



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Katedra Rostlinné výroby

Bakalářská práce

Změny odrůdové skladby řepky olejky (*Brassica napus L.*)
v průběhu šlechtění této plodiny

Autor práce: Jiří Lhota

Vedoucí práce: doc. Ing. Veronika Bártová, Ph.D.

České Budějovice

2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 23.4.2021

Jiří Lhota

Abstrakt

V práci je zmapován vývoj šlechtění z hlediska změny odrůdové skladby řepky olejky (*Brassica napus L.*). Změny odrůdové skladby se především týkají nastavení šlechtitelské práce na snížení obsahu nežádoucích mastných kyselin (kyseliny erukové) a antinutričních látek (glukosinolátů) v semeni řepky. Práce se také zabývá šlechtitelským procesem hybridních odrůd řepky, které v posledních letech převažují nad odrůdami liniiovými díky vyššímu výnosovému potenciálu. Dále je v práci uveden přínos šlechtitelské práce, týkající se transgenních odrůd, které mají zvýšenou odolnost vůči patogenům, škůdcům a odrůd tolerantních k herbicidům. Práce je zaměřena také na výnosové parametry jako jsou výnos semene a olejnatost. Vzhledem k celosvětovému významu této plodiny je zmíněna historie pěstování jak v ČR, tak i mimo ni.

Klíčová slova: řepka olejka, změna odrůdové skladby, transgenní odrůdy, hybridní odrůdy, historie šlechtění řepky

Abstract

The work maps the development of oilseed rape (*Brassica napus L.*) breeding in terms of changes in the varietal composition. Changes in the variety composition mainly concern the setting of breeding work to reduce the content of undesirable fatty acids (erucic acid) and antinutritive substances (glucosinolates) in rapeseed. There are also hybrid varieties that have prevailed over linear varieties in recent years due to higher yield potential. Furthermore, the work presents the benefits of breeding work by transgenic varieties that have increased resistance to pathogens, pests and varieties tolerant to herbicides. The work is also focused on yield parameters such as seed yield and oil content. Due to the worldwide importance of this crop, the history of cultivation is mentioned both in the Czech Republic and abroad.

Keywords: oilseed rape, varietal composition change, transgenic varieties, hybrid varieties, history of rapeseed breeding

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval své vedoucí práce doc. Ing. Veronice Bártové, Ph.D. za její odbornou pomoc a cenné rady, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce.

Obsah

Úvod.....	7
Cíl práce	8
Literární přehled.....	9
1. Řepka olejka.....	9
1.1 Historie a význam pěstování	11
1.2 Biologická charakteristika.....	13
1.3 Etapy organogeneze vzrostného vrcholu	16
1.4 Chemické složení semene	18
1.5 Požadavky na prostředí	19
1.6 Zařazení v osevním postupu	19
1.7 Volba vhodné odrůdy a odrůdové skladby řepky	20
1.8 Založení porostu.....	22
1.8.1 Zpracování půdy.....	22
1.8.2 Setí	23
1.9. Výživa a hnojení	24
1.9.1 Hnojení dusíkem	24
1.9.2 Hnojení sírou.....	26
1.9.3 Hnojení bórem.....	27
1.10 Škůdci a choroby.....	28
1.10.1 Živočišní škůdci	28
1.10.2 Houbové choroby	31
1.11 Tvorba výnosu a olejnatosti	33
1.12 Sklizeň a posklizňové úpravy.....	36
2. Šlechtění řepky olejky.....	37
2.1 Historie u nás	37
2.2 Historie pěstování řepky olejky v zahraničí.....	40
2.3 Cíle šlechtění v ČR na kvalitativní a kvantitativní ukazatele	42
2.4 Hybridní odrůdy	42
2.4.1 Hybridní systémy	44
2.5 Transgenní odrůdy	45
2.5.1 Odrůdy tolerantní k herbicidům.....	45
2.5.2 Odrůdy odolné k patogenům.....	48
2.5.3 Odrůdy odolné ke škůdcům	49
Závěr	50

Seznam použité literatury.....	52
Seznam obrázků	58
Seznam tabulek	59
Seznam grafů.....	60

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá šlechtitelským procesem a změnou odrůdové skladby řepky olejky (*Brassica napus L.*). Ozimá řepka patří v České republice mezi významné tržní plodiny s osevní plochou kolem 400 tis. hektarů. V poslední době převažuje pěstování hybridních odrůd nad odrůdami liniiovými. Nové hybridní odrůdy mají vysoký potenciál výnosu semene a vysokého obsahu oleje v semenech. U nových odrůd již odpadá problém s vysokým zastoupením nežádoucích mastných kyselin (kyseliny erukové) díky pokroku ve šlechtění, o které se zasloužili především kanadští šlechtitelé. Pro lepší uplatnění extrahovaných šrotů a výlisků došlo také ke snížení hladiny obsahu glukosinolátů v semenech řepky. Tyto pokroky ve šlechtění vedly k zavedení tzv. dvounulových odrůd, které zásadním způsobem změnilly nevalnou pověst a kvalitu výrobků vyráběných ze řepky.

Ačkoliv šlechtění nových odrůd u řepky neprobíhá ani 100 let, přesto došlo k velmi významným posunům z hlediska využití a pěstování. Díky snížení obsahu mastných kyselin, zejména kyseliny erukové, došlo k bezpečnému využití řepkového oleje v potravinářství, protože aktuální odrůdy byly vyšlechtěny na zlomek původního obsahu, který byl 45 % kyseliny erukové v oleji. Díky šlechtitelské práci týkající se snížení obsahu antinutričních látek, u řepky především glukosinolátů, se zvýšil potenciál využití extrahovaných šrotů a výlisků při krmení hospodářských zvířat.

Z hlediska ochrany rostlin během šlechtění došlo k významném posunu v oblasti produkce rezistentních a odolných odrůd. Díky genovému inženýrství byly vyšlechtěny odrůdy, které dokážou tolerovat určité herbicidy nebo jsou odolné vůči patogenům a škůdcům. Při pěstování těchto odrůd je možné i při minimálním počtu pracovníků v zemědělství pokrýt potřebnou produkci. Šlechtění na odolnost vůči biotickým a abiotickým stresorům je pro pěstitele velmi důležité, neboť při výběru takovéto odrůdy se snižují náklady na vstupy při pěstování. Výběr správné odrůdy je velmi důležitý a při správném postupu pěstování je efektivnost velmi vysoká.

Cíl práce

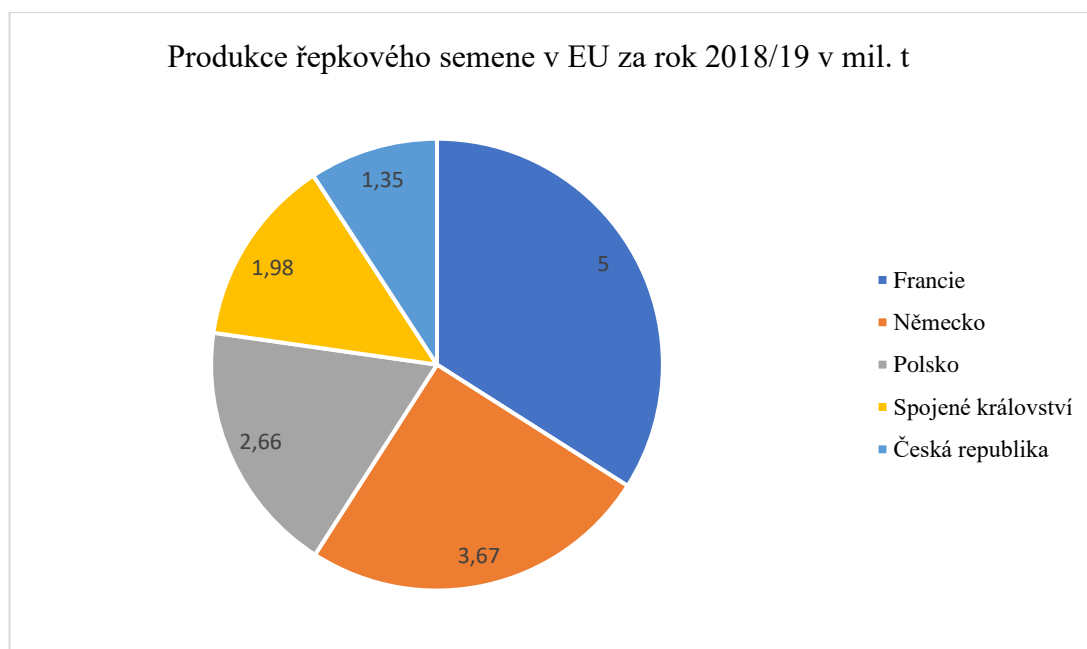
Cílem práce je zmapovat změny v odrůdové skladbě řepky olejky (*Brassica napus L.*) v průběhu jejího šlechtění. Zaznamenány budou změny týkající se skladby mastných kyselin (zejména kyselina eruková) a obsahu antinutričních látek (glukosinolátů). Z výnosových parametrů zde budou zmíněny hektarový výnos a výnos oleje. Dále budou v práci zmíněny odrůdy se zvýšenou odolností vůči herbicidům, patogenům a škůdcům. Vzhledem k důležitosti pěstování řepky ve světě bude zmíněna historie šlechtění jak v ČR, tak i mimo naše území.

Literární přehled

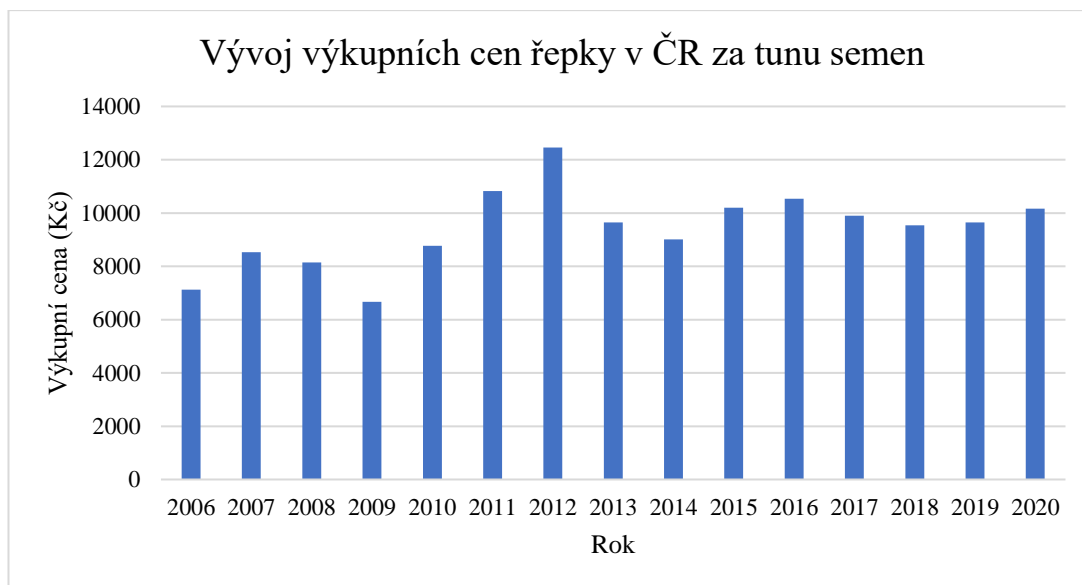
1. Řepka olejka

Řepka olejka patří celosvětově mezi velmi významnou olejninu. Za rok 2018/19 byla její světová výměra 35,02 mil. ha, produkce 71,94 mil. tun semene a zpracováno bylo 70,65 mil. tun semene. V EU byla řepka sklizena v množství 19,36 mil. t z plochy 6,75 mil. ha. Mezi největší producenty řepkového semene v EU patří Francie (4,98 mil. t), Německo (3,67 mil. t), Polsko (2,66 mil. t), Spojené království (1,98 mil. t) a Česká republika (1,35 mil. t).

Zastoupení jednotlivých olejnin v ČR pro rok 2018/19 bylo u řepky 84 %, máku 5,5 %, slunečnice na semeno 4 %, sóji 3 %, hořčice na semeno téměř 3 % a lnu setého 0,3 %. Významná část produkce řepkového semene se dobře uplatňuje na zahraničních trzích. V několika posledních letech převažuje objem vývozu nad dovozem. V roce 2018/19 bylo exportováno 426 tis. t semene a importováno 286 tis. t semene (DVOŘÁKOVÁ, 2020).



Graf 1: Produkce řepkového semene v EU za rok 2018/19 v mil. t (data DVOŘÁKOVÁ, 2020)



Graf 2: Vývoj výkupních cen řepky v ČR za tunu semene (data Agris.cz, 2021)

Řepka olejka patří mezi ekonomicky zajímavé plodiny pro pěstitele. Na grafu č. 2 můžeme vidět, že výkupní ceny v ČR stoupají. Vůbec nejvyšší výkupní cena za tunu řepkového semene byla zaznamenána v roce 2012 ve výši 12 455 Kč. V minulém roce 2020 docházelo k pozvolnému navýšení výkupní ceny až na 10 162 Kč/t.

1.1 Historie a význam pěstování

V Československu, které bylo po 2. světové válce do značné míry odkázáno na dovoz tukových surovin, se začala situace měnit. Stalo se tak z důvodu, že řepkový olej byl doposud přehlížen, ale během 2. poloviny 20. století se řepkový olej stal součástí lidské výživy. Díky pokroku v genetice a šlechtění se kanadským šlechtitelům podařilo snížit obsah kyseliny erukové (KE) na takovou hodnotu, že se kvalitou vyrovnal ostatním olejům (olivě, slunečnici, sóje). V návaznosti na práci polského šlechtitele Krzymanského došlo ke zlepšení kvality extrahovaných šrotů pro krmivářské účely kvůli snížení obsahu sirných sloučenin – glukosinolátů (GSL). Tyto změny vedly k vytvoření tzv. dvounulových odrůd, které významným způsobem zlepšily pověst, kvalitu olejů a šrotů z řepky vyráběných. V následném období, kdy docházelo po vzniku Systému výroby řepky (1983) a Svazu pěstitelů a zpracovatelů olejnin (2000) k dynamickému růstu produkce olejnin, hlavně řepky, se Česká republika stala plně soběstačným a významným exportérem (BARANYK et al., 2010). Řepka se pěstuje ve 2 formách, v ozimé a jarní. V ČR se pěstuje převážně ozimá forma řepky. Jarní forma řepky (Canola= jarní typ bezerukové řepky) se pěstuje třeba v provinciích Prairie v Kanadě, Austrálii a severní Evropě, zatímco ozimé formy se pěstují hlavně v Evropě (DOWNEY a ROBBELEN, 1989).

