými vlastnostmi (Niewiadomski, 1990).

Řepka ozimá je jednoletá rostlina vyžadující dlouhé dny. Její hlavní kořen je kulový a hloubka zakořenění může dosahovat i 170 centimetrů. Hlavním předpokladem pro dobré přezimování rostliny je kvalitní zakořenění a tloušťka kořenového krčku, která by měla být okolo 10 milimetrů. Na podzim se utváří pouze listová růžice. V této vegetativní formě řepka přečkává zimu, kdy prochází procesem jarovizace. Na jaře přechází do fáze generativní, kdy dochází k prodlužování neboli rychlému růstu a nadále k zakládání květenství. Výška lodyhy řepky je velice variabilní z důvodu odlišnosti odrůd. Obvykle se však tato výška pohybuje v rozmezí 125 – 200 centimetrů. Řepka je fakultativně cizosprašná. Z větší části potřebuje opylit včelami a dalšími opylovači. Také proto tuto plodinu považujeme za medonosnou rostlinu. Květenství řepky je hroznovité, a kvetení začíná od spodu hroznu. Jednotlivé oboupohlavné kvítky jsou utvářeny ze 4 korunních plátků, většinou žluté barvy. Kvetení porostu probíhá v měsíci květnu, kdy řepka kvete s ohledem na počasí 20 – 25 dní. Po opylení vzniká plod. V tomto případě šešule. Ta se skládá ze dvou chlopní, které rozděluje blanitá

příhrádka. V každé chlopni vzniká okolo 8 – 10 semen. Tato semena jsou kulatá s hnědočerným zbarvením s velikostí okolo 2 milimetrů a se specificky rýhovaným osemením (Alpmann a kol., 2009; Baranyk a kol., 2010).

### 3.6.3 Požadavky řepky ozimé na její pěstování

Řepka olejka je v našich podmínkách velice přizpůsobivá plodina, přesto upřednostňuje řadu podmínek pro svůj kvalitnější růst, které si zde vytyčíme.

- Stanoviště s průměrným ročním úhrnem srážek 500 – 700 mm
- Stanoviště s roční průměrnou teplotou okolo 8 °C
- Stanoviště do 650 m. n. m.
- Jemně svažité terén
- Hluboké hlinité půdy
- pH půdy mezi 6 – 7 (nejlépe vápnit k předplodině)
- Neutuženou a nepřemokřenou pro správné prokořenění
- Hluboká orba (nasycená kyslíkem)
- Správně utvořené seťové lůžko
- Termín setí nejpozději do 20. srpna
- Nižší letní teploty s malými teplotními rozdíly mezi dnem a nocí
- Sněhová pokrývka při teplotách vyšších než – 15 °C (při holomrazech může vymrzat)
- Hnojení chlévským hnojem (nejlépe k předplodině)
- Správné dodání živin (na 1 t výnosu zrna dodáme N: 50 – 60 kg/ha, P: 9 kg/ha, K: 50 kg/ha, Mg: 7 kg/ha, S: 18 – 22 kg/ha, Ca: 45 kg/ha)  
(Vaněk a kol., 2007; Baranyk, 2002; Alpmann, 2009)

### 3.6.4 Tvorba výnosu

Mezi hlavní výnosotvorné prvky řadíme:

- množství šešulí na rostlině
- množství šešulí na 1 m<sup>2</sup>
- hmotnost tisíce semen (HTS)

Tyto prvky jsou většinou předurčené genotypem odrůdy, ale mohou být značně ovlivněny vnějšími vlivy jako například klimatickými podmínkami, výživou nebo agrotechnikou. Na tyto prvky také mohou působit konkurenční vztahy s okolními organismy.

Počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> a množství šesulí na rostlině udává množství šesulí na 1 m<sup>2</sup>. Podle velikosti prostoru se rostlina může větvit. Větší plocha dává rostlině možnost se více větvit, čímž dosáhne i vyššího počtu šesulí na jedné rostlině.

Hmotnost tisíce semen je udávána množstvím semen v jedné šesuli. Pokud je v jedné šesuli větší množství semen tak tato hodnota klesá. Počet semen v šesulích se utváří různě, podle toho na jakých větvích se vyskytují. Například větve vedlejší obsahují nižší počet semen v šesulích než větve vrcholové. Právě tyto vrcholové větve mají nejvyšší podíl na výnosu.

Hmotnost tisíce semen stanovíme nejsnáze ze všech výnosotvorných prvků. Tato hodnota se totiž odvíjí od genotypu, prostředí, zdravotního stavu, dodané výživy a způsobu sklizně (Baranyk a kol., 2010).

To jak je porost hustý, stanovuje konkurenční vztahy v porostu a utváří výnosotvorné prvky. Ke snížení počtu rostlin dochází nejčastěji při špatných klimatických podmínkách. Takto vzniklá mezerovitost porostu se objevuje zejména při zakládání porostu. Bohužel tento jev nejde ovlivnit obvyklými metodami jako je například zvýšením výsevku. Jednou z možností je však ranější setí či některý z druhů minimalizace (Baranyk, 2007).

Existují však určité parametry řepky ozimé, které charakterizují její výnos. A právě tyto prvky si shrneme v nadcházející tabulce číslo 3.

**Tabulka 3: údaje charakterizující výnos řepky ozimé**

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| Množství rostlin na 1m <sup>2</sup> | 50      |
| Hmotnost tisíce semen (g)           | 5       |
| Množství větví 1. řádu na rostlině  | 8       |
| Množství semen v šesuli             | 20      |
| Množství šesulí na 1 rostlině       | 150     |
| Množství šesulí na 1m <sup>2</sup>  | 7 500   |
| Množství semen na 1 rostlině        | 3 000   |
| Množství semen na 1m <sup>2</sup>   | 150 000 |
| Výnosový potenciál t/ha             | 7,5     |

Zdroj: Baranyk a kol., 2010



### 3.6.5 Olejnatost

Olejnatost respektive výnos oleje jsou jedním z nejsledovanějších kvalitativních znaků řepkového semene. Při zjištění výnosu a olejnatosti dokážeme říci, kolik je určitá odrůda schopna vytvořit oleje z jednoho hektaru. Na základě výzkumu tohoto znaku byly vytyčeny faktory, které nejvíce ovlivňují olejnatost, což jsou:

1. Odrůda (1 – 4 %)
2. Ročník a oblast pěstování (1 – 3 %)
3. Ošetření semen po sklizni (0,5 – 1 %)
4. Půdní utuženost (0,5 – 1 %)
5. Agrotechnických vlivy (Zukalová a kol., 2005)

Olejnatost určité odrůdy je geneticky téměř neměnná, proto za výkyvy olejnatosti v období několika let mohou většinou stresové podmínky či nepříznivá teplota při dozrávání porostu. Rozptyl olejnatosti u jedné odrůdy mezi různými roky není nějak zvlášť vysoký, většinou se pohybuje okolo 1 % (Alpmann a kol., 2009).

Nejvíce na olejnatost působí teplota při dozrávání. Příznivěji působí nižší teploty. Je dokázáno, že pokud se průměrná denní teplota při dozrávání zvýší o 1 °C, olejnatost se může zmenšit až o 0,5 %. Nižší olejnatost také vyvolává stres zapříčiněný houbovými chorobami jako je například *Botrytis*. Řepka by proto měla být chráněna v době zrání určitými fungicidy, které by zabránily těmto stresovým situacím. V případě, že má rostlina dobré růstové podmínky olejnatost stoupá (Alpmann a kol., 2009). V České republice je průměrná hodnota oleje v semenech řepky olejky 42 % (při 8 % sušíně) (Baranyk, 2002).

V mnohých zemích Evropské unie jsou zemědělci lépe finančně hodnoceni za vyšší obsah oleje v zrně. U nás ale toto pravidlo neplatí, proto naši zemědělci nejsou motivováni k výběru dražších odrůd, které mají vyšší procento oleje (Baranyk a kol., 2010).

### 3.6.6 Využití řepky

Aby produkce řepky byla rentabilní, musí být zajištěn stálý odbyt řepkového semene za příznivé ceny. Při zpracování řepkového semene vznikají kvalitní produkty, které musí najít odbyt na trhu. Využití této plodiny je široké, avšak můžeme jej rozdělit do čtyř základních odvětví:

1. Potravinářství – Z řepkového semene se lisuje nebo extrahuje řepkový olej. Řepkový olej v dnešní době zaujímá výrazný podíl na trhu. Díky novým kvalitním vlastnostem

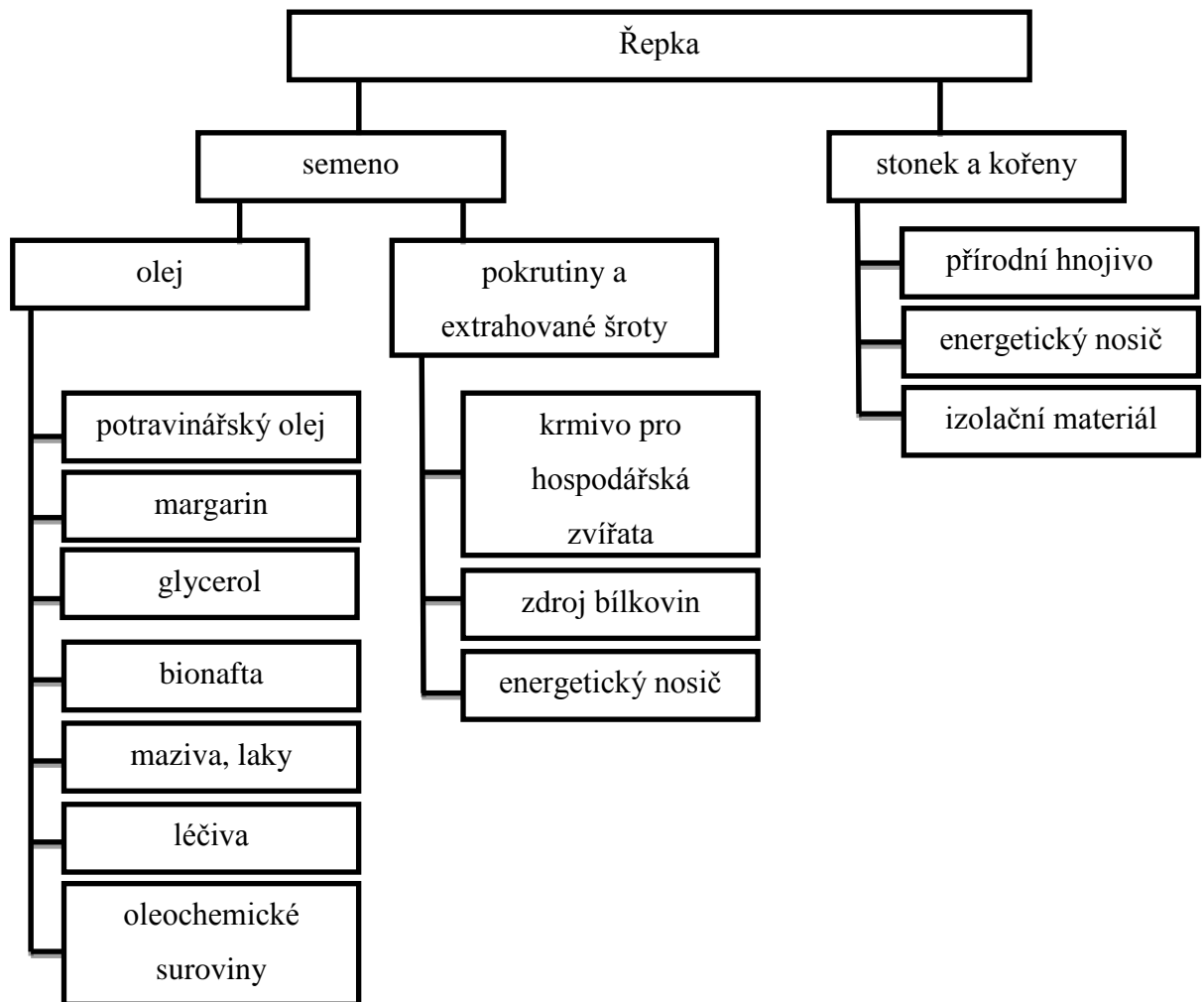
se tento olej doporučuje jak do studených tak i do teplých kuchyní. Vydrží vyšší teploty a zároveň nepodléhá rychlé zkáze. Díky své unikátní skladbě mastných kyselin je řepkový olej doporučován mnoha světovými organizacemi (Baranyk a kol., 2010).