Využití řepky olejky můžeme rozdělit do 4 oblastí:

Potravinářství

Olej z řepky olejky může mít různá využití, od olejů, roztíratelných tuků, až po celou řadu potravinářských výrobků, do nichž se řepkový olej přidává. Řepkový olej má z běžně konzumovaných olejů a tuků nejnižší podíl nasycených mastných kyselin a skladba mastných kyselin v oleji napomáhá udržovat příznivou hladinu cholesterolu v krvi (BRÁT a BARANYK, 2019). Řepkový olej obsahuje přibližně 8 % nasycených, okolo 10 % omega 3 a 20 % omega 6 mastných kyselin. Díky skladbě mastných kyselin jej odborníci na výživu řadí mezi nutričně nejvýznamnější oleje. V tomto ohledu předčí i olivový olej, který má dominantní kyselinu olejovou, ale téměř dvojnásobné množství nasycených mastných kyselin (ZEHNÁLEK, 2020). Díky vysokému obsahu kyseliny olejové (57–68 %) a nízkému obsahu nasycených mastných kyselin (kyseliny linolenové) (ZEHNÁLEK, 2011), u HOLL odrůd obsah kyseliny olejové více než 75 % a kyseliny linolenové méně než 3 % dává oleji vyšší

oxidační stabilitu, což je výhodné při použití oleje na smažení, kde dochází k menší tvorbě škodlivých trans-mastných kyselin (VOLLMAN a RAJCAN, 2009).

Krmivářství

V krmivářství jsou výrobky z řepky velmi ceněné kvůli velkému obsahu dusíkatých látek. Patří sem extrahované šroty a výlisky, případně drcená semena (BARANYK et al., 2010). Řepkové extrahované šroty (ŘEŠ) vznikají při produkci řepkového oleje a jsou ceněné pro obsah dusíkatých látek, který je 31–37 %. Bývají náhražkou sóji, protože obsahují více aminokyselin obohacující síru. ŘEŠ má také relativně vysoký obsah vlákniny a dobrý profil aminokyselin pro přežvýkavce, zejména obsah methioninu. Kromě vysokého obsahu bílkovin je ŘEŠ díky vysokému obsahu tuku u řepky i cenný zdroj energie (Mrazagro.cz, 2021).

Oleochemie

Využití specifických vlastností technických olejů či jejich rozklad hydrolyzou nebo alkoholýzou hrají v oleochemii významnou roli. Výsledkem tohoto rozkladu jsou glycerol, mastné kyseliny a jejich deriváty a řada dalších sloučenin (BARANYK et al., 2010). Odrůdy využívané pro průmyslové využití označujeme HEAR (*High Erud Acid, Low Glucosinolate Rapeseed*). HEAR jsou odrůdy s vysokým obsahem kyseliny erukové a nízkým obsahem glukosinolátů. Ozimé odrůdy HEAR se pěstují primárně v Evropě a jarní odrůdy v Kanadě (ROBBELEN, 1991). V průmyslu je z řepky využíváno kyseliny erukové a jejich amidů, které slouží jako antiblokovací prostředek PVC folií, omezovač pěnovosti pracích prostředků a jako ztekucovač surového oleje. Tyto deriváty jsou nezávadné vůči životnímu prostředí (MOUDRÝ, 2005).

Energetické využití

Energeticky můžeme řepku využít např. pro výrobu bionafty. Jedná se o alternativní palivo, které se velmi podobá motorové naftě. Dále můžeme využít čistého řepkového oleje jako biopaliva. Bez chemické úpravy je zapotřebí adaptační zařízení pro úpravu vstupní teploty, a tím viskozity řepkového oleje anebo konstrukčně upravený motor (např. Elsbettův duotermální motor). Podstatná část řepkového oleje se v ČR zpracovává na MEŘO (metyléster řepkového oleje), které se musí podle legislativy přimíchávat do motorové nafty v minimálním množství 6 % (ZEHNÁLEK, 2020).

1.2 Biologická charakteristika

Brassica napus je alopolyploidní druh s 38 chromozomy. Předpokládá se, že vzniknul křížením druhů *Brassica rapa* a *Brassica oleracea*. *Brassica napus* má v současné době 3 poddruhy: *oleifera*, *rapifera* a *pabularia*. V současné době se předpokládá, že řepka olejka pochází ze středomořské pánve nebo z některých zemědělských oblastí, jako je severní nebo západní Evropa (HONG, 2019). Řepka olejka je známá od 13. století jako olejnina (SNOWDON et al. 2007). Stala se velmi důležitým zdrojem vysoce kvalitního mazacího oleje během průmyslové revoluce (HONG, 2019).



Obrázek 1: Rostlina řepky olejky (Slideplayer.cz, 2020)

Kořen

Kořenový systém je tvořen hlavním křovitým kořenem, který je výrazně vyvinutý a bohatě větvený. Jeho délka se pohybuje od 1 do 3 m. Tento kořen se v orniční vrstvě bohatě větví, takže zde nalezneme až 85 % hmoty kořene. Velikost a rozložení kořenů významně ovlivňuje hospodaření s vodou, příjem a využití živin. U ozimých forem řepky může rostlina před nástupem zimy vytvořit 50 % hmotnosti jen z kořene, což je důležitý faktor pro přezimování (DIVIŠ et al., 2010).

Lodyha

Lodyha je válcovitá a vyplněná dřevem. Je pokryta voskovým povlakem a její zbarvení šedozelené nebo šedofialové (MICH, 1988). U klasických odrůd dorůstá délky 2 m. U polotrasličích odrůd je geneticky zakódovaná výška do 150 cm. Větví se 15–20 cm nad zemí, takže jsou odolnější vůči poléhání, než vyšší hybridní odrůdy (VRZALOVÁ, 2009). Lodyha nese listy, květy a plody. U ozimé formy se nadzemní část rostliny vytváří ve 2 stupních: po zakořenění se nejprve vytvoří listová růžice z několika pravých listů přitlačených k zemi. Tuto fázi označujeme jako vegetativní, je spojena s fyziologickými nároky na určitý průběh teplot (jarovizace) a na určitou délku a kvalitu světla (světelný den). Listová růžice je geneticky podmíněna ozimým charakterem řepky.

Druhým stupněm růstu je fáze generativní. V této fázi dochází k prodlužovacímu růstu epikotyly řepky. Epikotyl je část nad děložními lístky, která je ve fázi listové růžice krátká, je tvořena nahloučenými zárodky pravých listů, které kryjí vzrostný vrchol rostliny. Pokud je vzrostný vrchol rostliny během vegetace poškozen, nemůže rostlina vytvořit lodyhu a přejít do druhé prodlužovací fáze (DIVIŠ et al., 2010).

Listy

Listy řepky jsou lyrovité, zpeřené a objímají lodyhu ze dvou třetin. (DIVIŠ et al., 2010).

Květ

Květ u řepky je souměrný, je tvořen 4 žlutými korunními plátky a 4 zelenými plátky kališními. Kvetení začíná od spodní části a postupuje směrem nahoru (DIVIŠ et al., 2010). Řepka je rostlinou fakultativně cizosprašnou, ale převážně samosprašnou. V dnešní době je možné získávat pylově sterilní rostliny, které můžeme udržovat a současně namnožovat pylově sterilní linie. Pylově sterilní rostliny lze kombinovat s fertillními liniemi a získávat tak hybridní osivo na bázi CMS s možností obnovy pylové fertility. Při produkci hybridního osiva je nutné zabránit samosprašení (NIX, 2008).

Plod

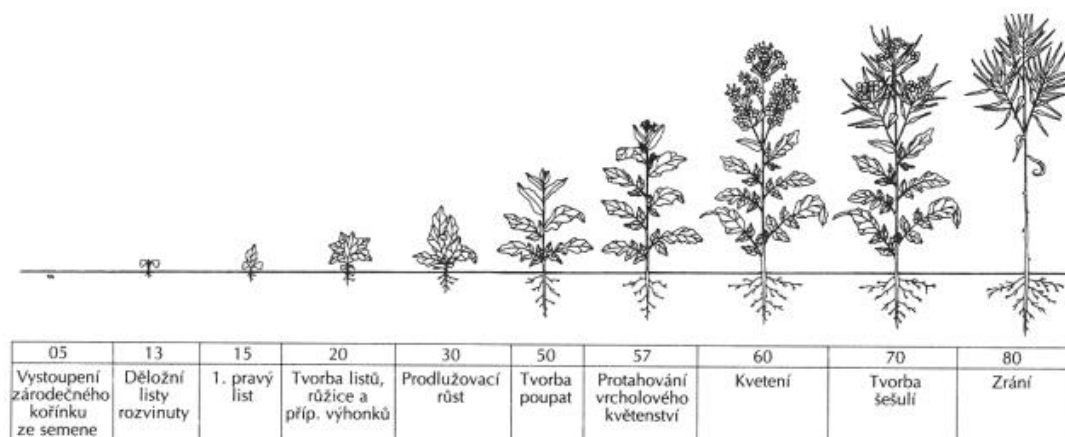
Plodem je dvouřadá šesule, která zpravidla obsahuje 15–20 semen s hmotností tisíce semen kolem 4,5–5,5 g, výjimečně až 10 g. Vyskytovat se však mohou i čtyřřadá šesule, které mají počet semen 40–50 semen (HOSNEDL et al., 1998). Postavení šesulí na větvích je neuspořádané a šesule se svírají s větví v různém úhlu (DIVIŠ et al., 2010).

Semeno

Semeno řepky klíčí při teplotě 1 °C (VAŠÁK et al., 2000). Jeho barva je jednotně šedočerná až červenavě hnědá (RYBÁČEK et al., 1965). V průměru měří 1,5–3 mm. Povrch semene se může zdát hladký, ale při 40násobném zvětšení můžeme pozorovat patrné rýhování (retikulace) na povrchu, které vytváří charakteristickou kresbu. Semeno je složeno ze 3 částí: na povrchu je vnější a pod ním vnitřní osemení (testa), vnitřek je vyplněn dvěma děložními lístky (kotyledones) a pod nimi je zárodečný kořínek (radicalus) (DIVIŠ et al., 2010).

Růst a vývoj ozimé řepky

Její vývoj trvá 11–12 měsíců.



Obrázek 2: Růst a vývoj řepky (Files.prochr.webnode.cz)

1.3 Etapy organogeneze vzrostného vrcholu

I. etapa: Základ květenství tvoří mírně vystouplý hrbolek, bez náznaku diferenciacce. Ozimé formy v tomto stavu setrvávají poměrně dlouho. Na konci I. etapy dochází k diferenciacce pletiv vrcholného meristému.

II. etapa: Základ květenství je silně vystouplý a na bázi má drobné hrbolky. Vytváří se základy vegetativních orgánů. Embryonální lodyha, internodia a listy se diferencují.

III. etapa: Probíhá další růst a vývoj základů květenství. Diferencované základy květů se začínají objevovat a tvoří hrbolky kulovitého tvaru. Současně s tvorbou zárodečné osy a jeho větvení se dokončuje tvorba zárodečných lístků. Objevuje se květenství druhého a dalšího řádu.

IV. etapa: Probíhá další diferenciacce květenství a probíhá intenzivní tvorba květních základů. U nejvyvinutějších květních hrbolků (primordií) se objevuje prodlužování květních stopek.

V. etapa: Probíhá tvorba květních hrbolků, které dosud nebyly diferenciovány. Tvoří se základy kališních lístků a u nejvyvinutějších květů se objevují ve formě jemných mozolků základy korunních plátků.

VI. etapa: U nejvyvinutějších květů jsou jasně vidět květní stopky. Základ květu se zplošťuje a dostává typický vzhled. Dále se objevují základy korunních plátků a kališní lístky se výrazně prodlužují.

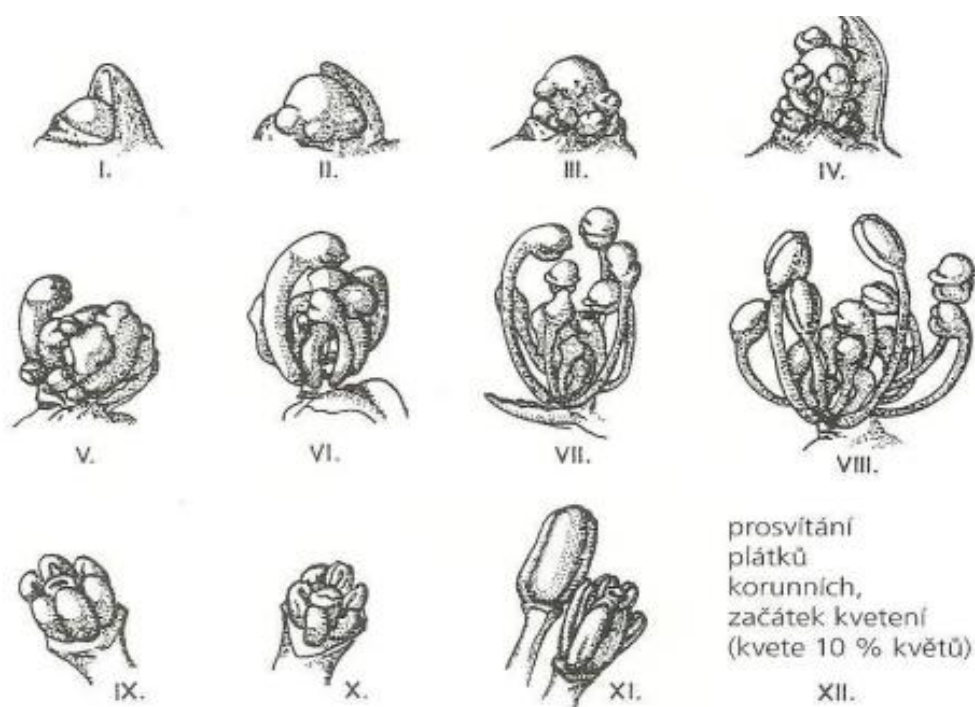
VII. etapa: Během této etapy probíhá další diferenciacce květů. Intenzivně se rozvíjejí základy korunních a kališních lístků. U těch nejvyvinutějších květů vzrostlé kališní lístečky zakrývají základ korunních plátků. Objevují se meristematické hrbolky jako základ tyčinek a pestíků.