2. Krmivářství – Po vylisování či extrahování semen zůstanou pokrutiny či extrahované šroty. Dříve, když obsahovala řepka vysoké množství glukosinolátů, byly tyto produkty odmítány. Po vzniku dvounulových řepok (s nízkým obsahem těchto antinutričních látek) se však začaly tyto vedlejší produkty hojně používat jako bílkovinná složka krmiv pro hospodářská zvířata (Baranyk a kol., 2007). V porovnání se sójovými boby obsahují řepkové pokrutiny či extrahované šroty poměrně vyšší množství antinutričních látek jako jsou glukosinoláty, fenolové kyseliny a nestravitelná vlákna. Přičteme-li vyšší obsah bílkovin v sóje tak tato plodina v tomto odvětví bude stále v České republice dominovat (Friedt and Obermeier, 2011).
3. Oleochemie – Díky možnosti rozkládat tuky a oleje hydrolýzou nebo alkoholýzou, získáme cenné produkty, jako jsou mastné kyseliny a glycerol. Dále do této skupiny také zahrnujeme vznik technických olejů využívaných při výrobě laků, fermeží, vazelin, maziv atd. (Baranyk a kol., 2010).
4. Energetické zdroje – Bionafta, neboli methylester řepkového oleje (MEŘO), vzniká transesterifikací řepkového oleje. Její výhodou je její obnovitelnost a podobnost fosilním palivům. Řepkový olej lze také využít jako palivo. Na toto přímé využití bez chemických procesů je však důležitá úprava motorů (Baranyk a kol., 2010).

V dnešní době jsou u mnohých zahraničních výroben MEŘO elektrárny, ve kterých se spaluje extrahovaný šrot či pokrutiny. Tím vzniká mimo tepla a energie i speciální zelená energie, která má své uplatnění na trhu. Jako další zdroj energie je uváděna řepková sláma, která patří k levnějším zdrojům fytohmoty (Baranyk a kol., 2010).

Využití řepky se významně liší množstvím mastných kyselin v oleji. Nízký obsah kyseliny erukové je žádoucí pro výrobu potravin, zatímco pro chemický průmysl zpracovávající řepkový olej je požadováno co možná nejvyšší obsah této kyseliny (Niewiadomski, 1990).

Obrázek 1: Využití řepky olejky v mnoha odvětvích



Zdroj: Alpmann a kol., 2009

## 4 Metodika

### 4.1 Zkušební stanice Hradec nad Svitavou

#### 4.1.1 Charakteristika pokusného místa

Zkušební stanice Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského Hradec nad Svitavou se nachází v Pardubickém kraji v Okrese Svitavy. Tato pokusná lokalita leží v nadmořské výšce 445 m n. m., avšak stále ještě spadá do 3. výrobní oblasti – obilnářské. Půdní typ podle FAO je v této lokalitě hnědozem luvizemní a půdní druh byl zde podle Nováka určen jako písčitohlinitá půda až hlinitá půda. Pokusná stanice Hradec nad Svitavou spadá do chladné oblasti. Ta je charakterizována jednak již zmíněnou vyšší polohou nad mořem, dále vyššími srážkami, které se v této oblasti průměrně pohybují okolo 616 mm spadlých srážek. V poslední řadě jí charakterizuje dlouhodobá průměrná teplota v rozmezí 6,1 – 7,8 °C, do které tato oblast se svou dlouhodobou průměrnou teplotou 7,4 taktéž spadá.

Zde bylo zkoušeno 28 odrůd řepky ozimé ze Seznamu doporučených odrůd 2012. Tyto odrůdy byly později analyzovány na jejich skladbu mastných kyselin v laboratořích ÚKZÚZ.

#### 4.1.2 Rozměry pokusu

Sklizňový dílec:

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| Délka netto:            | 8 m               |
| Šířka netto:            | 1,25 m            |
| Sklizňová plocha:       | 10 m <sup>2</sup> |
| Počet řádků:            | 10                |
| Meziřádková vzdálenost: | 12,5 cm           |
| Počet opakování:        | 3                 |

#### 4.1.3 Příprava pokusného pozemku

Dne 25. 7. 2011 byla střední orbou zaorána luskoobilná směska čtyř radličným pluhem. Dva dny poté byl pozemek upraven vláčením nožovými bránami, které proběhlo dvakrát za sebou. Poslední úprava pozemku před setím bylo kypření rotačními branami dne 24. 8. 2011.

#### 4.1.4 Založení pokusu a následné zásahy za vegetace

Pokusné parcely byly osety 24. 8. 2011 secím strojem Wintersteiger určeným pro maloparcelní využití. Půda byla v té době na povrchu suchá a velmi málo hrudovitá tudíž dobře připravená na setí řepky. Řepka byla seta do hloubky 15 mm.

Jak ukazuje tabulka číslo 4, měsíc před založením pokusu byla zaorána luskoobilná směska (peluška + oves), která zajistila určité zásoby živin pro následující plodinu. Dne 9. 8. 2011 bylo laboratorně zjištěno množství živin v půdě. Zjištěné množství těchto živin bylo v optimu, což je zřejmé z tabulky číslo 5. Pokus byl v průběhu vegetace třikrát hnojen a to v době kdy porost regeneroval, tedy na začátku března. Byl použit ledek amonný s dolomitem, který byl rozdělen na dvě dávky a dále síran amonný pro dodání síry do půdy. Díky vhodné předplodině nebylo potřeba dodat velké množství dusíku. Celkově bylo dodáno 90 kg.ha<sup>-1</sup> dusíku v čistých živinách.

**Tabulka 4: Hnojení pokusu za hospodářský rok**

| Datum       | Druh hnojiva       | Dávka hnojiva kg.ha <sup>-1</sup> | Obsah živin v % | Dávka čistých živin kg.ha <sup>-1</sup> |                               |                  |     |    |
|-------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------|---|-------------------------------|------------------|-----|----|
|             |                    |                                   |                 | N                                       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO | S  |
| 25. 7. 2011 | LOS peluška + oves |                                   |                 |   |                               |                  |     |    |
| 5. 3. 2012  | LAD                | 100                               | 27 N            | 27                                      |                               |                  | 4   |    |
| 5. 3. 2012  | SA                 | 125                               | 21 N; 24S       | 26,3                                    |                               |                  |     | 30 |
| 23. 3. 2012 | LAD                | 148                               | 27 N            | 40                                      |                               |                  | 5,9 |    |

Zdroj: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

**Tabulka 5: Zásoba živin v půdě dle rozboru**

| Prvek    | P (mg.kg <sup>-1</sup> ) | K (mg.kg <sup>-1</sup> ) | Mg (mg.kg <sup>-1</sup> ) | Ca (mg.kg <sup>-1</sup> ) |
|----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Množství | 89                       | 142                      | 56                        | 1722                      |

Zdroj: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Pokusné pozemky zde byly často ošetřovány insekticidy, herbicidy a rodenticidy. Ty sloužili k potlačení výskytu plevelů a živočišných škůdců. Fungicidy zde aplikovány nebyly, pro zjištění náchylnosti odrůdy na houbové choroby. Termíny aplikace pesticidů, jejich názvy a dávky na hektar jsou podrobně popsány v tabulce číslo 6.

**Tabulka 6: Aplikace pesticidů za hospodářský rok**

| Datum        | Přípravek                | Dávka / konc.       |
|--------------|--------------------------|---------------------|
| 2. 9. 2011   | Decis Mega               | 0,15 l/ha           |
| 14. 9. 2011  | Butisan Star             | 2 l/ha              |
| 27. 9. 2011  | Galera                   | 0,35 l/ha           |
| 4. 10. 2011  | Lontrel 300              | 0,35 l/ha           |
| 5. 10. 2011  | Garland Forte            | 1,5 l/ha            |
| 24. 10. 2011 | Delicia Gastoxin         | 1 tabl./noru        |
| 11. 11. 2011 | Delicia Gastoxin         | 1 tabl./noru        |
| 28. 11. 2011 | Delicia Gastoxin         | 1 tabl./noru        |
| 3. 4. 2012   | Proteus 110 OD           | 0,5 l/ha            |
| 12. 4. 2012  | Delicia Gastoxin         | 1 tabl./noru        |
| 23. 4. 2012  | Calypso 480SC+Decis Mega | 0,15 l/ha+0,15 l/ha |
| 30. 4. 2012  | Calypso 480SC            | 0,15 l/ha           |
| 2. 5. 2012   | Vaztak 10EC              | 0,1 l/ha            |
| 5. 5. 2012   | Decis Mega               | 0,15 l/ha           |
| 9. 5. 2012   | Mavrik 2F                | 0,2 l/ha            |
| 11. 5. 2012  | Calypso 480SC            | 0,15 l/ha           |
| 14. 5. 2012  | Vaztak 10EC              | 0,1 l/ha            |

Zdroj: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

#### 4.1.5 Sklizeň

Sklizeň parcel proběhla dne 24. 7. 2012 maloparcelní sklízecí mlátičkou Wintersteiger. V důsledku značného poškození únorovými mrazy a deficitu vláhy odrůdy přinesly průměrný výnos zrna 4,83 t/ha.