VIII. etapa: Probíhá další diferenciacce květů. Patrné jsou zřetelné meristematické hrbolky tyčinek a pestíků, nejčastěji s náznaky prodlužování. U nejvyvinutějších může být patrný základ pestíku s viditelnou rýhou.

IX. a X. etapa: Probíhá diferenciacce prašníku a jsou tvořeny mateřské buňky pylové (mikrospory) a mateřské buňky zárodečného vaku (makrospory). V prašnících vznikají tetrády pylových zrn. V X. etapě dochází k diferenciaci pestíku a probíhá taktéž nápadné prodlužování květenství.

XI. etapa: Tvorba pohlavních orgánů je ukončena a větve květenství se rychle prodlužují. Koruna přesahuje kalich.

XII. etapa: Květenství rozkvétá, korunní lístky prosvítají a některé květy jsou zcela otevřené (asi 10 %) (BARANYK et al., 2010).



Obrázek 3: Etapy organogeneze vzrostného vrcholu (BARANYK et al., 2010)

1.4 Chemické složení semene

Tabulka 1: Složení řepkového semene (Web2.mendelu.cz)

Látky	Obsah
Tuk	38–44 %
Dusíkaté látky	20–25 %
Vláknina	7–12 %
Minerální látky	4–6 %
Glukosinoláty	10–25 $\mu\text{mol/g}$

Obsah kyseliny linolenové je z hlediska zpracování v průmyslu nežádoucí pro její snadnou oxidovatelnost, která způsobuje žluknutí tuků. Z nutričního hlediska má být pro zdravou výživu zachován poměr mezi polynasyčenými kyselinami omega 6 (linolová) : omega 3 (linolenová) 5:1 až 9:1 (VAŠÁK et al., 2000). Obsah glukosinolátů ve sklizni by neměl být větší než 17 $\mu\text{mol/g}$ semene při vlhkosti 9 % a obsahu oleje v sušině 47 % (ZEHNÁLEK, 2021). Obsah glukosinolátů u osiv dvounulových odrůd musí být ve stupni SE a E do 15 $\mu\text{mol/g}$ a stupni C 20 $\mu\text{mol/g}$ semene. Obsah kyseliny erukové v oleji může být u osiva dvounulových odrůd ve stupni SE a E 0,3 % a ve stupni C 0,8 %. Zpracovatelský průmysl požaduje maximální zastoupení KE do 2 % ve sklizeném semeni (ZEHNÁLEK, 2011).

1.5 Požadavky na prostředí

Pro řepku ozimou jsou příznivé pěstitelské oblasti s nadmořskou výškou do 700 m. n. m. Průměrná roční teplota by se měla pohybovat mezi 6,5–8,5 °C a roční srážkový úhrn od 550 až do 750 mm. Půdy lehké až střední, hlinitopísčité až hlinité, pokud jsou ovšem kvalitně hnojeny. Hlavní výměru pěstovaných ploch řepky ozimé u nás najdeme v řepařské a bramborářské výrobní oblasti. Nejvyšších výnosů a kvality v ČR dosahuje v bramborářské výrobní oblasti. Podmínkou dobrého vzcházení je dostatek srážek a vláha po zasetí (BEČKA et al., 2007). Důvody, proč řepka dosahuje vyšších výnosů a kvality ve vyšších oblastech jsou ty, že je zde dostatek srážek, menší výskyt škůdců a sněhová pokrývka chrání v zimě porosty před holomrazy (BARANYK et al., 2010).

1.6 Zařazení v osevním postupu

V osevních postupech by ozimá řepka neměla být zastoupena víc než na 12 % orné půdy. Pěstování po sobě je vhodné jednou za 4–6 let. Výběr vhodné předplodiny usnadňuje výživu i ochranu. Mezi dobré předplodiny řadíme ty, které nám umožní včasné zasetí, z tohoto požadavku nelze slevit. Velmi vhodnými předplodinami jsou luskoviny (hrách), rané brambory, píceiny včetně směsek, které lze včasné sklízet. Nejčastější a relativně přijatelnou předplodinou u nás jsou ozimé obilniny. Čím dříve opouští pozemek, tím jsou vhodnější. Nejvhodnější je ječmen ozimý, po něm pšenice ozimá, triticales a nejméně vhodné je ozimé žito. Naopak nevhodnou obilninou je jarní ječmen, protože jeho výdrol je silně agresivní, řepku zapleveluje a téměř vždy dochází k výraznému snížení výnosu. Po sobě řepku nepěstujeme z důvodu zdravotního stavu, zaplevelení a škůdcům (DIVIŠ et al., 2010). Řepka je v osevních postupech žádanou plodinou. Po sklizni řepky na každých 100 kg vyprodukovaného semene v půdě zůstává 9 kg K₂O, 1,1 kg P₂O₅ a 3,5 kg N/ha. Podstatná je i návratnost dobře rozložitelné organické hmoty v posklizňových zbytcích (BARANYK et al., 2007).

1.7 Volba vhodné odrůdy a odrůdové skladby řepky

Výběr vhodné odrůdy je základem pro celou pěstitelskou technologii. Mezi hlavní kritéria při výběru odrůd řepky patří výnos, bujnost, růst na podzim, rychlost regenerace na jaře, zdravotní stav, přezimování, odolnost vůči poléhání, pukavost šesulí, ranost ve sklizni aj. jsou také velmi důležitá. Kvalita semen zůstává trochu stranou, ať už se jedná o složení nebo obsah oleje. Z pohledu výnosu jsou si odrůdy podobné (BEČKA a VAŠÁK, 2015). V současné době je ve státní odrůdové knize zapsáno 113 odrůd řepky ozimé (ÚKZÚZ, 2020). Při pěstování bychom vždy měli vědět, o jaký typ řepky se jedná.

Přehled různých typů odrůd řepky je následující:

“EG“ (++) tzv. erukové řepky, dříve pěstované, s vysokým obsahem KE (cca 50 %) a s vysokým obsahem GSL 90–150 $\mu\text{mol/g}$ semene. Objevují se jako přežívající plevel. Mohla by se pěstovat na objednávku pro průmyslové využití.

“0“ řepky se sníženým obsahem KE (do 5 %) a s nesníženým obsahem GSL (90–150 $\mu\text{mol/g}$ semene). Nepěstuje se, objevuje se na polích jako plevel tam, kde se dříve pěstovala.

“00“ řepky se sníženým obsahem KE (do 2 %) a se sníženým obsahem GSL (pod 30 $\mu\text{mol/g}$ semene). Patří sem všechny zapsané odrůdy.

“000“ řepky se sníženým obsahem vlákniny z cca 12 % na 6 % a se stejnou kvalitou jako u dvounulových odrůd. Mají světlé osemení.

“0000“ řepky s vlastnostmi jako “000“ typy, ale navíc mají snížený obsah nestabilní kyseliny linolenové

“E0 (+0)“ řepky s vysokým podílem KE cca 50 % a se sníženým obsahem GSL pod 30 $\mu\text{mol/g}$ semene. Jsou určeny pro průmyslové využití.

Hybridní řepky vlivem heterozního efektu je výnos zvýšen o 15–20 % oproti známým dvounulovým odrůdám.

Transgenní řepky geneticky změněné řepky (např. rezistentní proti některým herbicidům), obsahují mastné kyseliny typické pro tropické olejniny apod. (DIVIŠ et al., 2010 a ŠNOBL, et al., 2007).

Mezi současnou odrůdovou skladbu řepky řadíme 5 skupin odrůd: liniové, pylově fertilmí odrůdy, pylově sterilní hybridy/sdružené odrůdy, tříliniové hybridy a topcross hybridy. Téměř všechny odrůdy jsou určeny pro produkci semene.

Liniové odrůdy zahrnují běžné odrůdy různých typů jako jsou pylově fertilmí linie, zúžené populace, dihaploidy aj. Při pěstování těchto odrůd se řídíme obvyklou agrotechnikou.

Pylově fertilmí hybridy (Restaurované hybridy) jsou hybridy, kteří tvoří pyl na všech květech rostlin. Vzhledem k tomu, že během podzimní i jarní vegetace dochází k rychlejšímu a mohutnějšímu nárůstu těchto odrůd, je třeba je vysévat až ke konci agrotechnických lhůt a snížit výsevek. Doporučené výsevní množství k jednotlivým hybridům dodávají semenářské firmy. K tvorbě těchto hybridů se v současnosti používají 3 hybridní systémy založené na cytoplazmatické pylové sterilitě: OGU/INRA, MSL a Safecross.

Polotrpasličí (Semidwarf) odrůdy také patří mezi pylově fertilmí hybridy (ZEHNÁLEK, 2019). Předpokládá se, že tyto odrůdy obsahují trpasličí Bzh gen, který má za následek malý vzrůst těchto odrůd. Menší objem porostu usnadňuje jejich sklizeň. Výnosy nejsou na takové úrovni jako u liniových a hybridních odrůd (BERRY et al., 2018). V podzimní vegetaci je u nich patrný nižší vzrůst a přerůstání je u nich neobvyklé. I v jarní vegetaci je počáteční růst pomalejší. Vyznačují se vynikající schopností proti vyzimování. Rostliny větvi nízko nad zemí a tvoří husté, obtížně prostupné a hůře větratelné porosty. Většinou nepoléhají, ale v současnosti je jejich pěstování na ústupu (ZEHNÁLEK, 2019).

Pylově sterilní hybridy / Sdružené odrůdy jsou uváděny do oběhu jako sdružené odrůdy tvořené směsí pylově sterilní hybridní složky a různého podílu liniových odrůd jako opylovačů. V agrotechnice je potřeba dodržovat kromě zásad uvedených u pylově fertilmích hybridů i specifika jejich opylovacích poměrů. Vzhledem k nutnosti přenosu pylu z opylovače na sterilní složku hybridu jsou tyto hybridy náročnější na povětrnostní podmínky a dostatečný přísun včelstev v době kvetení. Také je vhodné pěstovat na sousedních plochách pylově fertilmí hybridy nebo liniové odrůdy, jako zdroj pylu. V současné době už nejsou příliš nabízeny.

Třiliniové hybridy jsou odrůdy, které se skládají z 50 % pylově fertálních hybridů, kteří si dokážou vytvořit pyl, a z 50 % pylově sterilních hybridů, kteří jsou bez produkce pylu. Nabídka těchto hybridů je na trhu velmi omezená.

Topcross hybridy jsou hybridní odrůdy složené ze 70 % pylově fertálních odrůd a z 30 % pylově sterilních odrůd. Nabídka těchto hybridů je na trhu také velmi omezená (ZEHNÁLEK, 2019).

1.8 Založení porostu

1.8.1 Zpracování půdy

Patří mezi nejdůležitější agrotechnické zásahy při odplevelování půdy, která je zamořená velkým množstvím rozmnožovacích orgánů jak generativních, tak vegetativních. Hlavním úkolem je půdu postupně očišťovat od rozmnožovacích orgánů a pokud možno zničit vzešlé plevele, aby se zabránilo dalšímu rozmnožování a šíření nebezpečných plevelů. Celková soustava zpracování půdy působí významně na zvyšování úrodnosti půdy. Dokáže pozitivně ovlivnit fyzikální vlastnosti půdy, jako jsou struktura a pórovitost, a tím také ovlivnit vodní a vzdušný režim v půdě (HRON a KOHOUT, 1986).

V hlavních produkčních oblastech se snadno zpracovatelnými půdami je preferovaná orba. Hlubší zpracování půdy je pro řepku žádoucí, a proto i u bezorebných technologií je dobré nahradit mělké zpracování půdy hlubším kypřením do hloubky 15–25 cm, aby došlo k provzdušnění profilu, rychleji infiltrovaly srážky a nebyl brzděn rozvoj kořenového systému. Redukované zpracování vystavuje řepku většímu tlaku výdrolu, riziku přenosu chorob a škůdců. Bezorebné technologie si našly své uplatnění v sušších oblastech, oblastech s těžkými, obtížně zpracovatelnými nebo mělkými kamenitými půdami (BARANYK et al., 2010).

Sláma může velice škodit při klíčení a vzcházení rostlin. Buď je důležité slámu sebrat anebo ji kvalitně a rovnoměrně rozptýlit po pozemku. Rozdrtit slámu můžeme přímo při sklizni kombajnem, který je opatřen drtičem nebo traktorovým drtičem, který drtí slámu z řádku. Na slámu je dobré aplikovat 20 t/ha kejdy nebo aspoň 30 kg N/ha, nejlépe granulovaného síranu amonného (BEČKA et al., 2007).

Klasická nebo také tradiční příprava půdy pro ozimou řepku začíná úklidem pole po sklizené předplodině (u obilnin úklidem slámy). Je-li meziorostní období dlouhé aspoň 4 týdny, začínáme podmínkou asi do 10 cm hloubky podmínkami pluhu

nebo talířovými podmiťači. Následuje ošetření povrchu vláčením a válením (nejlépe kotoučovými válci). Na upravený povrch můžeme aplikovat průmyslová nebo organická hnojiva podle potřeby. U organických hnojiv musí orba skončit do 3 týdnů před setím. Rozbití hrud smyky provádíme do 2 týdnů před setím. V této době je možné na půdu aplikovat herbicidy a v případě vysokého výdrolu i graminicidy (přípravky na hubení trav). Rovný a plevelů zbavený povrch půdy s rozbitými hroudami v případě, že mezi orbou a setím zůstane 2–3 týdny, vytvoří v hloubce kolem 3 cm pod povrchem set'ové lůžko, tj. zpevněná část ornice, ve které je obnovena kapilární vztlínavost vody (DIVIŠ et al., 2010).

1.8.2 Setí

Agrotechnický termín založení porostu by měl před nástupem zimy zaručit dosažení růstové fáze 6–8 listů a tloušťku kořenového krčku 8–12 mm. Optimální agrotechnická lhůta pro setí řepky ozimé se pohybuje v rozmezí druhé dekády srpna (v pícinářské a bramborářské výrobní oblasti) a třetí dekády srpna (obilnářská a řepařská výrobní oblast) s mírnými ročníkovými a krajovými odlišnostmi (BARANYK et al., 2010). Optimální počet rostlin po přezimování by měl být 40–60 rostlin/m². Pro hybridní odrůdy může být počet 30–40 rostlin/m² (VAŠÁK et al., 2000).

Výsevek v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti je 2,5–4 kg/ha, v horské výrobní oblasti 3–5 kg/ha a v bramborářské výrobní oblasti bez ovesného subtypu 2,5–4 kg/ha (BRDEČKA, 2007). Osivo je již předem dodáváno ve výsevních jednotkách, takže odpadá nutnost počítat výsevek. Výsevní jednotka obsahuje 450 nebo 500 tisíc klíčivých semen u hybridů, 600 nebo 700 tisíc u liniových odrůd, což je množství určené pro jeden hektar (BARANYK et al., 2010).

Nejobvyklejší meziřádková vzdálenost je 10,5–15 cm (úzké řádky). Hloubka výsevu je 1,5–2 cm. Hlubší výsev volíme na suchých půdách a na lehčích půdách při použití fytotoxických herbicidů (HŮLA a PROCHÁZKOVÁ, 2008).

Tabulka 2: Doporučené termíny výsevu řepky ozimé v ČR (BEČKA et al., 2007)

Výrobní oblast	Termín setí
Kukuřičná a řepařská	25.8. – 5.9.
Bramborářská (kromě oves. Subtypu)	20. – 25.8.
Bramborářská (ovesný subtyp)	15. – 20.8.
Horská	10. – 15.8.

V tabulce č. 2 můžeme vidět, že s narůstající nadmořskou výškou musíme počítat s časnějším výsevem.

1.9. Výživa a hnojení

Řepka je na živiny asi 2–3x náročnější než obilniny. Na druhé straně má vysokou předplodinovou hodnotu. Půdu obohacuje o organickou hmotu a mikroorganismy. V půdě vytváří drobtovitou strukturu a biologicky melioruje půdu. Má vynikající fytosanitární a biofumigační účinky. Tyto účinky má 2-fenyletylglukosinolát, který je obsažen v kořeni, tak i glukosinoláty v nadzemní biomase (BEČKA et al., 2007).

1.9.1 Hnojení dusíkem

Při intenzivním pěstování řepky olejky jsou dusíkatá hnojiva aplikována v několika dělených dávkách kvůli potřebám porostu v různých růstových fázích, což vede k vyššímu využití dusíkatých hnojiv a k omezení nepříznivých vlivů hnojení na životní prostředí (KUSÁ et al., 2011). Na produkci 1 tuny semene spotřebuje řepka 50–60 kg N, 25–35 kg P₂O₅, 60–70 K₂O, 40–70 kg CaO, 7–12 kg MgO a asi 0,3 kg B (DIVIŠ et al., 2010).

a) Hnojení na podzim

Moderní technologie pěstování řepky počítají s aplikací N na podzim před setím častěji, než tomu bývalo dřív. Dávku N 20–40 kg/ha používáme jen když nebylo použité organické hnojení přímo k řepce, nebyla předplodinou víceletá pícnina a na úrodných stanovištích (BARANYK et al., 2010). Pokud je řepka pěstována intenzivně, je důležité zařadit do technologie hnojení dusíkem v pozdním podzimu (polovina až konec října). V této době nehrozí přerůstání řepky v důsledku nižších teplot. Touto cestou využívají dusík hlavně kořeny (BEČKA et al., 2007). Hnojiva, která jsou doporučená pro předset'ovou aplikaci, jsou granulovaný síran amonný, amofos, ledek amonný s vápencem, výjimečně kombinovaná hnojiva (NPK) se zapravením do půdy. V pozdním podzimu volíme LAV, LV, DA, DAM 390, DASA, SAM (VANĚK et al., 2002).

b) Hnojení na jaře

Na jaře by se měla celková dávka N rozdělit na 3–4 dávky, s optimálním rozestupem 14–18 dnů (BEČKA et al., 2007). Pokud chceme dosáhnout výnosu 4–5 t/ha, měla by být celková dávka dusíku aspoň 200–250 kg N/ha. Jarní hnojení řepky je složité a v jednotlivých letech lze pozorovat určité odlišnosti. Faktory, které mohou ovlivnit hnojení jsou: průběh počasí a množství srážek, stav porostu (nadzemní biomasa a kořeny), půdní druh, sorpční vlastnosti a pH půdy (ČERNÝ et al., 2016).

Řepka patří mezi plodiny, které vyžadují včasnou aplikaci regenerační dávky N, protože kořenový systém reaguje již při 2 °C. V ornici a v podorničí je nižší obsah minerálního N a k zabezpečení vysokých výnosů je zapotřebí vysoký přísun N do biomasy v jarních měsících. K regeneračnímu hnojení se nejvíce hodí ledek vápenatý, ledek amonný s vápencem při nižších dávkách nebo močovina. Regenerační dávku je vhodné rozdělit do dvou aplikací, 1a a 1b. 1a dávka by měla být 30–40 kg N/ha a 1b dávka 30–60 kg N/ha. Dávku 1b aplikujeme asi 14 dnů po 1. hnojení.

Rozdělit dávku je vhodné tam, kde je možnost použití kapalného hnojiva v následujících termínech, neboť časné hnojení těmito hnojivy může způsobit popálení rostlin, které se výrazně snižuje v pozdějším období. Doporučená hnojiva pro 1a dávku jsou: LAV, DA, DASA, UREA^{Stabil}, MO, LV (DAM, SAM, AGROSAM). Doporučená hnojiva pro 1b dávku jsou: DAM, SAM, AGROSAM, UREA^{Stabil} (DASA, LAV, DA). Při pozdním otevření jara regenerační dávku nedělíme, v tomto

případě použijeme tuhá hnojiva. Na těžších půdách jednorázově až 100 kg N/ha (BARANYK et al., 2010).

Hnojení ve fázi dlouhivého růstu provádíme v období od 1. do 10. dubna, přibližně 3 týdny po hnojení dávkou 1b. Běžná dávka je 50–80 kg N/ha. Velikost dávky je možné upřesnit ARR i celkovým stavem porostu. Doporučená hnojiva DAM 390, LAV, DA, LV a kejda. Podle stavu porostu je pozdější aplikace kejdy vhodnější do řádků než plošně na povrch listů. Nejvhodnější hnojivo je DAM, protože jej lze aplikovat s insekticidy (DIVIŠ et al., 2010).

Hnojení ve fázi žlutých pupat má své opodstatnění na lehčích, chudších půdách a v sušších oblastech, kde není zabezpečen přísun N rostlinám v době květu a ve fázi zelených šešulí. Velikost dávky je většinou 20–40 kg N/ha. Používáme stejná hnojiva jako u druhé dávky N včetně DAM 390. Při pozdní aplikaci hnojiva DAM 390 je možné popálení rostlin.

1.9.2 Hnojení sírou

Z hlediska dlouhodobého zvýšení celkového obsahu S v půdě je nejvhodnější sádrování. Při běžné technologii lze síru aplikovat v následujících termínech:

Základní hnojení: dávka asi 20 kg S/ha, doporučená hnojiva: síran amonný, DASA, kieserit, jednoduchý superfosfát, síran draselný.

Podzimní hnojení: konec září až začátek října. Toto opatření volíme pouze při projevech nedostatku S, doporučená hnojiva: kieserit, hořká sůl, případně listová hnojiva se sírou.

Jarní aplikace: V závislosti na obsahu minerální síry, dávka činí 20–40 kg S/ha. Síru lze aplikovat společně při dusíkatém hnojení. Další možnost je aplikace kieseritu nebo hořké soli brzy na jaře. Toto opatření je vhodné zejména na půdách s nedostatkem hořčíku.

Hnojení sírou směřujeme především do období časného jara, kdy využití S je nejvyšší a také deficit síry v půdě je nejzřetelnější. Později, asi v 2. dekádě dubna dochází ke změně pohybu vody v profilu půdy. Podmínky výživy sírou se tím zlepšují, protože vzlínající voda má vyšší obsah síranů než voda srážková. Vysoké dávky síry při hnojení vedou ke zbytečné akumulaci v pletivech rostlin a dále ke zvýšené produkci glukosinolátů v semeni. Neúměrně vysoká intenzita hnojení N a S snižuje obsah oleje v semeni (BARANYK et al., 2010).

1.9.3 Hnojení bórem

Vhodná doba pro mimokořenovou výživu je ve fázi dlouživého růstu, až na počátku kvetení. Na trhu máme celou řadu hnojiv, která je možné aplikovat společně s DAM 390. Velmi vhodná je aplikace s použitím smáčedla a dávka B by měla činit maximálně 150–230 g B/ha. Toto opatření lze v průběhu jara opakovat tak, že celková dávka činí 400–500 g B/ha. Na půdách s vysokým deficitem bóru je možné aplikovat speciální listová hnojiva již v období měsíce října (BARANYK et al., 2010).

1.10 Škůdci a choroby

1.10.1 Živočišní škůdci

Podzimní období

Plži (*Gastropoda*)

Zástupci škodlivých druhů plžů jsou slimáček síťkovaný (*Deroceras reticulatum*) nebo slimáček polní (*Deroceras agreste*). Po zasetí mohou plži poškodit i klíčící semena v půdě a rostliny pak vůbec nevzejdou. Po vzejtí se u rostlin zpočátku objevuje nepravidelný žír na listech, hypokotylu a kořincích. Později sežírají rostliny úplně. Ochrana spočívá v aplikaci granulované návnady s účinnou látkou. Signalizaci provádíme pomocí desek, které umístíme na pozemek ve večerních hodinách (KAZDA et al., 2010).

Dřepčící

Dospělci těchto brouků v některých letech patří mezi velmi závažné škůdce. Klíčícím rostlinám ožírají pod povrchem půdy děložní lístky a rostliny potom nevzcházejí. U vzešlých rostlin pak mohou dírkovat listy a rostliny potom zasychají a hynou. Mohou se vyskytovat v mimořádně velkém množství. Škodlivost podporuje teplé a suché počasí.

Dřepčík olejkový působí hlavní škody žírem larev v řapících listů a později i v srdéčku rostliny na podzim i brzy na jaře. Rostliny s poškozenými srdéčky snadno podléhají vymrzání, listy žloutnou, vadnou a zahnívají (BARANYK et al., 2010).

Krytonosec zelný

Má jednu generaci ročně. Má dva kmeny. Jarní: přezimující brouci, vajíčka kladou do jamek na kořenový krček, napadení provází tvorba hálek, z hálek vylézají larvy a kuklí se v půdě, brouci se líhnou koncem léta. Napadá zejména jarní řepku. Podzimní: larvy přezimují v hálkách, brouci se líhnou v květnu až červnu. Vajíčka kladou na ozimou řepku, možná je záměna s nádory hlenky kapustové.

Pilatka řepková

Způsobuje žír na listech a lodyhách. Vzácně při přemnožení způsobuje holožír. Samička klade od května vajíčka do listů a škodí zejména housenice 1. generace na jaře a 3. generace na podzim. Poškození lze zaměnit za žír plžů (HRUDOVÁ et al., 2009).

Zimní období

Hraboš polní

Hlodavec s krátkým ocasem, tupým čenichem a malými boltci. Délka těla bez ocasu 9–13 cm se zbarvením do hněda až šedohnědá. Vyhovuje mu sled obilnina, minimální příprava půdy a osev ozimou řepkou. V obilnině nachází dostatek energie pro přežití do podzimu a řepka je ideální pro přežití zimy. Listy jej chrání až do zámrazu před přirozenými nepřáteli. V některých letech může silně poškodit porosty řepky. Ochrana se provádí pouze při přemnožení (BARANYK et al., 2010).

Období časného jara

Krytonosec řepkový

Je nejvýznamnějším jarním škůdcem. Při teplotě půdy 5–7 °C, což odpovídá teplotě vzduchu asi 10–12 °C, nalétávají brouci do porostů řepky. Prvními příznaky jsou drobné otvory na listech způsobené žírem dospělců, později dospělci kladou vajíčka do stonku, kde tvoří asi 1 mm velké vpichy. Larvy požírají vnitřek stonku a rostliny se deformují, zkrucují až stonek praská. Při silném napadení rostliny málo kvetou. Mechanicky poškozené stonky představují vstupní bránu pro různé houbové infekce jako je např. *Leptosphaera maculans* a *Verticillium dahliae*.

Krytonosec čtyřzubý

Samičky kladou vajíčka ve skupinách do řapíku listu nebo do hlavního nervu. Vylíhlé larvy poškozují řapíky a později i stonek. Chemická ochrana musí být provedena včas proti dospělcům před naklazením vajíček. Účinek všech prostředků proti nakladeným vajíčkům a larvám je malý (KAZDA et al., 2010).

Blýskáček řepkový

Brouci nalétávají do porostů při teplotě vzduchu od 15 °C. V porostech se prokousávají do pupat a zčásti je vyžírají. Důsledkem napadení je nepravidelné nasazení květů, popřípadě šešulí. Se značnými ztrátami je třeba počítat při časném výskytu a pomalém vývoji řepky před kvetením. Larvy neškodí, živí se pylem. Má jednu generaci za rok. Blýskáček získává v posledních letech významnou rezistenci vůči pyretroidům (BARANYK et al., 2010).