## 4.2 Stanovení obsahu mastných kyselin v oleji řepky ozimé metodou GC<sup>5</sup>

### 4.2.1 Účel a rozsah

Postup je určen pro kvantitativní stanovení mastných kyselin ve vzorcích rostlinných tuků a olejů (Kubátová a kol., 2012).

### 4.2.2 Princip

Mastné kyseliny se převedou na methylestery a stanoví se metodou kapilární plynové chromatografie za použití plamenově-ionizačního detektoru (FID<sup>6</sup>). Jednotlivé mastné

<sup>5</sup> GC – gas chromatography

<sup>6</sup> FID – flame ionization detector

kyseliny se identifikují pomocí referenčního vzorku o známém složení a pro kvantifikaci se použije metoda vnitřní normalizace (Kubátová a kol., 2012).

#### **4.2.3 Přístroje a pomůcky**

Plynový chromatograf s detektorem FID

Laboratorní třepačka

Topné hnízdo vhodné pro 100ml a 250ml baňky

Kuchyňský nožový kávomlýnek

Extrakční přístroj podle Twisselmana

Baňka extrakční se zábrusem, 250 ml

Baňka kapkovitá se zábrusem, 50 ml

Zpětný chladič s účinnou délkou (20 – 30) cm, se zábrusem pro připojení baňky

Skleněné varné kuličky

Automatické pipety s nastavitelným objemem, špičky

Zkumavka, 15 ml, se skleněnou zábrusovou zátkou

Vialka, 2 ml, se šroubovacím uzávěrem

Filtrační papír střední hustoty

Analytické váhy s přesností nejméně 0,001 g

#### **4.2.4 Postup**

##### **Příprava zkušební vzorku**

Vzorek semen řepky odebraných přímo z neupraveného zkušební vzorku se rozdrtí v kuchyňském nožovém kávomlýnku, přičemž je třeba dát pozor, aby byla rozdrcena všechna semena, která se kvantitativně přenesou do extrakční patry.

Olej se z rozemletých semen získává za studena, extrakcí petroletherem. Extrakční baňka se naplní do poloviny rozemletým vzorkem (40 g – 50 g), přidá se petrolether tak, aby hladina byla alespoň 1 cm nad vrstvou vzorku. Baňka se uzavře zátkou a extrahuje se 1 hodinu na laboratorní třepačce. Poté se obsah baňky přefiltruje přes suchý papírový filtr a petrolether se opatrně odpaří na extrakčním přístroji (Kubátová a kol., 2012).

##### **Metoda trans – esterifikační**

Triacylglyceroly se rozpustí v isooktanu a převedou se na methylestery trans-esterifikací s hydroxidem draselným. Po ukončení reakce se hydroxid draselný neutralizuje

hydrogensíranem sodným, aby se zamezilo zmýdelňování methylesterů. Do zkumavky se zábrusem se naváží (50 – 70) mg zkušební vzorku. Pipetou se přidají 4 ml isooktanu, zkumavka se uzavře a protřepe se, čímž se vzorek rozpustí. Pokud je to nezbytné, mírně se zahřívá. Pak se přidá 200 µl methanolického roztoku hydroxidu draselného a zkumavka se uzavře. Směsí se intenzivně třepe asi 30 s. Do roztoku se přidá asi 1 g hydrogensíranu sodného a znovu se intenzivně protřepe po dobu 15 s, aby se zneutralizoval hydroxid draselný. Po usazení soli se do 2 ml vialky odebere horní isooktanová vrstva. Ta obsahuje asi 15 mg/ml methylesterů mastných kyselin a může se přímo použít k analýze na GC (Kubátová a kol., 2012).

### Stanovení plynovou chromatografií

Methylestery mastných kyselin se rozdělí pomocí kapilární plynové chromatografie za použití plamenově-ionizačního detektoru (FID). K základnímu rozdělení methylesterů mastných kyselin se používají kolony s mírně polární polyethylenglykolovou fází. Pro nástřik vzorku se používá technika split, s nástřikem 1 µl vzorku. Teplotní program se nastaví na počáteční teplotu 220 °C, jak je vidět z tabulky číslo 7. Tato tabulka slouží pro bližší popis tohoto přístroje (Kubátová a kol., 2012).

**Tabulka 7: Podmínky plynového chromatografu**

|                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Plynový chromatograf      | GC Agilent Technologies 7890A         |
| Kapilární kolona          | DB-WAXETR (30 m 0,32 mm, film 0,5 µm) |
| Nosný plyn                | Helium                                |
| Průtok nosného plynu      | 1,5 ml/min                            |
| Teplota injektoru         | 250 °C                                |
| Teplota detektoru         | 270 °C                                |
| Teplotní program          | 220 °C 10 °C/min 240 °C (22 min)      |
| Objem nástřiku, dávkování | 1 µl, split 1:40                      |

Zdroj: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

#### 4.2.5 Výpočet a vyjádření výsledků

##### Kvalitativní analýza

Kvalitativní vyhodnocení se provádí na základě analýzy referenční standardní směsi (FAME Mix Rapeseed Oil), provedené za stejných operačních podmínek, které byly použity při analýze reálného zkušební vzorku. Píky methylesterů ve zkušebním vzorku se identifikují na základě jejich retenčních časů, porovnáním s retenčními časy píků známých mastných kyselin v referenčním standardu (Kubátová a kol., 2012).



## Kvantitativní analýza

Kubátová a kol. (2012) uvádějí, že kvantitativní vyhodnocení se provádí metodou vnitřní normalizace, tzn. za předpokladu, že všechny složky vzorku jsou zaznamenány na chromatogramu a představují celkovou plochu píků 100 %. Obsah jednotlivé mastné kyseliny *i* vyjádřený v hmotnostních procentech se vypočítá podle vztahu

$$x_i = \frac{A_i}{\Sigma A} \times 100$$

kde  $A_i$  je plocha píku odpovídající složce *i* a  
 $\Sigma A$  je součet ploch všech píků.

## 5 Výsledky

### 5.1 Průběh počasí a jeho vliv na stav porostu

Několik dní po založení pokusu došlo k ochlazení a vydatnému zavlažení srážkami o úhrnu 15 mm. Až do začátku září pak trvalo převážně slunečné teplé počasí, povrch půdy zcela vyschl. Měleji vysetá semena klíčila později a vzcházení bylo velmi nerovnoměrné. První rostliny měly vyvinuty 2 pravé listy v době vzejití závěrečné vlny řepky. Následující období, do počátku října, poskytlo řepce dostatek vláhy a při nadprůměrných teplotách narůstala do mohutných listových růžic. Porosty na parcelách však zůstaly stále nevyrovnané, protože rostliny vzešlé ve 2. etapě nedokázaly již značný rozdíl ve velikosti vyrovnat. Po polovině října dosahovaly porosty výšky až 40 cm. V této době nastoupilo chladné podzimní počasí s občasnými přeháňkami a prvními mrazíky do  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Uvedené poměry trvaly až do začátku prosince. První zimní měsíc prosinec měl počasí mírné s přeháňkami někdy sněhovými, teplotami kolem  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  a při vyjasnění ranními mrazy do  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Toto působení s četnými srážkami a občasnou slabou pokrývkou sněhem trvalo do 3. dekády ledna. Porosty řepky včetně přerostlých odrůd se dosud zachovaly ve výborném stavu.

Ke konci ledna poklesly teploty na  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$  v 1. a 2. dekádě února dokonce na  $-23$  a  $-23,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na plodině se přitom nacházel sníh o síle do 5 cm. Ve 3. dekádě února přišlo postupné oteplování na hodnoty kolem  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Únorové mrazy při minimální vrstvě sněhu a slunečném počasí s extrémními výkyvy teplot velmi silně poškodily některé odrůdy řepky. Podle odolnosti odrůdy a míry pokrytí sněhem byly poničeny vegetační vrcholy i celé rostliny. Ke konci března nastoupily příznivé podmínky začátku vegetace se slunečnými dny s maximy až  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  a velmi malým úhrnem srážek. Regenerace porostů poničených řepky probíhala pomaleji a vytvářely se četné postranní výhony.

První dny dubna byly studené s mrazíky do  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ale postupně se oteplovalo s malým množstvím deště k teplotám kolem  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vyšší teploty v jarních měsících zajistily intenzivní vývoj řepky ve fázi prodlužovacího růstu, před květem se rostliny na parcelách poměrně dobře výškově sjednotily. Bohužel velmi vysoké teploty až k  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  s padajícími teplotními rekordy na přelomu dubna a května spolu s nedostatkem vláhy zastihly řepku na počátku květu. Následně se projevil opad prvních pupat a nepříznivé urychlení vývoje stonků. Stále pokračující deficit půdní vláhy a vyšší teploty se projeví časnějším zastavením vývoje stonků. První významný déšť spadl na konci května a spolu s dalšími občasnými srážkami v

prvních dvou dekádách června zajistil konečně trochu více půdní vlhkosti pro řepku. Ta se projevila nárůstem velikosti vyvíjejících se šesulí a později mírně nadprůměrnou HTS sklizených semen. Dokvétání řepky probíhalo velmi nepravidelně, poněvadž v zimě poškozené části parcel měly vysoký podíl opožděných bočních výhonů. Červenec se vyznačoval proměnlivým letním počasím s občasnými přeháňkami a bouřkami, což přispělo k pozvolnému dozrávání šesulí.

## **5.2 Složení mastných kyselin v oleji řepky ozimé**

Zkoumala jsem složení mastných kyselin řepky ozimé u těchto odrůd: Arot, Artoga, Buzz, Cortes, DK Exquisite, DK Secure, Dobrava, ES Alegria, Goya, Chagall, Jumper, Ladoga, Lohana, NK Diamond, NK Grandia, NK Morse, NK Speed, PR46W26, Primus, Rohan, Rumba, Sherlock, Sherpa, Sitro, SW 05025 A, SY Cassidy, Totem a Xenon. Tyto odrůdy byly vybrány ze Seznamu doporučených odrůd pro rok 2012. Vyhodnocované výsledky těchto odrůd pochází ze sklizně roku 2012.