Období tvorby šešulí

Krytonosec šešulový

Larvy poškozují semena v šešulích. Jedna larva zničí 2–5 semen, což je 8–15 % semen v šešuli. Ostatní semena zůstávají nepoškozená. V jedné šešuli bývá jen jedna larva. Samice při kladení zanechává feromon, který zabraňuje dalším samicím v kladení vajíček do šešule. Larvy opouští šešule otvorem o velikosti 1 mm a ten může být vstupní branou pro houbové choroby. Brouci po přezimování svým žírem způsobují drobné jamky na listech, stoncích a pupenech. Živí se také nektarem a pylem řepky. Naproti tomu žír brouků nové generace může při vysoké hustotě populace způsobit výrazné škody (KOCOUREK et al., 2018).

Bejlmorka kapustová

Nejvýznamnější škůdce v období tvorby šešulí. Jsou to drobní nenápadní komárci. Kladou vajíčka do šešulí, kde se později vyvíjejí beznohé a bezhlavé larvy. Škody nepůsobí požíráním semen, ale vysávají stěny šešulí. Šešule se později deformují, praskají a semena vypadávají. V některých letech jsou škody značné (KAZDA et al., 2010). Larvy se kuklí v půdě. Bejlmorka má 5–6 generací, z čehož je nejškodlivější 1. generace, za příznivého počasí i druhá (HRUDOVÁ et al., 2009).

Mšice zelná

Na rostlinách se objevuje ve velkých koloniích. Posátá pletiva se deformují, šešule žloutnou a dále se nevyvíjejí. Rostliny i okolní půda jsou pokryty šedavým voskovým výpotkem a sladkou medovicí. Medovice může být zdrojem živin pro různé typy černí, které dále poškozují rostliny. Největší kolonie se objevují v průběhu června (KAZDA et al., 2010).

1.10.2 Houbové choroby

Fómová suchá hniloba

Původcem této choroby je houba *Leptosphaeria maculans*, nepohlavní stádium *Phoma lingam*. Patří mezi hospodářsky nejvýznamnější houbové choroby ozimé řepky ve všech oblastech v České republice. Příznaky napadení se mohou vyskytnout ve všech stádiích vývoje. V jarních obdobích se napadení projevuje mechanicky poškozenými a prasklými stonky. Ve spodní části stonku na okrajích prasklin se vyskytují sytě fialové skvrny, které později černají. Pletiva postupně nekrotizují a v období tvorby šešulí může stonek zaschnout, ztrouchnivět a zčernat. Metody ochrany jsou setí zdravého osiva, dodržování osevních postupů, správné zpracování půdy a přiměřeně husté setí (KAZDA et al., 2010).

Sklerotiniová hniloba

Původcem choroby je houba *Sclerotinia sclerotinium* (hlízenka obecná). Na řepce napadá hlavně stonek, ale může se vyskytovat i na kořenech a kořenovém krčku. Na stoncích vytváří nažloutlé, několik centimetrů dlouhé skvrny. Ve stonku se tvoří mycelium a tmavá sklerocia. Sklerocia přežívají v půdě 3–5 let do hloubky 6 cm. Může se šířit osivem anebo infekce nastane z mycelia ze sklerocií nebo askosporami z apothecií. Ochrana spočívá ve správném osevním postupu, zaorání posklizňových zbytků a aplikací fungicidů (HRUDOVÁ et al., 2009).

Verticiliové vadnutí

Houby rodu *Verticillium* jsou typické půdní houby, které napadají rostliny za určitých podmínek. Stonek zasychá a je hranatější, patrné jsou vystouplé cévní svazky, které jsou na řezu tmavé. Silněji napadené rostliny předčasně dozrávají. Kořeny postupně trouchnivějí a tvoří se na nich černá mikrosklerocia. Houba přežívá na rostlinných zbytcích nebo jako mikrosklerocia v půdě, kde vydrží až 5 let. Účinná ochrana je likvidace posklizňových zbytků a široký osevní postup. Chemická ochrana fungicidy není možná.

Černě na řepce

Původcem onemocnění je houba rodu *Alternaria*. Nejčastěji se vyskytuje *Alternaria brassicae*. Houba napadá všechny části rostliny na podzim i na jaře. Největší ztráty jsou způsobeny při napadení šesulí, na kterých jsou nepravidelné, drobné, okrouhlé, ostře ohraničené skvrny. Šesule bývají deformované a předčasně pukají. Semena jsou scvrklá a nevyzrálá. Ochrana spočívá v likvidaci posklizňových zbytků a zdravém osivu. Cílená chemická ochrana se neprovádí, vedlejší účinek na černě má ošetření proti hlízence v době květu (KAZDA et al., 2010).

1.11 Tvorba výnosu a olejnatosti

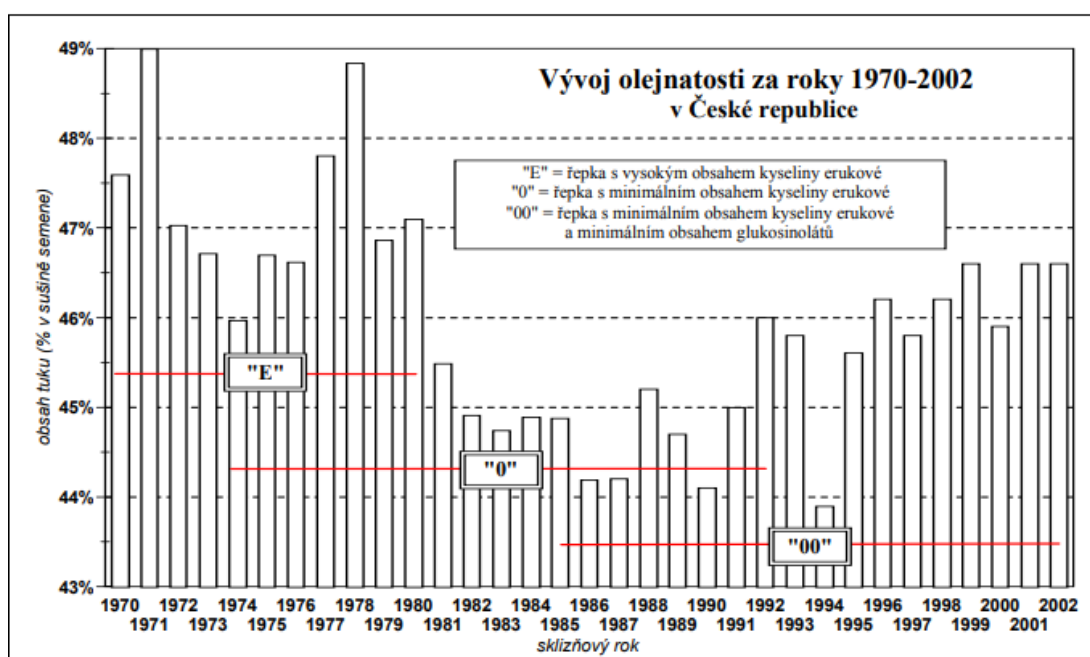
O výnosu rozhodují výnosové prvky, do kterých patří počet rostlin na m², počet šesulí na rostlině, počet semen v šesuli, HTS, teoretický výnos, sklizňové ztráty a dosažitelná produkce. Nejvíce se od optima odchyľují počty šesulí na rostlině, a to v důsledku vysoce hustých porostů, nesprávné výživy a nedostatečné ochrany proti škůdcům a chorobám. Tyto nedostatky se také projevují v nižším počtu semen v šesuli. Nejméně se u řepky snižuje HTS. Na výnosu se z 25–35 % podílí hlavní osa květenství-terminál. Jeho význam se zvyšuje s každým zhoršujícím vlivem. Nejhodnotnější jsou šesule ve spodní části květenství. V období úplné redukce listové pochvy a po odkvetení přebírají funkci asimilačního aparátu především šesule. To je teoretickým důvodem hnojení dusíkem v období od žlutých pupat do kvetení. V praxi se v posledních letech zlepšuje využití výnosového potenciálu odrůd na hodnotu 68–73 % výkonnosti odrůd zkoušených ÚKZÚZ (ŠNOBL et al., 2007).

Tabulka 3: Výnosové prvky řepky ozimé (ŠNOBL et al., 2007)

Výnosový prvek	Požadavek	Převládající skutečnost
Počet rostlin na m ²	35–50	40–70
Počet šesulí na rostlinu	150–200	80–100
Počet semen v šesuli	18–22	15–20
Hmotnost tisíce semen (g)	5	4,5–5
Teoretický výnos (t/ha)	4,7–11	2,2–7
Sklizňové ztráty (%)	2–3	5–10
Dosažitelná produkce (t/ha)	10	2,5–3,5

Olejnatost patří mezi nejvýznamnější kvalitativní znak. Je to geneticky podmíněná vlastnost a její obsah v semeni ovlivňuje např. odrůda, ročník, pěstitelská oblast a mnoho dalších. V chladnějších pěstitelských oblastech je prokázána vyšší olejnatost, oproti oblastem teplejším. Intenzivní technologie řepku nabudí k maximálnímu výnosu, což vede ke snížení olejnatosti (ZUKALOVÁ et al., 2006).

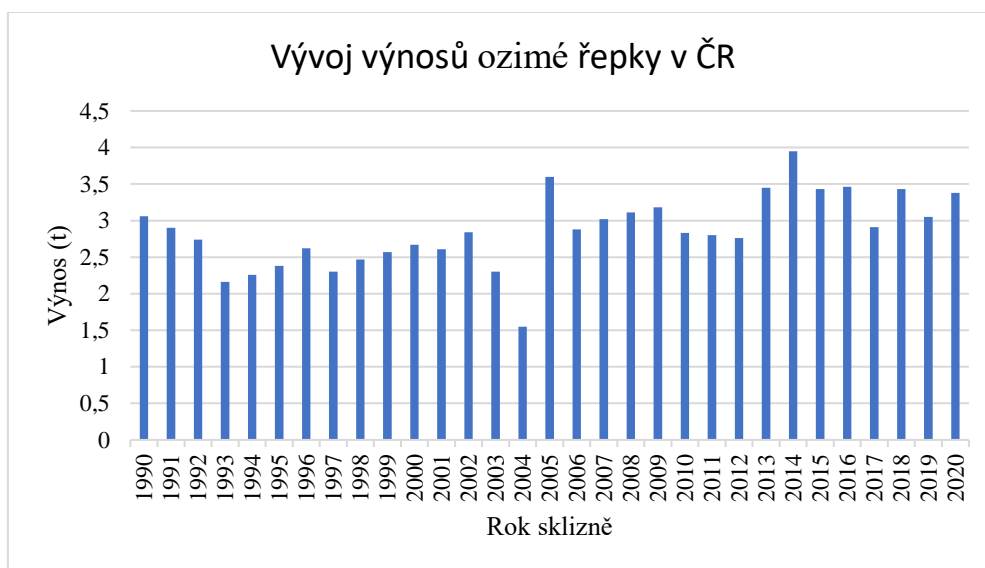
Ačkoliv je výnos oleje při zpracování velmi důležitý, v České republice většina nákupních organizací při výkupu obsah oleje nezohledňuje. Pěstitel tudíž není motivován k výběru odrůdy s vyšším obsahem oleje (BARANYK et al., 2010) jako jsou například odrůdy HOLL (*High Oleic Low Linoleic*) (obsah kyseliny olejové z 23–40 % na 78–85 % a současně nižší obsah kyseliny linolenové z 10–15 % na 3 %) (BEČKA et al., 2007). EU olejnatost sleduje a za nadprůměrnou hodnotu připláci. Navíc v EU je základ olejnatosti 40 %, nicméně u nás převládá tendence považovat za základ 42 % oleje, což tuzemské pěstitele znevýhodňuje (BARNANYK et al., 2010).



Obrázek 4: Vývoj olejnatosti za roky 1970-2002 v ČR (ZUKALOVÁ a VAŠÁK, 2003)

Na obr. 4 můžeme vidět, že u dříve pěstovaných erukových odrůd byla olejnatost velmi vysoká, mezi 47–49 % obsahu v sušině. Vlivem vyšlechtění nových jednonulových odrůd kolem roku 1980, byl zaznamenán výrazný pokles olejnatosti na hodnotu přibližně 44–45 %. Opětné navýšení olejnatosti nastalo po roce 1985, kdy byly vyšlechtěny nové dvounulové odrůdy, které měly postupem času olejnatost mezi hodnotami 44,5–46,5 %.

Z hlediska tvorby výnosu je lepší vybírat spíše hybridní než liniové odrůdy, protože mají vyšší výnosový potenciál o 10–15 %, oproti liniovým odrůdám dle propagace výrobců. V praxi je ale nutné hybridní odrůdy pěstovat na úrodných půdách s velkou intenzitou pěstování (výživa 200 kg N/ha, 3–4 sledy insekticidů na jaře apod.). U takovýchto porostů můžeme očekávat výnos běžně nad 4 t semene, ale při běžné pěstitelské technologii dojde k navýšení výnosu hybridních odrůd nad liniovými jen o 5 % (BEČKA et al., 2007).



Graf 3: Vývoj výnosů ozimé řepky v ČR (data z ČSÚ, POTMĚŠILOVÁ a ADAMEC, 2002, ZUKALOVÁ et al., 2006)

1.12 Sklizeň a posklizňové úpravy

Termín sklizně řepky ozimé je druhá polovina července. Ke sklizni jsou používány běžné sklízecí mlátičky, které se musí upravit. Úprava sklízecí mlátičky spočívá v přidání bočních děličů na žací lištu, prodloužení žacího stolu, výměna sít a správné nastavení otáček mlátícího bubnu a ventilátoru (BRDEČKA et al., 2007).

Sklizňové ztráty se za normálních okolností pohybují mezi 2–10 %. Jejich omezení se v praxi vyplácí. Důležitá je dobře zvolená doba sklizně. Ukazatel optimální doby sklizně je povrchová vlhkost semene 14 % a podíl semen se zeleným středem do 5 %. Před vlastní sklizní můžeme použít přípravek proti pukání šešulí. K dobré organizaci sklizně i regulaci dozrávání se používají přípravky, např. Harvade, Roundap apod. Na zvláště nevyrovnaných porostech se provádí desikace porostu.

Po sklizni nastává čištění a s tím většinou nebývá velký problém. Důležité je to, aby se semeno mechanicky nepoškodilo. Větší nároky jsou kladeny na dosoušení řepky. Vlastní sušení by mělo být mírné. Zrna o vlhkosti 20 % je nutné zahřívat vzduchem pouze o teplotě 40 °C, o vlhkosti do 12 % maximálně do 50 °C. Sušení je třeba přerušovat a semena chladit, aby se vlhkost v semeni vyrovnala (DIVIŠ et al., 2010).

Semeno po vyčištění a vysušení musí odpovídat parametrům ČSN 46 2300-2.

Tabulka 4: Posklizňová úprava semene řepky (BARANYK et al., 2010)

Požadavek	Hodnota
Vlhkost	8 %
Obsah tuku	42 %
Obsah porostlých a poškozených semen	2 %
Obsah nečistot	2 %
Obsah kyseliny erukové	2 %

2. Šlechtění řepky olejky

2.1 Historie u nás

V Československu se počátky šlechtění datují do období první republiky. Tehdy byl ale význam řepky malý. Výběrem z těchto domácích krajových odrůd vznikly ozimé řepky Třebíčská krajová (šlechtitelská stanice Stránské Zhoří okr. Žďár nad Sázavou), Slapská (šlechtitelská stanice Slapy u Tábora) a jarní řepka Česká krajová (šlechtitelská stanice Chlumeck nad Cidlinou). Všechny tyto odrůdy se udržely v nabízeném sortimentu až do 80. let, kdy přišly na trh bezerukové odrůdy. Od roku 1960 bylo prováděno šlechtění na zlepšení zimovzdornosti rostlin a nepukání šešulí, možném snížení obsahu KE. Na přelomu 60. a 70. let začínaly úvodní studie se zaměřením využití heteroze u řepky. Začátkem roku 1985 byl zahájen výzkum autoinkompatibility u ozimé řepky. Na přelomu 80. a 90. let byly rozpracovány následující směry ve šlechtění řepky: 00 typy, E0 typy, typy se změněnou skladbou mastných kyselin, žlutosemenné typy, linie s nízkým obsahem sinapinu a progoitrinu (Agritec.cz, 2014).

Kromě předešlých pracovišť se šlechtitelská práce začala přesouvat i do Výzkumné stanice olejnin v Opavě. Z práce tehdejších šlechtitelů vznikla odrůda ozimé řepky Silesia se sníženým obsahem KE, která byla registrována v roce 1983, následovaná první dvounulovou odrůdou Sonáta v roce 1990, dále v roce 1993 dvounulová odrůda Aglona a v roce 1997 odrůda Odila. Na Šlechtitelské stanici Slapy u Tábora vyšlechtili v roce 1986 jednonulovou odrůdu Solida a 10 let poté vznikla dvounulová odrůda Slapská Stela, která ve své době velmi dobře konkurovala i odrůdám světových firem, jejichž osivo bylo v té době do České republiky dováženo (KŘEPELKA, 2012).

Ve světě bývá šlechtění u silných firem jednou z činností, které se zabývají dalšími obory, např. zemědělskou chemií, nebo jinými velmi výnosovými aktivitami. Proto malé české šlechtitelské firmy, které mohou jen s těžší konkurovat těm velkým ze zahraničí, vytvořili sdružení pod názvem Česká řepka. Zde se spojila výzkumná činnost s praktickým šlechtěním a vytvořily se tak lepší podmínky pro tvorbu domácích odrůd, které jsou šlechtěné pro místní klimatické podmínky. Je potěšující, že odrůdy vyšlechtěné u nás mají nejen požadovanou kvalitu (obsah oleje a glukosinolátů), ale jsou i výnosově srovnatelné se zahraničními odrůdami. Z tohoto spojení šlechtitelských firem s výzkumem vyšlo a od roku 2006 bylo uvedeno na trh hned několik odrůd (Oponent registrovaný v roce 2006, Aplaus 2007, Opus 2007, Oksana 2007, Benefit 2009).

Na začátku se šlechtění zaměřovalo spíše na výnos, nepukavost šesulí, olejnatost a zimovzdornost. Následně začaly být hledány i jiné vlastnosti, které pomohly vytvořit úplně jinou řepku z hlediska kvality. Již v 80. letech se začínalo pracovat na šlechtění hybridních materiálů řepky olejky.

Potravinářskou kvalitu si řepka získala až významným snížením obsahu KE. Odrůdy, které měly tuto vlastnost se označovaly jako jednonulové. Od roku 1974 byly do oběhu uváděny odrůdy s maximálním obsahem KE do 5 %, později jen do 2 %. Pěstování těchto odrůd na velkých plochách mělo krátkou historii, protože krátce na to byly tyto odrůdy nahrazeny odrůdami s novou kvalitou. Ty měly, jak snížený obsah KE, tak i snížený obsah antinutričních látek- GSL (sirné látky) v semeni. Tím se zvýšila krmná hodnota řepky olejky, neboť výlisky z ní už byly přijatelnější pro hospodářská zvířata. Na kvalitě řepkového semene se ale i nadále pracuje, protože pro potravinářský průmysl je žádoucí další snižování obsahu KE (KŘEPELKA, 2012).

Tabulka 5: Šlechtitelský pokrok u řepky olejné za posledních 30 let (CHLOUPEK, 2008)

Přibližné období	Charakteristika odrůd	Využití
do r. 1975	EG odrůdy s nevyhovující kvalitou- vysoký obsah KE v oleji a GSL ve šrotu	malé možnosti využití: olej hlavně pro technické účely
r. 1975 až 1985	jednonulové odrůdy se sníženým obsahem KE (do 5 %), ale vysokým obsahem GSL	rozšíření pro potravinářské využití: bez krmivářského využití, zvýšení počtu osevních ploch
r. 1985 až současnost	dvounulové odrůdy s minimálním obsahem KE a nízkým obsahem GSL (do 30 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ semene)	bezproblémové potravinářské i krmivářské využití, zvýšení osevních ploch
od r. 1995	rozšíření hybridních odrůd (nejdříve na bázi systému MSL, Lembke a později Ogu-INRA)	stejně využití jako u dvounulových odrůd, využití heterózního efektu v podobě vyšších výnosů
od r. 2000	výkonné liniové odrůdy s velmi nízkým obsahem GSL, nové trendy- změna skladby mastných kyselin v oleji, žlutosemenné odrůdy, trpasličí odrůdy, využití GMO technologií atd.	nárůst osevních ploch, šlechtění odrůd se speciálním složením olejů, potravinářské účely, MEŘO pro výrobu bionafty, tolerance k herbicidům, mrazuvzdornost, odolnost vůči chorobám a škůdcům atd.

2.2 Historie pěstování řepky olejky v zahraničí

Rostliny řepky mají schopnost růst při relativně nízkých teplotách s mnohem méně potřebnými jednotkami, než je tomu u jiných olejnatých plodin. Řepka proto byla jedním z mála zdrojů ropy, které bylo možné úspěšně pěstovat v extrémních podmínkách. To vedlo k pěstování řepky v Evropě již ve 13. století. V pozdějších letech se řepka používala k vaření i osvětlení, protože její olej produkoval bezdýmný bílý plamen. Řepka měla omezené průmyslové využití až do příchodu parní energie, kdy bylo zjištěno, že řepkový olej bude lpět na vodě a parou promytých kovových povrchů lépe než jakékoli jiné mazivo. Právě tato specifická vlastnost vedla k pěstování řepky v Kanadě. Potřeba produkce řepky v Kanadě vyplynula z kritického nedostatku řepkového oleje, který spojenecké síly potřebovaly během druhé světové války. Olej byl naléhavě potřebný jako mazivo pro lodní motory v námořních a obchodních lodích, kde jejich počet velmi rychle stoupal (Canolacouncil.org, 2020).

Kvůli nedostatku oleje během druhé světové války byla u semen *Brassica rapa* testována agronomická adaptace. Zároveň byla z USA získána semena řepky argentinského původu a byla pěstována na základě smlouvy v provincii Saskatchewan. Během válečných let se výměra zvýšila s prvním drticím zařízením řepky vyrobeným v roce 1945. První kanadský kultivar Golden byl zaregistrován v roce 1954, následovaný kultivarem Echo v roce 1964.

Rané řepkové kultivary obsahovaly velmi vysoké hladiny eikosanových a erukových kyselin v oleji a také glukosinoláty v jídle. Tyto faktory vzbuzovaly obavy, pokud by se řepka dostala na trh pro lidskou výživu. Bylo prokázáno, že vysoké hladiny kyseliny erukové produkují tukové usazeniny v srdci, kosterních svalech a nadledvinách hlodavců a také zhoršují růst zvířete. Proto byly zahájeny šlechtitelské programy na snížení hladiny kyseliny erukové v řepkovém oleji. V roce 1959 byla identifikována řepková linie Liho, která obsahovala nízké hladiny kyseliny erukové. Byl proveden program zpětného křížení a selekce k přenosu nízkoerukového znaku do agronomicky přizpůsobených kultivarů. To vedlo k vydání prvního kultivaru s nízkým obsahem kyseliny erukové, Oro v roce 1968 a následně Span roku 1971. Z důvodu obavy o zdraví byly na osevních plochách řepky z 95 % pěstovány odrůdy s nízkým obsahem kyseliny erukové.

Glukosinoláty byly považovány za škodlivé u řepkového šrotu, kterým se krmila drůbež a přežvýkavci. Bylo prokázáno, že její hydrolyzované produkty, isothiokyanáty a další sloučeniny obsahující síru, interferují s příjmem jódu štítnou žlázou, přispívají k onemocnění jater a snižují růst a přírůstek zvířat. Chovatelé si proto uvědomili, že pokud chtějí krmit s řepkovým šrotem, musí se snížit jeho obsah glukosinolátů. Polskou linii s nízkým obsahem glukosinolátů Bronowski identifikoval Dr. Keith Downey koncem 60. let. Šlechtitelské úsilí tohoto znaku do linií s nízkým obsahem kyseliny erukové od Dr. Baldura Stefannsona vedlo k uvolnění prvního kultivaru s nízkým obsahem kyseliny erukové na světě. V roce 1977 následoval kultivar s nízkým obsahem glukosinolátů a kyseliny erukové od Dr. Keitha Downeyho. Přibližně 80 % z celkové výměry řepky v Kanadě roku 1980 tvořily dvojnásobně nízké kultivary (PRZYBYLSKI, 2003).

Odrůdy řepky olejky

Golden (1954), Arlo (1958), Nugget (1961), Tanka (1963), Echo (1964), Target (1966), Polar (1970), Turret (1970)

Odrůdy řepky s nízkým obsahem kyseliny erukové (LEAR)

Oro (1968), Zephyr (1971), Span (1971), Torch (1973), Midas (1973)

Odrůdy s nízkým obsahem kyseliny erukové a glukosinolátů

Polská odrůda (1967), Tower (1974), Candle (1977), Regent (1977)

2.3 Cíle šlechtění v ČR na kvalitativní a kvantitativní ukazatele

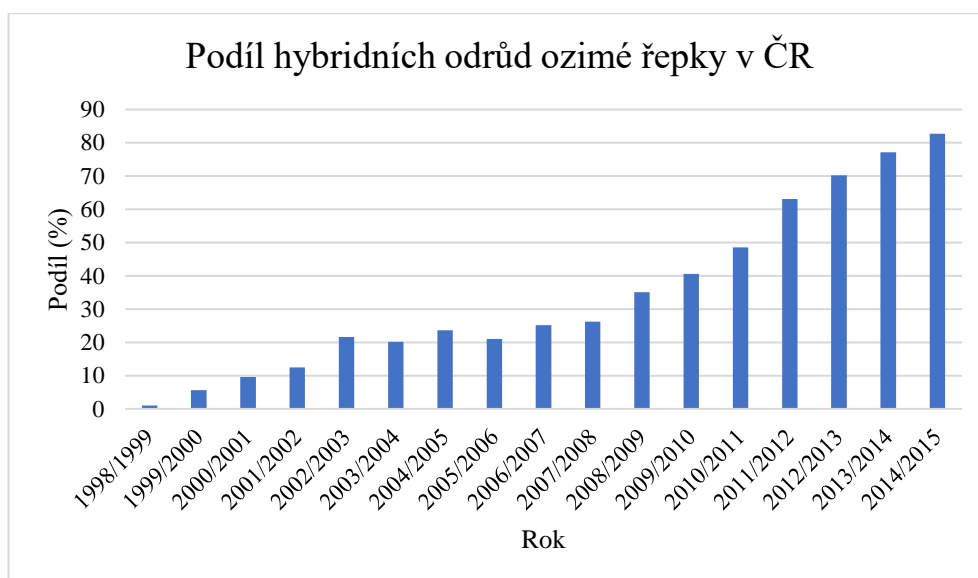
- výnos nad 4 t/ha semene
- zimovzdornost
- zdravotní stav- odolnost proti chorobám: fomové černání stonku (*Phoma lingam*), hlízenka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum*)
- šlechtění na kvalitu semene
- nízký obsah progoitrinu (glukosinolát ze skupiny alkenylglukosinolátů)
- průzkum variability obsahu indolyglukosinolátů u materiálů s nízkým obsahem celkových glukosinolátů (Agritec.cz, 2014)

2.4 Hybridní odrůdy

Na přelomu 80. let se šlechtění řepky olejky zaměřilo na tvorbu hybridních odrůd, u kterých se předpokládalo zlepšení některých vlastností. Mezi ně patřily ukazatele týkající se větší odolnosti proti chorobám a škůdcům i jiným stresovým faktorům. Hybridní rostliny řepky jsou silnější a mohutnější, tzn. odolnější vůči poléhání. První hybridní odrůda v Evropě byla vyšlechtěna ve Francii roku 1994 s názvem Synergy, představující nerestaurovaný hybrid. Jednalo se o pylově sterilní hybrid, který musel být vyséván ve směsi s opylovačem, v tomto případě odrůdou Falkon (tzv. sdružená odrůda). Odrůda se velmi rychle dostala do České republiky, kde byla zkoušena a následně zasetá v rámci poloprovozních pokusů Svazu pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Z důvodu nepříznivých klimatických podmínek při tvorbě květu docházelo ke špatnému opylení a rostlina tak netvořila semena, což bylo důvodem propadu výnosu. Proto na českých polích nenašla uplatnění. Po Synergy se v roce 1998 objevila hybridní odrůda Pronto, postavená na jiném základě (tzv. restaurovaný hybrid). Tato odrůda u nás prokázala velmi dobrou výkonnost a zbavila se nectností předchozí odrůdy, byla výnosově spolehlivější. Měla vyšší výnosy než přední liniové odrůdy zejména v teplejších oblastech (KŘEPELKA, 2012).