Ze všech mastných kyselin, které se v oleji řepky vyskytují, jsem si vybrala k dalšímu zpracování 8 nejvýznamějších mastných kyselin. Těmi se, jak ukazuje tabulka číslo 8, staly kyselina palmitová (C 16:0), kyselina stearová (C 18:0), kyselina olejová (C 18:1), kyselina linolová (C 18:2), kyselina linolenová (C 18:3), kyselina arachová (C 20:0), kyselina eikosenová (C 20:1) a kyselina eruková (C 22:1). Tyto mastné kyseliny jsou v tabulce číslo 8 procentuálně vyhodnoceny u každé ze zkoušených odrůd.

**Tabulka 8: Složení mastných kyselin v oleji řepky ozimé u vybraných odrůd**

| Odrůda           | Mastné kyseliny |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                  | C 16:0          | C 18:0 | C 18:1 | C 18:2 | C 18:3 | C 20:0 | C 20:1 | C 22:1 |
| Název            | %               | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      |
| Arot             | 3,78            | 1,89   | 67,48  | 16,49  | 7,31   | 0,56   | 1,07   | 0,05   |
| Artoga (H)       | 4,38            | 1,40   | 60,76  | 21,19  | 9,07   | 0,50   | 1,22   | 0,08   |
| Buzz             | 4,51            | 1,30   | 61,16  | 21,29  | 8,62   | 0,45   | 1,11   | 0,05   |
| Cortes           | 4,50            | 1,81   | 64,44  | 18,00  | 7,95   | 0,60   | 1,13   | 0,05   |
| DK Exquisite (H) | 4,30            | 1,35   | 62,52  | 19,64  | 8,79   | 0,49   | 1,21   | 0,05   |
| DK Secure (H)    | 4,42            | 1,51   | 60,62  | 21,39  | 8,80   | 0,51   | 1,10   | 0,00   |
| Dobrava (H)      | 4,50            | 1,33   | 59,33  | 22,46  | 8,87   | 0,51   | 1,27   | 0,05   |
| ES Alegria       | 4,69            | 1,65   | 63,85  | 19,43  | 7,44   | 0,54   | 1,12   | 0,05   |
| Goya             | 4,37            | 1,65   | 63,65  | 18,53  | 8,75   | 0,54   | 1,13   | 0,00   |
| Chagall          | 4,71            | 1,65   | 62,14  | 19,60  | 8,66   | 0,59   | 1,16   | 0,00   |
| Jumper (H)       | 4,97            | 1,41   | 58,78  | 22,38  | 9,08   | 0,51   | 1,19   | 0,05   |
| Ladoga           | 4,29            | 1,76   | 64,38  | 18,59  | 7,54   | 0,59   | 1,17   | 0,05   |
| Lohana           | 4,37            | 1,72   | 62,75  | 19,54  | 8,19   | 0,60   | 1,15   | 0,05   |
| NK Diamond       | 4,47            | 1,44   | 63,54  | 18,79  | 8,62   | 0,52   | 1,20   | 0,05   |
| NK Grandia       | 4,58            | 1,62   | 63,46  | 18,21  | 8,93   | 0,54   | 1,09   | 0,05   |
| NK Morse         | 4,51            | 1,55   | 63,61  | 18,70  | 8,52   | 0,54   | 1,13   | 0,05   |
| NK Speed (H)     | 4,56            | 1,65   | 63,28  | 17,70  | 9,48   | 0,59   | 1,20   | 0,00   |
| PR46W26 (H)      | 3,98            | 1,62   | 65,26  | 18,17  | 7,93   | 0,54   | 1,13   | 0,05   |
| Primus (H)       | 4,14            | 1,73   | 62,98  | 18,47  | 8,48   | 0,58   | 1,62   | 0,58   |
| Rohan (H)        | 4,06            | 1,56   | 62,96  | 19,78  | 8,65   | 0,50   | 1,08   | 0,00   |
| Rumba (H)        | 4,27            | 1,69   | 62,68  | 19,33  | 8,06   | 0,57   | 1,40   | 0,31   |
| Sherlock         | 4,12            | 1,70   | 62,91  | 19,58  | 8,46   | 0,60   | 1,15   | 0,05   |
| Sherpa (H)       | 4,16            | 1,68   | 64,00  | 18,78  | 8,11   | 0,53   | 1,10   | 0,05   |
| Sitro (H)        | 4,32            | 1,34   | 61,27  | 20,29  | 9,54   | 0,50   | 1,21   | 0,00   |
| SW 05025 A       | 4,17            | 1,81   | 66,09  | 16,65  | 8,15   | 0,58   | 1,14   | 0,05   |
| SY Cassidy (H)   | 4,56            | 1,61   | 63,07  | 18,45  | 9,04   | 0,54   | 1,17   | 0,05   |
| Totem            | 4,00            | 1,73   | 64,34  | 19,11  | 7,58   | 0,53   | 1,19   | 0,05   |
| Xenon (H)        | 4,56            | 1,64   | 64,68  | 17,01  | 9,20   | 0,52   | 1,03   | 0,05   |

Zdroj: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

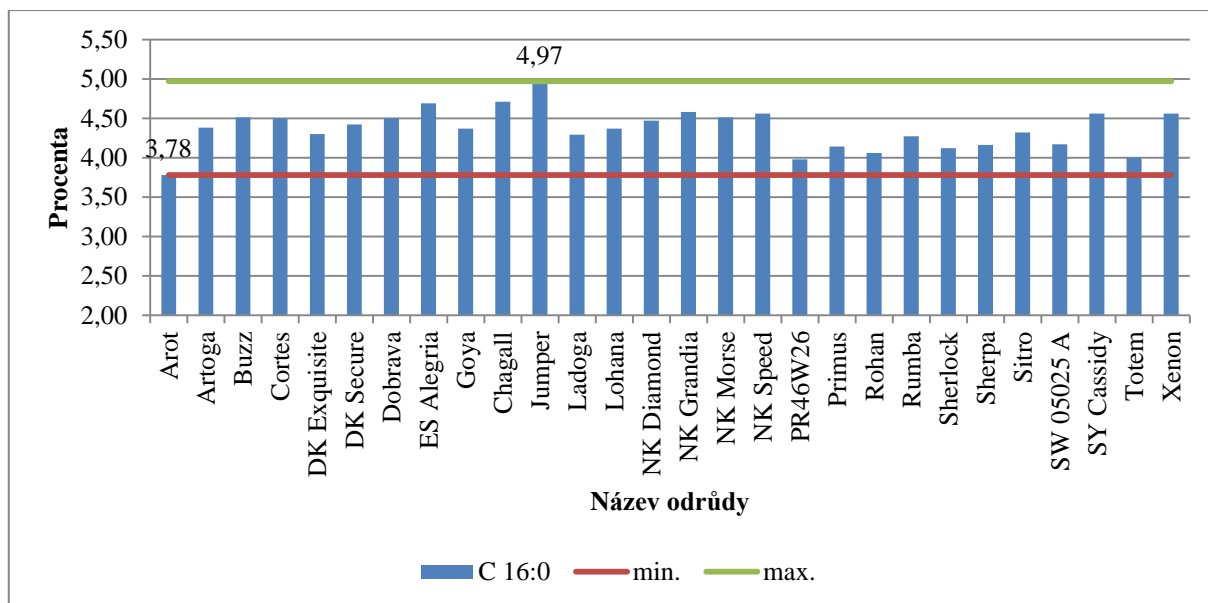
### 5.3 Proměnlivost mastných kyselin u jednotlivých odrůd

V následujících grafech (graf číslo 4 až graf číslo 11) jsou názorně zobrazeny výsledky obsahu zkoumaných mastných kyselin. Každá z těchto mastných kyselin je znázorněna na jednom grafu, kde je vidět proměnlivost obsahu mastné kyseliny u všech zkoumaných 28 odrůd.

V grafech lze vyčíst nejen proměnlivost obsahu mastné kyseliny, ale i která odrůda se vyznačuje nejnižší hodnotou obsahu mastné kyseliny a která naopak nejvyšší. Rozmezí hodnot je označeno barevnými přímkami. Zelená značí nejvyšší obsah mastné kyseliny a červená nejnižší.

Obsah kyseliny palmitové se v grafu číslo 4 pohybuje v procentuálním rozmezí od 3,78 % do 4,97 %.

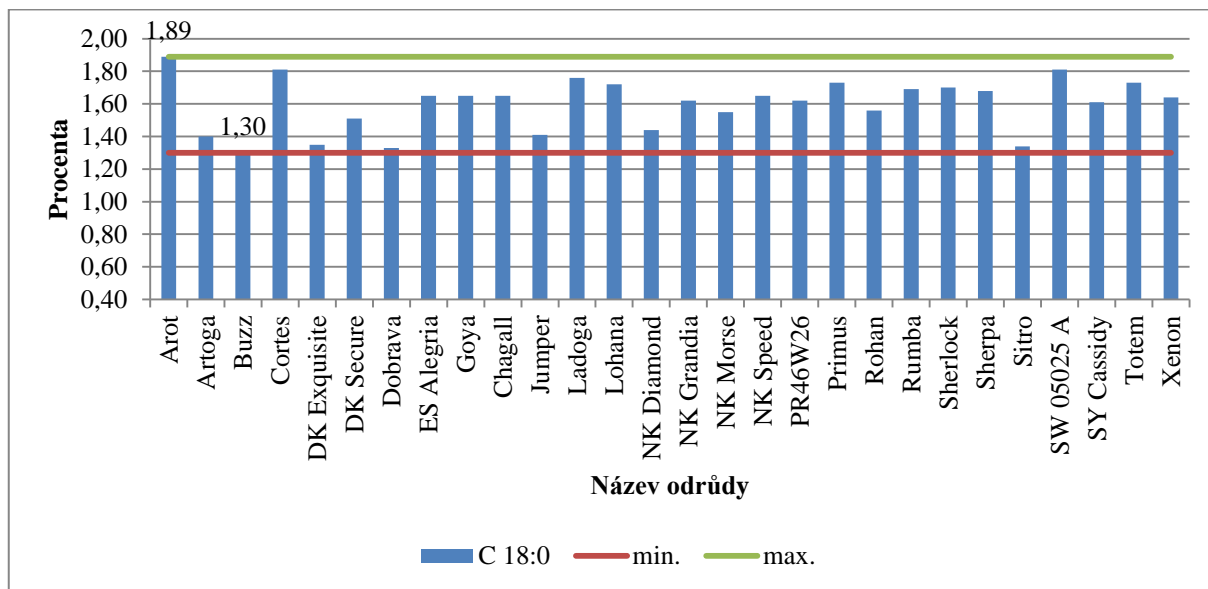
**Graf 4: Proměnlivost mastné kyseliny palmitové (C 16:0) u zkoumaných odrůd řepky ozimé**



Zdroj: Tabulka číslo 8

Obsah kyseliny stearové, jak je vidět z grafu číslo 5, se pohybuje v řepkovém oleji v rozmezí od 1,3 % do 1,89 %. Toto rozmezí je relativně úzké a nevyskytují se zde vysoce kolísavé hodnoty, proto by se dalo říci, že obsah kyseliny stearové se pohybuje okolo 1,6 %.