Výhodou při hybridním šlechtění řepky jsou: vysoký množitelý koeficient, heterozní efekt a existence geneticky podmíněných systémů autosterility, tj. autoinkompatibility (AI). Pro získání a produkci hybridního osiva je nutné provést řízené oplození využitím genové či cytoplazmaticko-genové (CMS) pylové sterility.

AI je geneticky podmíněný mechanismus zajišťující cizosprášení. V praktické výrobě hybridního osiva je možnost spolehlivě překonat AI reakcí nuceným samosprášením v poupěti, blizna v poupěti je již schopna přijímat pyl a AI zábrany ještě nejsou plně rozvinuty. Tím je zajištěno rozmnožování AI linií. Samčí sterilita je defektivní jev, jehož výsledkem je nevytváření pylu v prašnicích nebo přerušování jeho vývinu. Pylově sterilní rostliny se v populacích vyskytují s četností 0,01–1 % a jako výsledek spontánních mutací. Samčí sterilita je řízena jadernými geny, cytoplazmatickými faktory nebo spolupůsobením jaderných genů a cytoplazmatických faktorů. Genová samčí sterilita je determinována převážně recesivní alelou jednoho genu (Agritec.cz, 2014).



Graf 4: Podíl hybridních odrůd ozimé řepky v ČR (data BARANYK, 2015)

2.4.1 Hybridní systémy

Hybridní systémy jsou založeny na následujících principech.

Kompozitní hybridi: tvoří je směs 80 % sterilní samčí linie (se zakrnělými prašníky) a 20 % fertlní opylovače

Restaurované hybridy využívají pylovou sterilitu těchto systémů:

Systém MSL (Männliche Steriliät Lembke – samčí sterilita Lembke), který je založen na spontánní mutaci a selekci ve šlechtitelských školkách. Systém MSL umožňuje výrobu plně obnovitelných hybridů bez jakéhokoliv výnosu nebo kvality a všechny typy *B. napus* fungují jako obnovitelné (DELOURME et al., 1998). Je využíván v mnoha hybridních odrůdách řepky, které se vyznačují velmi dobrou restaurací a nízkou hladinou glukosinolátů. V současné době jsou nejrozšířenější (Agritec.cz, 2014).

Systém LibertyLink se vyznačuje odolností k herbicidu glufosinate-NH₄. Ten je jinak známý jakožto aktivní složkou neselektivního herbicidu a desikantu Liberty (dříve Basta). Tento systém je v současnosti nejvíce používán v Kanadě a USA a poskytuje rovnoměrnější dozrávání.

Systém SeedLink – výroba hybridního osiva, využívá pro produkci F1 generace geneticky řízenou samčí sterilitou. Skládá se ze 3 vnesených genů pro inhibici tvorby a obnovy prašníků a selektivní odolnosti vůči herbicidu Liberty. Tento systém poskytuje záruky vysoké kvality a čistoty osiva, záruky zvýšení výnosu o 15–20 % a samozřejmě i možnost použití při hubení plevelů LibertyLink systémem.

Systém INRA/Ogura je patentován pod označením OGU-INRA a patří k aloplazmatickému typu CMS. Systém OGU byl indukován přenosem z japonské ředkve do genomu *Brassica oleracea* a *Brassica napus* (PELLETIER et al., 1987). Získán byl gen obnovy fertility z původní rodičovské formy *Raphanus*. Tento systém je vhodný pro šlechtění brukvovitých olejnin i zelenin. Pomocí systému OGU-INRA lze vyrobit jak sdružené odrůdy, tak i restaurované hybridy (BARANYK, 2000). U sdružených odrůd se jedná o pylově sterilní hybridy, ke kterým je přimíchán určitý podíl fertlních rostlin sloužících pro opylení sterilní složky. Z důvodu převládajícího cizosprašení je výnosová jistota výrazně závislá na počasí v době kvetení (Agritec.cz, 2014).

2.5 Transgenní odrůdy

Transgenní odrůdy vznikly procesem zvaným transgenozí. Jedná se o proces, kterým se do organismu zavede jeden nebo více genů z jiného organismu. Proces zahrnuje manipulaci a modifikaci samotné DNA ve zkumavce a její následné vložení do nového organismu. Existuje několik způsobů, jak zavést nový gen- např. biolistika (tzv. genová pistole), pomocí přirozeně se vyskytující bakterie *Agrobacterium* nebo elektroporace. Transgenozí může cílová rostlina získat požadované vlastnosti, jako jsou odolnost vůči škůdcům nebo chorobám, tolerance k neselektivním herbicidům, zasolení nebo suchu (BIOTRIN, 2020). Díky genovému inženýrství byl umožněn vývoj rostlin s unikátními znaky, kterých nebylo možné dosáhnout klasickým křížením. Produktem transformace jsou geneticky modifikované organismy (GMO) (OVESNÁ, 2005).

2.5.1 Odrůdy tolerantní k herbicidům

Od počátku zemědělství musí zemědělci na svých polích čelit plevelům. V 19. století byly objeveny látky (herbicidy), které potlačují růst plevelných rostlin. Některé herbicidy zabraňují růstu všech rostlin, jiné růstu určitého počtu rostlinných druhů. Některé rostliny jsou schopny přeměňovat díky enzymům, které obsahují, některé herbicidy na neúčinné látky, další disponují enzymy, které jsou k účinku herbicidu necitlivé a jiné herbicidy ani nepřijmou. Takto mohou na reakci s herbicidem reagovat i některé mikroorganismy. Na podobném principu fungují geneticky modifikované odrůdy tolerantní k herbicidům. Do jejich genomu byl vpraven gen, jehož produktem je enzym, který určitý herbicid metabolizuje a je ho schopen tolerovat. Existuje celá řada herbicid tolerantních rostlin, do kterých byl vpraven gen z bakterií nebo jiných tolerantních rostlin. Nejznámějším případem je odolnost rostlin k herbicidu glyfosátu, který nalezneme např. u přípravku Roundup. Ten ovlivňuje enzym 5 – enolpyruvylšikimát – 3 - fosfát (ESPS) syntázu, což je klíčový faktor šikimátové dráhy rostlin a dojde k narušení tvorby aromatických aminokyselin. Člověk takový enzym nemá, proto může herbicid působit pouze na rostliny (OVESNÁ, 2005).

Mezi herbicidy označované jako totální herbicidy můžeme pod obchodním značením zmínit např. Roundup (glyfosát) a Liberty (glufosinát). Ty nepůsobí na půdní bakterie, na které je zemědělská půda bohatá, ale na rostliny ano. Genetická modifikace přenesla variantu enzymu, který působí necitlivost půdních bakterií vůči glufosinátu a glyfosátu do kulturních rostlin. Tato genetická modifikace je využívána k pěstování herbicid-tolerantních odrůd kukuřice, sóji, bavlníku a řepky. Od roku 1996 se pěstují v USA, Kanadě a Argentině (ŠMARDA, 2016).

Glyfosát

Glyfosát byl původně izolován z plísně *Neurospora crassa*. Je širokospektrý, používá se pro vzejití rostliny. Působí jako inhibitor syntézy aminokyseliny šikimátu (BOOCOCK et al., 1983). Glyfosátová rezistence je udělena jediným genetickým konstruktem obsahující dva geny: jeden kóduje herbicidně necitlivou 5 – enolpyruvyšikimát – 3 - fosfát (EPSP syntáza), cílový enzym pro glyfosát a druhý gen, který kóduje glyfosát oxydoreduktázu, enzym, který degraduje glyfosát (PANDOLFO et al., 2016). Přirozený rostlinný inhibitor EPSP syntázy je fosfoenolpyruvát (PEP). Glyfosát soutěží s fosfoenolpyruvátém o navázání na EPSP syntázu. Inhibicí šikimátu zabraňuje tvorbě aromatických aminokyselin tryptofanu, tyrozinu a fenylalaninu (BOOCOCK et al., 1983). Tím zabraňuje růstu rostlin, ale zastaví také přísun aromatických částic pro syntézu dalších látek, jako jsou alkaloidy, auxiny, lignin a flavonoidy (SLATER et al., 2008). Odolné ke glyfosátu jsou kromě řepky i geneticky změněné bavlník, kukuřice a sója (OWEN et al., 2005).

Glufosinát

Kultivary rezistentní na glufosinát zahrnují gen *pat* nebo *bar* z bakterie *Streptomyces*, který kóduje enzym fosfinothricin acetyl transferázu (PAR), jenž detoxikuje glufosinát acetylací (PANDOLFO et al., 2016). Glufosinát inhibuje glutamin syntetázu. Odolnost řepky olejné vůči glufosinátu byla usnadněna vložením genu *bar* kódujícího enzym, jenž rychle acetyluje glufosinát na neaktivní metabolit. Díky inaktivaci a omezené translokaci herbicidu v hostiteli bylo možné zabránit akumulaci glufosinátu jako intaktní a aktivní molekuly v rostlině (NADLER et al., 2009). Řepka olejka MS11 byla vyvinuta pro zajištění mužské sterility a tolerance vůči herbicidní látce glufosinát-amonny. Obsahuje gen *barnasu*, který kóduje ribonukleázou s cytotoxickou aktivitou. Tato řepka MS11 je produkována pouze pro hybridní osivo, nikoliv pro potravinářský a krmivářský řetězec v EU (NAEGELI et al., 2020).

Imidazolinon

Mezi imidazolinonové herbicidy můžeme zahrnout imazapyr, imazethapyr, imazamox, imazamethabenz a imazaquin. Tyto herbicidy potlačují plevel inhibicí enzymu acetoxyhydroxykyselinové syntázy (AHAS). AHAS je kritický enzym pro biosyntézu aminokyselin s rozvětveným řetězcem v rostlinách. Některé varianty AHAS genů propůjčujících toleranci vůči imidazolinonu byly objeveny v rostlinách mutagenezí a selekcí byly použity k vytvoření kukuřice, rýže, pšenice, řepky olejné a slunečnice tolerantních k imidazolinonu. Imidazolinonové herbicidy regulují široké spektrum travin a listnatých plevelů v plodinách tolerantních vůči imidazolinonům, včetně plevelů, které úzce souvisí s plodinami samotnými a některými klíčovými parazitickými plevely. Plodiny tolerantní vůči imidazolinonu mohou také zabránit rotačnímu poškození rostliny a zranění způsobenému mezi herbicidy a insekticidy, které inhibují AHAS. Hospodaření s plodinami rezistentními vůči herbicidům a tok genů z plodin na plevele jsou problémy, které je třeba vzít v úvahu při vývoji jakékoli plodiny odolné vůči herbicidům (SIYUAN et al., 2005).

2.5.2 Odrůdy odolné k patogenům

Fómová hniloba

Fómová hniloba patří mezi velmi závažné choroby u řepky olejky a je způsobena houbovým patogenem *Leptosphaeria maculans*. Pro zvládnutí nemoci byly nasazeny geny rezistence jako jedna z klíčových strategií pro zvládnutí nemoci. Genetickou rezistenci proti fómové hnilobě nalezneme ve dvou formách: kvalitativní a kvantitativní (CANTILA et al. 2021).

U kvalitativní rezistence je mechanismus rezistence rostliny založen na souboji jednoho genu rostliny a jednoho genu patogena. Každý rezistentní gen u hostitele má avirulentní gen u patogena. Tento mechanismus při napadení patogenem zajistí, že rostlina spustí imunitní odpověď a rostlinu před patogenem ochrání (ROUXEL et al. 2003). Genetická rezistence je udělována hlavními a dominantními R geny. Rezistence v pravých listech a dělohách významně omezuje růst hyfů patogena (DANDENA et al. 2019). Kvalitativní rezistence je rasově specifická rezistence sazenic, aktivní od dělohy až po dospělou rostlinu. Šlechtění na rezistenci je velmi náročné a během několika let bývá rezistence překonána vlivem mutací. Mezi rasově specifické geny rezistence patří *Rlm1*, *Rlm2* a *Rlm4*. Tyto geny jsou zastoupeny spíše u ozimých odrůd řepky. U jarních odrůd se z těchto genů vyskytuje nejvíce *Rlm4* a ostatní zřídka (ROUXEL et al. 2003).

Kvantitativní rezistence je udělena menšími polygeny nebo kvantitativními znaky loci (DANDENA et al. 2019). Je to částečná rezistence, která se projevuje v pozdějších stádiích vývoje na listových řapících a kmenových tkáních (CANTILA et al. 2021). Genetická rezistence, která je řízena hlavními a vedlejšími geny v kombinaci s dalšími postupy, jako jsou střídání plodin nebo sanitace, nám pomáhají udržovat porosty prosté od nákazy fómové hniloby (DANDENA et al. 2019).

2.5.3 Odrůdy odolné ke škůdcům

V genetických zdrojích pro šlechtění řepky na rezistenci vůči škůdcům je vykazována jak antibiotická, tak i antixenotická rezistence. Antixenotická rezistence vychází z rozdílné atraktivity rostliny, kterou hmyz vnímá čichem nebo zrakem. U genetických zdrojů bezerukových řepok (BEČKA et al., 2007) byla zjištěna rozdílná atraktivita nebo rezistence vůči krytonosci šešulovému na základě rozdílného složení a obsahu glukosinolátů. Genotypy, které vykazovaly větší rezistenci vůči krytonosci šešulovému, měly větší obsah a kvalitu 2-fenyletylglukosinolátu, zatímco genotypy rezistentní obsahovaly 1-methoxy-3-idnolylmethil glukosinolát. Mezi druhové rozdíly u rodu *Brassica* v rezistenci vůči krytonosci šešulovému mohou být využity pro cílené šlechtění nových odrůd řepky rezistentních proti tomuto škůdci.