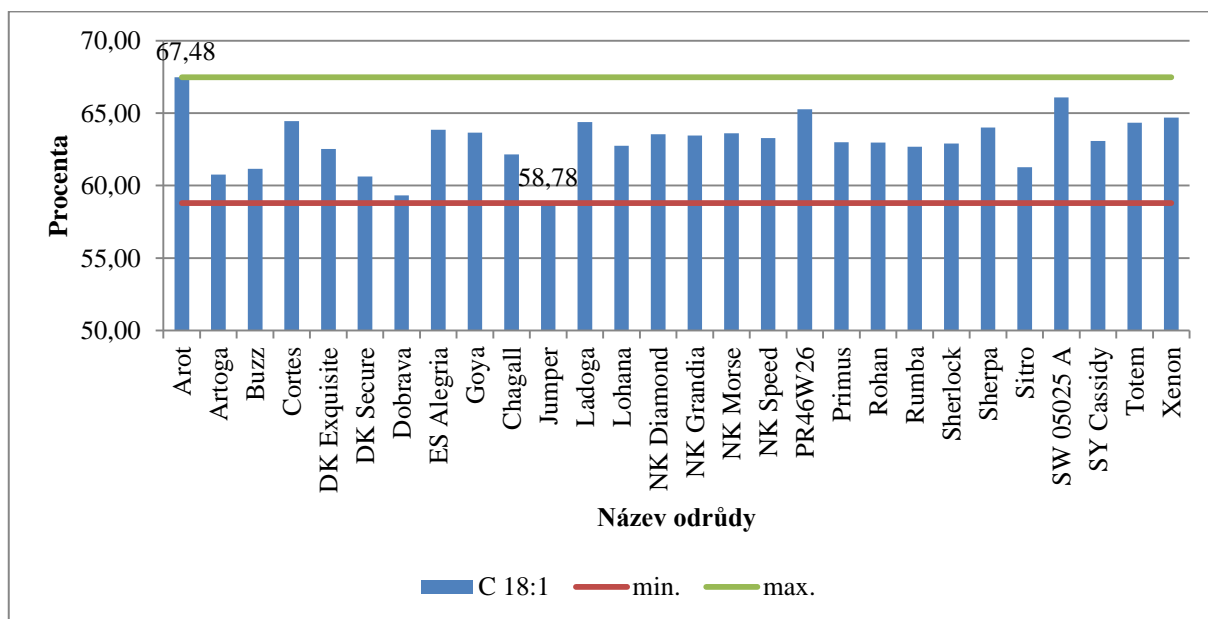
**Graf 5: Proměnlivost mastné kyseliny stearové (C 18:0) u zkoumaných odrůd řepky ozimé**



Zdroj: Tabulka číslo 8

Kyselina olejová (C 18:1) je v dnešní době zdaleka nejvíce zastoupenou mastnou kyselinou v oleji řepky ozimé. Z grafu číslo 6 vidíme proměnlivé procentuální zastoupení jejího obsahu, které se pohybuje u zkoumaných odrůd od nejnižší hodnoty 58,78 % do nejvyšší 67,48 %.

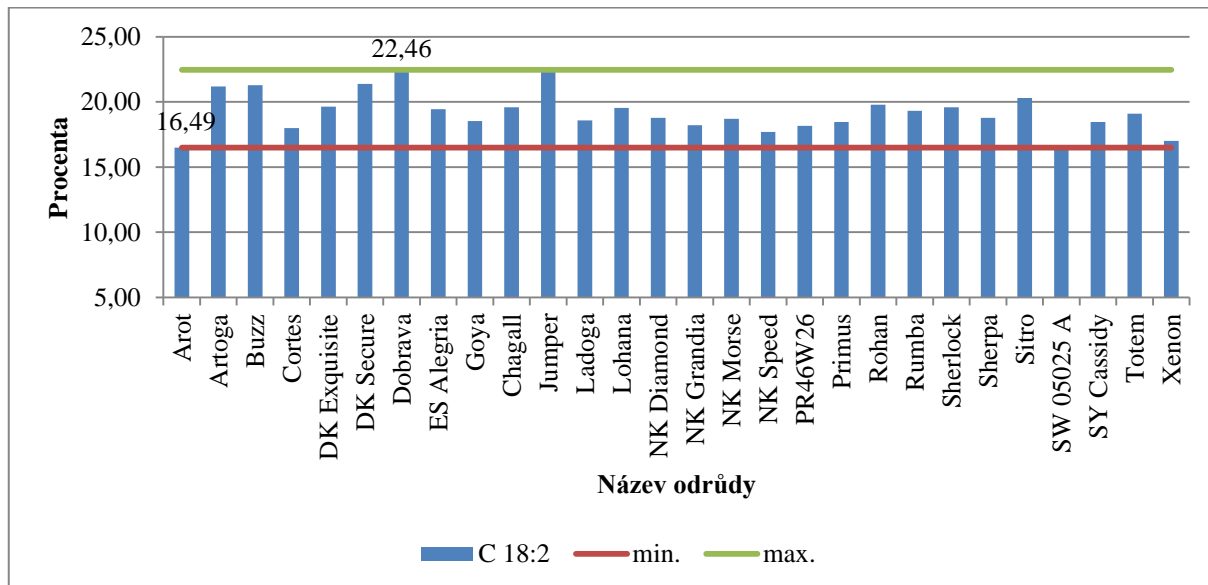
**Graf 6: Proměnlivost mastné kyseliny olejové (C 18:1) u zkoumaných odrůd řepky ozimé**



Zdroj: Tabulka číslo 8

Z grafu číslo 7 vidíme, že obsah kyseliny linolové se pohybuje v odrůdách okolo 20 %. Nejnižší hodnotou je 16,9 %. Naopak nejvyšší hodnotou je 22,46 %.

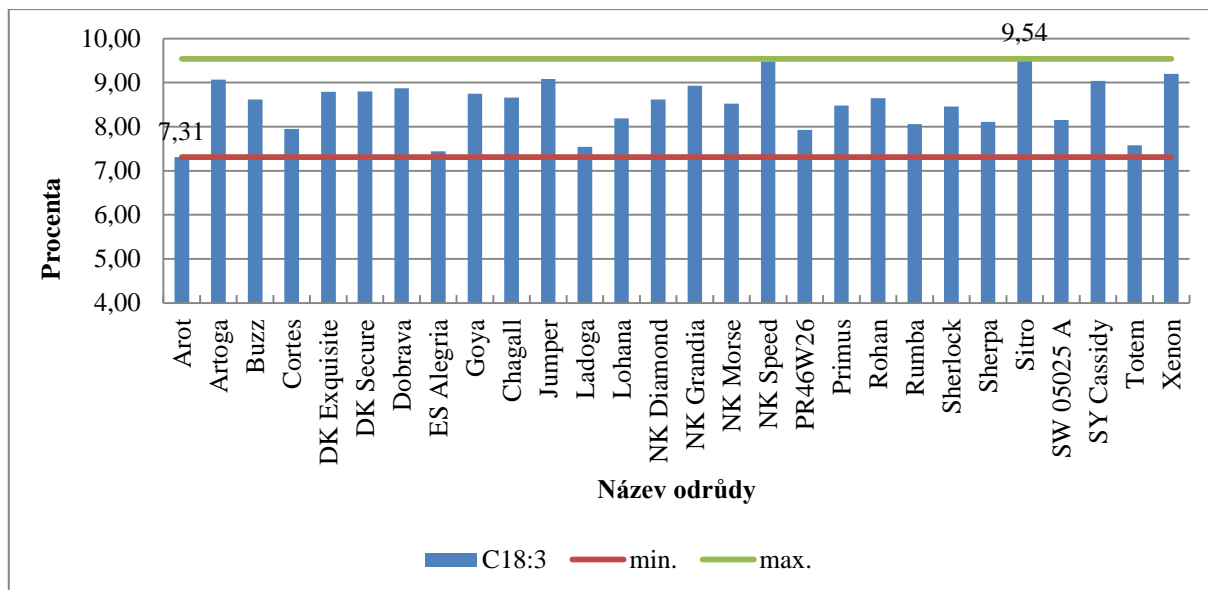
**Graf 7: Proměnlivost mastné kyseliny linolové (C 18:2) u zkoumaných odrůd řepky ozimé**



Zdroj: Tabulka číslo 8

Jak je vidět z grafu číslo 8, hodnoty kyseliny linolenové nepřesahují procentuální hranici 10 %. Nejvyšší naměřenou hodnotou je zde 9,54 % a nejnižší 7,31%.

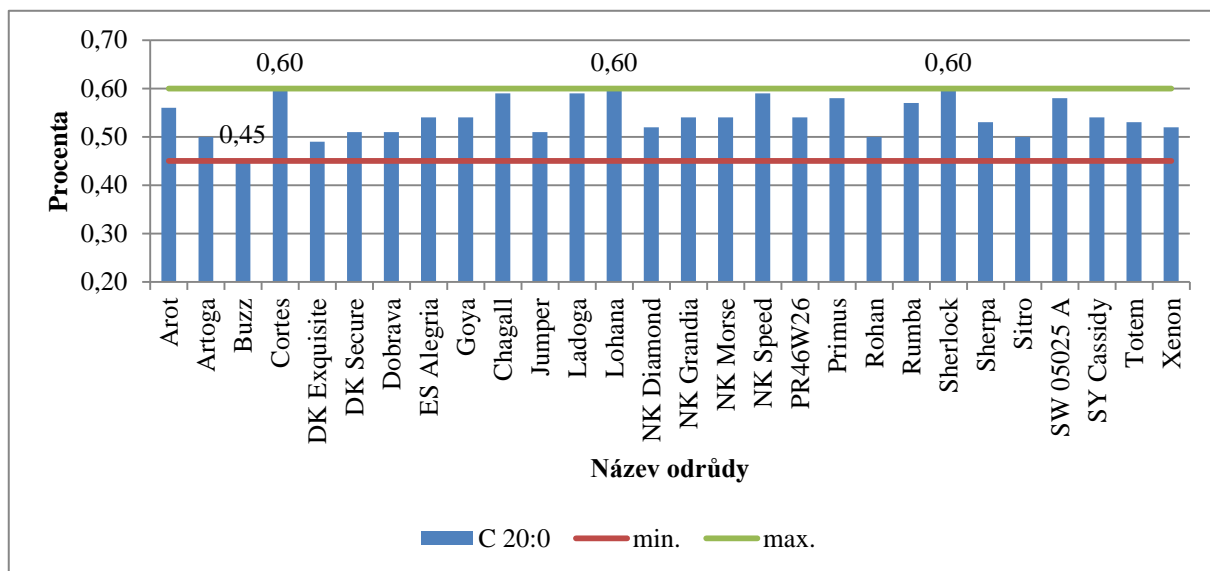
**Graf 8: Proměnlivost mastné kyseliny linolenové (C 18:3) u zkoumaných odrůd řepky ozimé**



Zdroj: Tabulka číslo 8

Graf číslo 9 znázorňuje proměnlivost mastné kyseliny arachové (C 20:0) u zkoumaných odrůd. Množství této kyseliny se pohybuje v minimálních hodnotách do 1 %. Proměnlivost obsahu této mastné kyseliny kolísá od 0,45 % do 0,6 %.

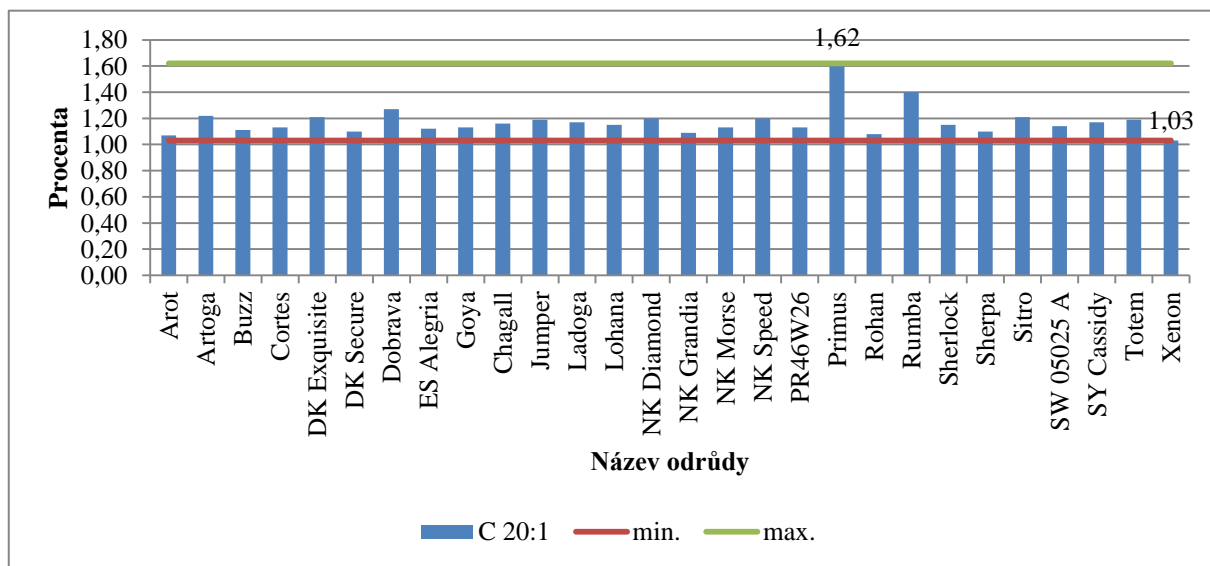
**Graf 9: Proměnlivost mastné kyseliny arachové (C 20:0) u zkoumaných odrůd řepky ozimé**



Zdroj: Tabulka číslo 8

Graf číslo 10 ukazuje proměnlivost mastné kyseliny eikosenové (C 20:1), taktéž nazývané triviálním názvem jako kyselina gadolejová. Z grafu číslo 10 vidíme její proměnlivé procentuální zastoupení, které se pohybuje od 1,03 % do 1,62 %.

**Graf 10: Proměnlivost mastné kyseliny eikosenové (C 20:1) u zkoumaných odrůd řepky ozimé**

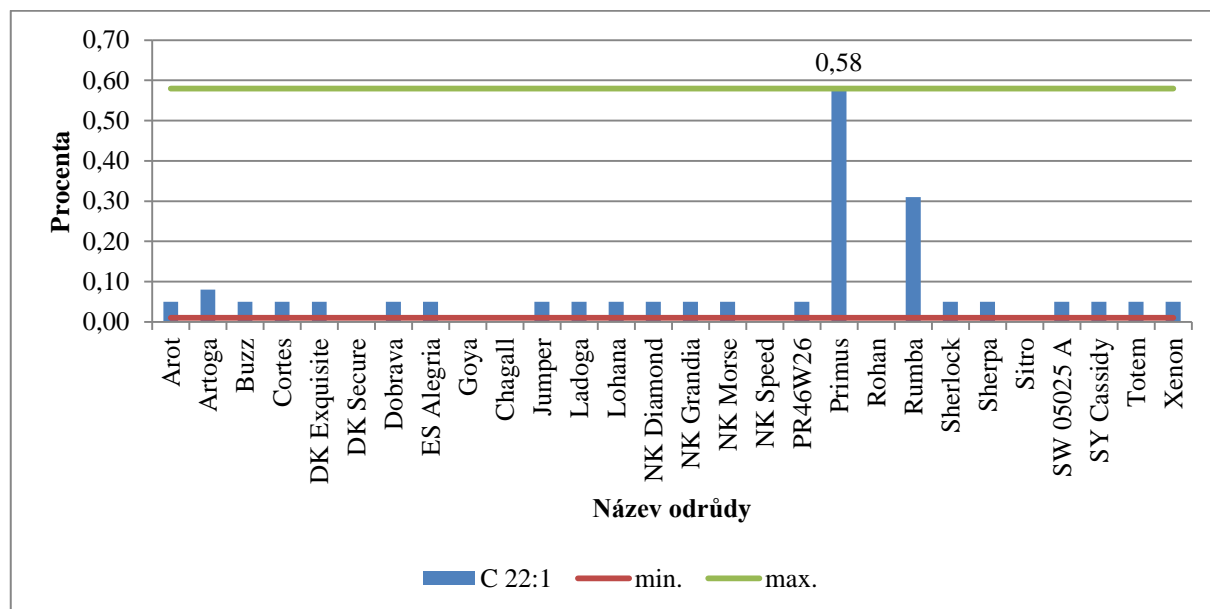


Zdroj: Tabulka číslo 8



V grafu číslo 11 vidíme proměnlivost mastné kyseliny erukové. U bezrerukových řepk dosahuje tato kyselina nízkých obsahů. V mém případě nejvyšší naměřená hodnota obsahu této mastné kyseliny byla 0,58 %.

**Graf 11: Proměnlivost mastné kyseliny erukové (C 22:1) ve zkoumaných odrůdách řepky ozimé**



Zdroj: Tabulka číslo 8

## 5.4 Výsledky nutričních hodnot

Řepkový olej je v dnešní době považován za nutričně nejkvalitnější olej. Nejen proto, že má nejnižší obsah nasycených mastných kyselin, ale hlavně proto, že z hlediska obsahu omega – 3 polynenasycených mastných kyselin patří k jejich nejvýznamnějším zdrojům rostlinného původu. Obsah těchto mastných kyselin je pro člověka velice důležitý, proto se šlechtitelé nových řepkových odrůd snaží o vytváření správného složení mastných kyselin v oleji řepky.

Index „I“ je dán obsahem mastné kyseliny linolové a mastné kyseliny linolenové. Díky tomuto indexu „I“ zjistíme množství těchto mastných kyselin ve správném poměru. Tento index je vypočítaný podle vzorce

$$I = \% LA + 2 * \% ALA,$$

kde % LA odpovídá procentuálnímu obsahu kyseliny linolové a % ALA procentuálnímu obsahu kyselina linolenové v oleji jednotlivých odrůd.

Dvojnásobné započtení obsahu kyseliny linolenové v rámci indexu „I“ zdůrazňuje menší zastoupení kyseliny linolenové v přírodních zdrojích, a tudíž také její menší dostupnost. Rovněž je ale žádoucí, udržet v řepkovém oleji i vyšší obsah mastné kyseliny linolové, aby byl maximálně udržen její nynější příjem v rámci populace při snižování spotřeby tuků.

Tabulka číslo 9 ukazuje odrůdy, které jsou zde seřazeny sestupně dle klesajícího indexu „I“. Je zde vidět rozmezí hodnot indexu „I“, které se u vybraných odrůd pohybuje v rozmezí od 31,11 do 40,54.

Jelikož bylo zkoumáno velké množství odrůd, vyhodnotím zde prvních 5 nejlépe umístěných odrůd podle hodnoty indexu „I“. Nejvyššího indexu v rámci zkoumaných odrůd dosáhla odrůda Jumper se svou hodnotou indexu „I“ 40,54. Na druhém místě se umístila odrůda Dobrava se svou hodnotou indexu „I“ 40,20. Na třetím místě skončila odrůda Sitro se svou hodnotou indexu „I“ 39,37. Čtvrté místo obsadila odrůda Artoga se svou hodnotou indexu „I“ 39,33. Na posledním umístovacím místě skončila odrůda DK Secure se svou hodnotou indexu „I“ 38,99.

Obecně by se dalo říci, že odrůdy s nejvyššími hodnotami tohoto indexu jsou zvláště vhodné ke zpracování pro potravinářský průmysl a jejich olej je nejvíce vhodný pro lidskou výživu. O odrůdách s nízkým indexem se však také nedá říci nic špatného. Obsahují jen tyto mastné kyseliny v menším množství.

**Tabulka 9: Obsahy mastných kyselin linolové a linolenové a hodnoty indexu „I“ u zkoušených odrůd**

| Odrůda       | Mastné kyseliny |       | Hodnota indexu „I“ |
|--------------|-----------------|-------|--------------------|
|              | C18:2           | C18:3 |                    |
| Název        | %               | %     |                    |
| Jumper       | 22,38           | 9,08  | 40,54              |
| Dobrava      | 22,46           | 8,87  | 40,20              |
| Sitro        | 20,29           | 9,54  | 39,37              |
| Artoga       | 21,19           | 9,07  | 39,33              |
| DK Secure    | 21,39           | 8,80  | 38,99              |
| Buzz         | 21,29           | 8,62  | 38,53              |
| DK Exquisite | 19,64           | 8,79  | 37,22              |
| Rohan        | 19,78           | 8,65  | 37,08              |
| Chagall      | 19,60           | 8,66  | 36,92              |
| NK Speed     | 17,70           | 9,48  | 36,66              |
| SY Cassidy   | 18,45           | 9,04  | 36,53              |
| Sherlock     | 19,58           | 8,46  | 36,50              |
| NK Grandia   | 18,21           | 8,93  | 36,07              |
| Goya         | 18,53           | 8,75  | 36,03              |
| NK Diamond   | 18,79           | 8,62  | 36,03              |
| Lohana       | 19,54           | 8,19  | 35,92              |
| NK Morse     | 18,70           | 8,52  | 35,74              |
| Rumba        | 19,33           | 8,06  | 35,45              |
| Primus       | 18,47           | 8,48  | 35,43              |
| Xenon        | 17,01           | 9,20  | 35,41              |
| Sherpa       | 18,78           | 8,11  | 35,00              |
| ES Alegria   | 19,43           | 7,44  | 34,31              |
| Totem        | 19,11           | 7,58  | 34,27              |
| PR46W26      | 18,17           | 7,93  | 34,03              |
| Cortes       | 18,00           | 7,95  | 33,90              |
| Ladoga       | 18,59           | 7,54  | 33,67              |
| SW 05025 A   | 16,65           | 8,15  | 32,95              |
| Arot         | 16,49           | 7,31  | 31,11              |

Zdroj: Tabulka číslo 8

## 6 Diskuse

Šlechtění nových odrůd řepky olejné s cílem změnit složení mastných kyselin bylo vždy významné. V 80. letech 20. století se podařilo vyvinout bezerukové řepky, u nichž byl snížen obsah kyseliny erukové z 50 % na 2 %. V dnešní době se takto velké změny ve složení mastných kyselin v oleji nedějí, avšak stále se pracuje na různých úpravách složení mastných kyselin pro různá využití řepkového oleje.

Fábry a kol. (1992) uvádí, že eliminace kyseliny erukové vedla ke zvýšení obsahu kyseliny olejové až na úroveň 30 %. Toto tvrzení je sice zastaralé, ale jde na něm ukázat, jak se od té doby změnilo množství mastné kyseliny olejové v oleji. Kyselina olejová (C 18:1) je dnes nejvíce zastoupenou mastnou kyselinou v oleji řepky ozimé. Z grafu číslo 6 vidíme její proměnlivé procentuální zastoupení, které se pohybuje u zkoumaných odrůd od nejnižší hodnoty 58,78 % do nejvyšší 67,48 %. Mastná kyselina olejová se vyznačuje největšími výkyvy hodnot ze všech mastných kyselin v oleji řepky ozimé. U zkoumaných dvaceti osmi odrůd se tyto výkyvy liší o 8,7 %.

**Tabulka 10: Složení mastných kyselin v 00 - druzích řepky olejné (% celkového podílu mastných kyselin v semenech)**

| Mastná kyselina     | Rozptyl     |
|---------------------|-------------|
| Kyselina palmitová  | 4,1 - 5,3   |
| kyseliny stearová   | 0,5 - 1,2   |
| Kyselina olejová    | 55,1 - 67,2 |
| Kyselina linolová   | 17,2 - 22,8 |
| Kyselina linolenová | 7,9 - 10,1  |
| Kyselina arachová   | 0,3 - 0,6   |
| Kyselina eikosenová | 1,3 - 1,5   |
| Kyselina eruková    | 0,1 - 0,9   |

Zdroj: Alpmann a kol., 2009

Z mých výsledků by se dala potvrdit i teorie Bráta a kol. (2008), kteří uvádějí, že při vzniku nových odrůd jdou zaznamenat změny většího charakteru u obsahu mastné kyseliny olejové. Její nárůst se však projevuje v závislosti na snižování obsahu vícenenasycených mastných kyselin. U výsledků nenalezneme vyšší obsah kyseliny olejové, než je průměr, ale spíše menší rozpětí s vyššími hodnotami. S nejnižšími hodnotami rozptylu okolo 55 %, jak uvádí Alpmann a kol. (2009) v tabulce číslo 10, jsem se já již nesetkala. Zvyšování obsahu mastné kyseliny olejové jde na vrub mastné kyseliny linolové a linolenové. Hodnoty těchto

vícenenasycených mastných kyselin jsou následně u mých výsledků také nepatrně nižší oproti rozptylu hodnot, které uvádí Alpmann a kol. (2009).

Nejvíce zkoumanými mastnými kyselinami jsou v této době kyselina linolová (C 18:2) a kyselina linolenová (C 18:3) kvůli jejich pozitivnímu působení na zdraví člověka. Tyto omega – 6 a omega – 3 mastné kyseliny jsou hlavními mastnými kyselinami, které jsou v oleji hodnoceny příznivě. Správný příjem těchto mastných kyselin by měl být v poměru 2:1 (2 díly kyseliny linolové a jeden díl kyseliny linolenové). Tento poměr by měla zaručovat právě konzumace řepkového oleje, který se vyznačuje nejlepším poměrem těchto mastných kyselin. V tomto se zcela shodují s výsledky Bráta a kol. (2012), kteří tvrdí, že vzhledem k velmi dobré výživové hodnotě (nejnižší obsah nasycených mastných kyselin a vyvážené zastoupení omega – 3 a omega – 6 mastných kyselin) je řepkový olej považován za nejhodnotnější rostlinný olej pro lidskou výživu.

Z grafu číslo 7 vidíme, že obsah kyseliny linolové se pohybuje v odrůdách okolo 20 %. Obsah této mastné kyseliny u mých měřených odrůd se pohybuje od 16,9 % do 22,46 %. Pouze 5 z 28 odrůd se vyznačuje větším obsahem kyseliny linolové než 20 %, což není mnoho.

Z grafu číslo 8 je vidět proměnlivost kyseliny linolenové v měřených odrůdách řepky. Při porovnání s kyselinou linolovou obsah kyseliny linolenové je asi dvakrát nižší. Hodnoty obsahu kyseliny linolenové nepřesahují procentuální hranici 10 %, nejvyšší naměřenou hodnotou je 9,54 % a naopak nejnižší 7,31 %. Z toho vyplývá, že hodnoty procentuálního zastoupení této mastné kyseliny se liší jen o malé množství. Žádné velké výkyvy hodnot u této kyseliny nejsou na grafu číslo 8 zjevné. Přesto že hodnoty této mastné kyseliny se o tolik nemění, je žádoucí, aby se pohybovaly spíše ve vyšším rozmezí, tedy okolo 10 % obsahu.

Jak uvádí Dostálová (1991) obsah kyseliny erukové v oleji dvounulových řepok nesmí přesahovat 2 % z celkového obsahu mastných kyselin. Jak je vidět z mých naměřených hodnot v grafu číslo 11, obsahy kyseliny erukové v olejích jednotlivých odrůd také tuto hranici 2 % nepřekročily. Hodnoty obsahu této kyseliny se u mých vybraných odrůd pohybují v rozmezí od 0 – 0,58 %. Z celkově zkoumaných odrůd pouze dvě vykazují výrazně vyšší hodnotu oproti ostatním. Avšak ani pro vyšší hodnoty nejsou tyto odrůdy nějak zvlášť znevýhodňovány, protože i tyto vyšší hodnoty jsou zanedbatelné.

Alpmann a kol. (2009) uvádějí v tabulce číslo deset proměnlivost mastné kyseliny eikosenové. Při porovnání s mými výsledky, se rozmezí obsahu této mastné kyseliny bude naprosto shodovat.

Mastné kyseliny palmitová (C 16:0) a stearová (C 18:0) jsou nasycené mastné kyseliny. Jak uvádí Vojštaššáková a kol. (2000) při vyšším příjmu nasycených tuků se zvyšujeme hladinu cholesterolu v krvi. Vysoké hladiny cholesterolu v krvi zvyšují rozvoj aterosklerózy neboli kornatění a zužování tepen, náchylnost k onemocnění srdce či infarktu. Obsah těchto mastných kyselin se tedy snažíme v oleji řepky snižovat, kvůli jejich negativním vlivům na lidský organismus. Truhlář a kol. (2006) uvádějí, že obsah mastné kyseliny palmitové se vyskytuje v řepkovém oleji do 6 % z celkového obsahu mastných kyselin. Jak vidíme z grafu číslo 4, kyselina palmitová se pohybuje v mých výsledcích v procentuálním rozmezí od 3,78 % do 4,97 %. Vysoké hodnoty z tvrzení Truhláře a kol. (2006) se v případě mých naměřených hodnot nevyskytly, což shledávám za dobré, pokud se má obsah nasycených mastných kyselin v oleji řepky snižovat.

V porovnání s kyselinou palmitovou je kyselina stearová zastoupena v oleji řepky v třikrát menším množství. Kyselina stearová, jak je vidět z grafu číslo 5, se pohybuje v řepkovém oleji v rozmezí od 1,3 % do 1,89 %. Toto rozmezí je relativně úzké a nevyskytují se zde žádné vysoce kolísavé hodnoty, proto by se dalo říci, že obsah této kyseliny je v řepkovém oleji konstantní.

Poslední má zkoumaná nasycená kyselina je kyselina arachová. Množství této kyseliny se pohybuje v minimálních hodnotách do 1 %. Nejvyšší naměřená hodnota obsahu je 0,6 %. Nejnižší hodnota se vyskytla u odrůdy, u které byl naměřen obsah kyseliny arachové 0,45 %. Takto nízké obsahy jsou u této nasycené mastné kyseliny naprosto správné, protože není žádoucí nárůst nasycených mastných kyselin v řepkovém oleji.

Řepka, jejíž olej se využívá v potravinářském průmyslu, se v této době nejvíce šlechtí na vyšší obsah kyseliny olejové. Tento olej méně podléhá oxidačním procesům, tudíž je vhodnější pro delší dobu smažení pokrmů. Na druhou stranu tento olej má méně esenciálních mastných kyselin. Proto se šlechtění nově zabývá snižováním kyseliny olejové a naopak zvyšováním vícenasycených mastných kyselin v oleji řepky, které jsou v této době velice preferované pro zdraví člověka.

Díky odrudám s vyšším obsahem esenciálních mastných kyselin, což jsou podle mých výsledků odrůdy: Jumper, Dobrava, Sitro, Artoga a DK Secure napomůžeme výrobě nutričně hodnotnějších olejů. Díky těmto odrudám můžeme spotřebovat menší množství olejů než u ostatních odrůd a přesto tím získáme stejné množství esenciálních mastných kyselin. Konzumace tuků a olejů je v České republice stále vysoká a příjem esenciálních mastných kyselin je nedostačující. Tyto odrůdy jsou nejlepším řešením tohoto problému. Dodají vyšší množství esenciálních mastných kyselin v menším množství oleje.

## 7 Závěr

V první části mé bakalářské práce, tedy v literární rešerši, jsem se pokusila shrnout informace o tucích a olejích, mastných kyselinách, významu tuků a olejů v dietě člověka a o jednotlivých rostlinných olejích. Nakonec jsem se zde zabývala plodinou mé bakalářské práce čili řepkou olejkou. Popisovala jsem její historii, biologickou charakteristiku, požadavky na pěstování, olejnatosť a její hlavní využití.

V praktické části jsem se nejprve zabývala proměnlivostí obsahu mastných kyselin v olejích řepky ozimé. Zkoumáno bylo 28 odrůd, které byly vypěstovány na zkušební stanici Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu, Hradec nad Svitavou. Dále byly analyzovány na jejich skladbu mastných kyselin. Výsledná proměnlivost zkoumaných mastných kyselin ve zkoumaných odrůdách byla následující:

- Obsah kyseliny palmitové se pohyboval v odrůdách od 3,78 % do 4,97 %.
- Obsah kyseliny stearové se pohyboval v odrůdách od 1,3 % do 1,89 %.
- Obsah kyseliny olejové se pohyboval v odrůdách od 58,78 % do 67,48 %.
- Obsah kyseliny linolové se pohyboval v odrůdách od 16,49 % do 22,46 %.
- Obsah kyseliny linolenové se pohyboval v odrůdách od 7,31 % do 9,54 %.
- Obsah kyseliny arachové se pohyboval v odrůdách od 0,45 % do 0,6 %.
- Obsah kyseliny eikosenové se pohyboval v odrůdách od 1,03 % do 1,62 %.
- Obsah kyseliny erukové se pohyboval v odrůdách od 0 % do 0,58 %.

Z výsledků obsahu mastných kyselin linolové a linolenové v oleji řepky jsem dále stanovovala odrůdy, které jsou zvláště vhodné pro lidskou výživu. Díky hodnotám indexu „I“ jsem tyto odrůdy stanovila. Nejlepších 5 odrůd bylo následujících:

- Odrůda Jumper se svou hodnotou indexu „I“ 40,54.
- Odrůda Dobrava se svou hodnotou indexu „I“ 40,20.
- Odrůda Sitro se svou hodnotou indexu „I“ 39,37.
- Odrůda Artoga se svou hodnotou indexu „I“ 39,33.
- Odrůda DK Secure se svou hodnotou indexu „I“ 38,99.

Odrůdy Jumper, Dobrava, Sitro, Artoga a DK Secure bych tímto zjištěním ráda doporučila pro pěstitele řepky ozimé. Tyto odrůdy by přispěly ke správnému nutričnímu



složení potravin, a tudíž také k postupnému snižování, dnes často vyskytujících se kardiovaskulárních onemocnění.

## 8 Literatura

Alpmann, L., Baranyk, P., Feiffer, A., Gertz, A., Heger, M., Humpisch, G., Jevič, P., Klaassen, H., Kurpjuweit, H., Maylandt, M., Schäfer, B., Schneider, K., Schöne, F., Sienemus, K., Stemann, G., Volf, M., Weissen, J. 2009. Řepka plodina s budoucností. BASF. Praha. 180 s. ISBN: neuveden.

Appelqvist, L. A., Ohlson, R. 1972. Rapeseed cultivation, composition, processing and utilization. Elsevier publishing company. Amsterdam. p. 391. ISBN: 0-444-40892-4.

Baranyk, P. 2002. Základy pěstování řepky ozimé. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 31 s. ISBN: 80-7105-124-1.

Baranyk, P., Fábry, A., Balík, J., Dostálová, J., Humpál, J., Kazda, J., Koprna, R., Kuchtová, P., Markytán, P., Nerad, D., Soukup, J., Šaroun, J., Škeřík, J., Volf, M. 2007. Řepka – pěstování – využití – ekonomika. Profi Press s.r.o. Praha. 208 s. ISBN: 978-80-86726-26-7.

Baranyk, P., Balík, J., Hájková, M., Havel, J., Kazda, J., Lošák, T., Málek, B., Markytán, P., Plachká, E., Richter, R., Soukup, J., Stražil, Z., Šaroun, J., Škeřík, J., Šmirous, P., Štranc, P., Volf, M., Vrbovský, V., Zehnálek, P., Zelený, V., Štranc, J., Štranc, D. 2010. Olejniný. Profi Press s.r.o., Praha. 206 s. ISBN: 978-80-86726-38-0.

Brát, J. 2007. Vliv řepkového oleje na zdraví člověka. In: Sborník Hluk 2007 – 24. vyhodnocovací seminář. SPZO s.r.o. Praha. 292 – 299 s. ISBN: 978-80-87065-03-7.

Brát, J., Zehnálek, P. 2008. Variabilita řepkového oleje z nutričního a technologického pohledu. In: Sborník Hluk 2008 – 25. vyhodnocovací seminář. SPZO s.r.o. Praha. 256 – 266 s. ISBN: 978-80-87065-07-5.

Brát, J., Zehnálek, P., Baranyk, P. 2012. Nasycené mastné kyseliny – nepodceňujeme je. In: Sborník Hluk 2012 – 29. vyhodnocovací seminář. SPZO s.r.o. Praha. 101 – 107 s. ISBN: 978-80-87065-43-3.

Brát, J., Zehnálek, P., Baranyk, P. 2011. Řepkový olej v rámci pestré a vyvážené stravy. In: Sborník Hluk 2011 – 28. vyhodnocovací seminář. SPZO s.r.o. Praha. 96 – 101 s. ISBN: 978-80-87065-36-5.

- Brát, J., Zehnálek, P., Baranyk, P. 2010. Kvalita olejů a jejich vliv na zdraví člověka. In: Sborník Hluk 2010 – 27. vyhodnocovací seminář. SPZO s.r.o. Praha 167 – 172 s. ISBN: 978-80-87065-25-9.
- Brát, J., Zehnálek, P., Baranyk, P. 2009. Řepkový olej – součást pestré a vyvážené stravy. In: Sborník Hluk 2009 – 26. vyhodnocovací seminář. SPZO s.r.o. Praha. 108 – 117 s. ISBN: 978-80-87065-14-3.
- Dostálová, J. 1991. Význam tuků a vývoj jejich spotřeby u nás a ve světě. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Praha. 52 s. ISSN: 0862-3562.
- Fábry, A., Bartoška, J., Bechyně, M., Janovec, J., Kadlec, T., Kosek, Z., Kováčik, A., Kohout, V., Kutina, V., Novák, J., Malěř, 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. Olejiny. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 419 s. ISBN: 80-7084-043-9.
- Friedt, W., Obermeier, Ch. 2011. Broadening genetic diversity for breeding high - value oilseed rape cultivars using biotechnological and molecular tools. In: 13th International Rapeseed Congress - Abstract book. SPZO s.r.o. Pardubice. p. 8. ISBN: 978-87065-32-7.
- Habekotté, B. 1996. Winter oilseed rape analysis of yield formation and crop type design for higher yield potential. Grafisch Service Centrum. Wageningen. p. 156. ISBN: 90-5485-514-2.
- Kabátová, N., Šulová, R., Ryšavý, P. 2012. Jednotné pracovní postupy - testování odrůd. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno. ISBN: 978-80-7401-063-7.
- Mourek, J., Nedbalová, M., Šmídová, L., Mydlinová, A. 2007. Mastné kyseliny omega – 3 – zdraví a vývoj. TRITON. Praha. 174 s. ISBN: 978-80-7254-917-7.
- Niewiadomski, N. 1990. Rapeseed Chemistry and Technology. Polish Scientific Publishers. Warszawa. p. 431. ISBN: 83-01-08820-6.
- O'Brien, R. D. 1998. Fats and oils. Technomic Publishing. Lancaster. p. 694. ISBN: 0-8493-1599-9.
- Pánek, J., Pokorný, J., Dostálová, J., Kohout, P. 2002. Základy výživy. Svoboda Servis. Praha. 207 s. ISBN: 80-86320-23-5.

Suchánek, P., Brát, J., Poledne, R. 2002. Přehled jedlých tuků a olejů na našem trhu a jejich hodnocení. Diabetologie, metabolismus, endokrinologie, výživa. 5 (2). 106 – 110.

Talbot, G. 2011. Reducing saturated fats in foods. Woodhead Publishing. Sawston. p. 392. ISBN: 978-1-84569-740-2.

Truhlář, T., Novák, V., Logrová, M. 2006. Řepka olejná z pohledu zpracovatele. In: Prosperující olejniny – sborník s mezinárodní účastí. Praha. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 20 – 24 s. ISBN: 80-213-1581-4.

Vaněk, V. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press s.r.o. Praha. 167 s. ISBN: 976-80-86726-25-0.

Velíšek, J., Hajšlová, J. 2009. Chemie potravin. OSSIS. Tábor. 580 s. ISBN: 978-80-86659-17-6.

Vojtaššáková, A., Kováčiková, E., Simonová, E., Holčíková, K., Pastorová, J., Klvanová, J. 2000. Tuky, olejniny, oleje a ořechy. NOI. Bratislava. p. 203. ISBN: 80-85330-83-0.

Zehnálek, P. 2012. Seznam doporučených odrůd řepka olejka 2012. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno. 70 s. ISBN: 978-80-7401-056-9.

Zukalová, H., Bečka, D., Vašák, J. 2005. Kvalita olejin při intenzivní produkci. In: Řepka, mák, slunečnice a hořčice – sborník konference s mezinárodní účastí. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 69 – 73 s. ISBN: 80-213-1289-0.

### **Další použité prameny**

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), dostupné z: <[www.fao.org](http://www.fao.org)>

ČSÚ (Český statistický úřad), dostupné z: <[www.czso.cz](http://www.czso.cz)>