Díky elektrofyziologickým experimentům byly u blýskáčka řepkového zjištěny 3 receptory, a to receptor pro zelenou barvu s vrcholem citlivosti kolem 540 nm, receptor pro modrou barvu s vrcholem citlivosti kolem 440 nm a receptor pro ultrafialové záření (UV) s vrcholem citlivosti mezi 300–400 nm. Různá atraktivita genotypů bezerukových řepok je podmíněná odlišnou barvou květů. Genotypy těchto řepok, které jsou citlivější, odráží více žluté barvy než rezistentní. Významné rozdíly v atraktivitě bezerukových řepok byly podmíněny odrazy světla ve vlnových délkách pro UV záření a žlutou barvu nikoli pro odrazy ve vlnových délkách zelené a modré barvy. Vyšlechtění nových liniových odrůd se změněnou barvou květu u řepky může být jedním ze směrů ochrany před blýskáčkem řepkovým, ale i krytonoscem šešulovým a překonání rezistence těchto škůdců k pesticidům. Budoucnost ve šlechtění řepky na rezistenci vůči škůdcům jsou transgenní rostliny a editace genů metodou CRIPR Cas9 a iRNA hybridy (KOCOUREK et al. 2018).

Závěr

V bakalářské práci jsou zaznamenány nejdůležitější změny ve šlechtění řepky olejky, jak v ČR, tak i ve světě. Po 2. světové válce ještě neexistovaly odrůdy, které by obsahovaly přípustnou hladinu kyseliny erukové a glukosinolátů, proto se řepkový olej příliš nepoužíval a krmiva z řepky rovněž nebyla farmáři využívána. Významným pokrokem bylo v 70. letech vyšlechtění jednonulových odrůd se sníženým obsahem kyseliny erukové a v 80. letech vyšlechtění dvounulových odrůd se sníženým obsahem jak kyseliny erukové, tak i glukosinolátů. V 90. letech začalo rozšiřování hybridních odrůd a na přelomu nového tisíciletí se řepka začala uplatňovat pro průmyslové využití např. pro výrobu metylesteru. Rovněž se začalo rozvíjet i genové inženýrství, které se dodnes uplatňuje především v Kanadě, USA nebo Argentině, zatímco v EU je pěstování GMO rostlin velmi omezené.

Při pěstování řepky olejky je důležité zvážit, kterou odrůdu si zvolíme pro pěstování. V posledních letech je patrné zvyšování osevních ploch hybridními odrůdami nad liniiovými, a to díky většímu výnosovému potenciálu hybridních odrůd. Při pěstování řepky je nutné vybrat odrůdy, které splňují požadované obsahy KE do 2 % a GSL do 17 $\mu\text{mol/g}$ semene při sklizni, pro odrůdy určené na osivo jsou hodnoty ještě přísnější. Pro průmyslové využití byly vyšlechtěny E0 odrůdy se zvýšeným obsahem kyseliny erukové na 50 % a se sníženým obsahem glukosinolátů nebo využití řepkového oleje pro výrobu metylesteru, který své uplatnění nachází v bionaftě a jako povinná přísada v motorové naftě v minimální míře 6 %.

U transgenních odrůd je výhodou, že v sobě mají zabudovaný gen, který jim dává odolnost k některému ze stresorů. U odrůd tolerantních k herbicidům je do rostliny vpraven gen, který produkuje enzym, jenž umožňuje rostlině tolerovat herbicidní látku např. glyfosát. U odrůd odolných k patogenům, konkrétně k fómové hnilobě jsou 2 formy rezistence, které svými geny bojují s geny patogena. Odrůdy odolné ke škůdcům vykazují antibiotickou a antixenotickou rezistenci. Antixenotická rezistence spočívá v rozdílné atraktivitě, kterou hmyz vnímá čichem a zrakem. Budoucnost v ochraně proti blýskáčku řepkovému a krytonosci šešulovému může být změna barvy květu.

Z hlediska výnosů došlo u řepky od začátku šlechtění k velikému pokroku. Vlivem intenzivního šlechtění a objevení hybridních odrůd, které využívají heterózního účinku, dnes není problém vypěstovat porost, který bude mít hektarový výnos nad 4 t/ha semene. Vývoj olejnatosti je taky patrný díky vyšlechtění HOLL odrůd, které mají obsah kyseliny olejové 78–85 % a zároveň nižší obsah kyseliny linolenové kolem 3 %. Díky tomu je řepkový olej stabilnější a nachází větší uplatnění v kuchyni.

Ačkoliv řepka olejka je mladou olejinou z pohledu délky šlechtění, tak i přesto u ní došlo k významnému pokroku z pohledu změny odrůdové skladby. Řepka patří mezi mírně zlepšující plodiny a pro pěstitele je po ekonomické stránce velice zajímavá. Řepka je ideální pro klimatické podmínky střední Evropy a díky svému „multifunkčnímu“ využití patří a dle mého názoru bude patřit mezi klíčové plodiny u nás i ve světě.

Seznam použité literatury

- BARANYK, P. (2015). *Hybridní řepka- budoucnost již vstoupila*. Úroda 6/2015. ProfiPress, 82-83 s. ISSN 0139–6013.
- BARYNYK, P. (2000). Hybridní řepka ve světě a u nás. *Nový venkov*, 4 (1), příloha 1/2000: 10-11.
- BARANYK, P. et al. (2007). *Řepka, pěstování, využití, ekonomika*. Profi Press, Praha, 208 s. ISBN 978-80-86726-26-7.
- BARANYK, P. et al. (2010). *Olejniny*. ProfiPress, Praha, 206 s. ISBN 978-80-86726-38-0.
- BEČKA, D. et al. (2007). *Řepka ozimá – Pěstitelský rádce*. ČZU v Praze, 60 s. ISBN 978-80-87111-05-5.
- BEČKA, D. a VAŠÁK, J. (2015). *Vybíráme odrůdu ozimé řepky pro novou sezónu*. Úroda 8/2015. ProfiPress, 90 s. ISSN 0139–6013.
- BERRY, P. et al. (2018). *Oilseed rape guide*. AHDB Cereals and Oilseeds, Warwickshire 2. vydání, 30 s.
- BIOTRIN kolektiv autorů. (2020). *Moderní biotechnologie v kostce- výzkum a zemědělská praxe*. Ministerstvo zemědělství, Praha, 57 s. ISBN 978-80-7434-583-8.
- BOOCOOCK, M.R. a COGGINS J.R. (1983). Kinetics of 5-enolpyruvylshikimate 3-phosphate synthase inhibition by glyphosate. *Federation of European Biochemical Societies Letters* 154, 127-133.
- BRÁT, J. a BARANYK, P. (2019). *Udržitelné pěstování řepky olejky*. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Praha, 24 s. ISBN 978-80-87065-89-1.
- BRDEČKA, D. et al. (2007). *Řepka ozimá – Pěstitelský rádce*, Kurent s.r.o., České Budějovice, 56 s.
- CANTILA, AY. et al. (2021). Recent Findings Unravel Genes and Genetic Factors Underlying *Leptosphaeria maculans* Resistance in *Brassica napus* and Its Relatives. *International journal of molecular sciences*. 22, 313.
- DANDENA, H.B. et al. (2019). Analysis of quantitative adult plant resistance to blackleg in *Brassica napus*. *Mol Breeding* 39, 124.

- DELOURME, R. et al. (1998). Characterisation of the radish introgression carrying the Rfo restorer gene for the Ogu-INRA cytoplasmic male sterility in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Theor. Appl. Genet.* 97, 129–134.
- DIVIŠ, J. et al. (2010). *Pěstování rostlin*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, České Budějovice, 2. dop. vydání, 260 s. ISBN 978-80-7394-216-8.
- DOWNEY, R.K. a ROBBELEN, G. (1989). *Oil Crops of the World*. McGraw-Hill, New York, 339–362. ISBN 0-07-0533081-5.
- DVOŘÁKOVÁ, M. (2020). *Situační a výhledová zpráva- Olejníny*. Ministerstvo zemědělství, Praha, 70 s. ISBN 978-80-7434-586-9.
- HONG, A. et al. (2019). Transcriptome and organellar sequencing highlights the complex origin and diversification of allotetraploid *Brassica napus*. *Nature communications*. 10.
- HOSNEDL, V. et al. (1998). *Rostlinná výroba – II (luskoviny, olejníny)*, ČZU, Praha, 165 s. ISBN 80-213-0153-8.
- HRON, F. a KOHOUT, V. (1986). *Polní plevely – obecná část*. 1. vyd. Praha: Skriptum VŠZ Praha, 168 s.
- HRUDOVÁ, E. et al. (2009). *Integrovaná ochrana rostlin*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, dotisk, 151 s. ISBN 978-80-7157-980-9.
- HŮLA, J. a PROCHÁZKOVÁ, B. (2008). *Minimalizace zpracování půdy*. Profi Press, 234 s. ISBN 9788086726281.
- CHLOUPEK, O. (2008). *Šlechtitelské listy- jaro 2008*. Družstvo vlastníků odrůd, 4 s.
- KAZDA, J. et al. (2010). *Encyklopedie ochrany rostlin*. ProfiPress, Praha, 399 s. ISBN 978-80-86726-34-2.
- KOCOUREK, F. et al. *Metodika integrované ochrany řepky vůči škodlivým organismům vyjma podzimních škůdců- certifikovaná metodika*. VÚRV, Praha Ruzyně, Praha, 114 s. ISBN 978-80-7427-300-1.
- KUSÁ, H. et al. (2011). *Nové postupy při hnojení řepky ozimé dusíkem a sírou*. Vědecká příloha časopisu Úroda 12/2011.

- MICH, J. (1988). *Rostlinná výroba – Olejniny*, VŠZ, Praha, 111 s.
- NAEGELI, H. et al. (2020). Assessment of genetically modified oilseed rape MS11 for food and feed uses, import and processing, under Regulation (EC) No 1829/2003 (application EFSA-GMO-BE-2016-138). *EFSA*, 18.
- NADLER, H. et al. (2009). Are herbicide-resistant crops the answer to controlling *Cuscuta*?. *JOHN WILEY & SONS LTD*, 65, 811-816.
- NIX, T. (2008). *Využití molekulárních markerů ve šlechtění hybridní řepky*. Disertační práce, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta.
- OVESNÁ, J. (2005). *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR- Geneticky modifikované organismy a jejich možné uplatnění v rostlinné výrobě*. Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou, Praha, 64 s. ISBN 80-7084-408-6.
- OWEN, M., a I. A ZELEYA. (2005). Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Management Science* 61, 301-303.
- PANDOLFO, C.E. et al. (2016). Transgenic glyphosate-resistant oilseed rape (*Brassica napus*) as an invasive weed in Argentina: detection, characterization, and control alternatives. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 24081–24091.
- PELLETIER G., et al. (1987): Molecular, phenotypic and genetic characterization of mitochondrial recombinants in rapeseed. Proc. of the 7th Int. *Rapeseed Congress*, Poznan, Pologne: 113-118.
- POTMĚŠILOVÁ, J. a ADAMEC, J. (2002). *Situační a výhledová zpráva OLEJNINY*. MZe, Praha, 33 s. ISBN 80-7084-227-X.
- PRZYBYLSKI, R. (2003). *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Baltimore, 2. vydání, 6000 s, ISBN 978-0-12-227055-0.
- ROBBELEN, G. (1991). Rapeseed in a changing world: plant production potential. In: *Proceedings of the 8th International Rapeseed Congress*, 29–38.
- ROUXEL, T. et al. (2003). Screening and identification of resistance to *Leptosphaeria maculans* (stem canker) in *Brassica napus* accessions. *Euphytica*. 133, 219-231.

RYBÁČEK, V. et al. (1965). *Rostlinná výroba 3*, Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 604 s.

SLATER A. et al. (2008). *Plant Biotechnology-the genetic manipulation of plants*. second edition, Oxford University Press, 400 s. ISBN 9780199282616.

SIYUAN, T. et al. (2005). Imidazolinone- tolerant crops: history, current status and future. *Pest Management Science*, 61, 546-257.

SNOWDON, R. et al. (2007). Oilseed rape, *Series Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants*, 2. vydání, 55–114. ISBN 978-3-540-34388-2.

ŠMARDA, J. (2016). *Rostlinné geneticky manipulované organismy (GMO) a naše výživa*. Masarykova univerzita, Brno, 8-17, ISSN 1212-8139.

ŠNOBL, J. et al. (2007). *Základy rostlinné produkce*. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze, Praha, 1. dotisk, 2. přepracovaného vydání, 172 s. ISBN 978-80-213-1340-8.

ÚKZÚZ (2020). Věstník Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského- Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. června 2020. Ročník XIX. Brno. 86 s.

VAŠÁK, J. et al. (2000). *Řepka*. Agrospoj, 321 s. ISBN 80-239-4236-0.

VANĚK, V. et al. (2002). *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. 3. vydání, Praha, ISBN 80-902413-7-9.

VOLLMAN, J. a RAJCAN, I. (2009). *Handbook of plant breeding*. Svazek 4- olejnin, New York, ISBN 978-0-387-77593-7.

ZEHNÁLEK, P. (2011). *Seznam doporučených odrůd řepky olejka sója*. ÚKZÚZ Brno, 122 s. ISBN 978-80-7401-039-2.

ZEHNÁLEK, P. (2019). *Seznam doporučených odrůd řepky olejky ozimé 2019*. ÚKZÚZ Brno, 122 s. ISBN 978-80-7401-169-6.

ZEHNÁLEK, P. (2020). *Seznam doporučených odrůd řepka olejka- ozimá, len setý*. ÚKZÚZ Brno, 125 s. ISBN 978-80-7401-180-1.

ZEHNÁLEK, P. (2021). *Seznam doporučených odrůd řepka olejka- ozimá, len setý*. ÚKZÚZ Brno, 101 s. ISBN 978-80-7401-196-2.

ZUKALOVÁ, H. a VAŠÁK, J. (2003). Možnosti ovlivnění tržní kvality řepky, máku a hořčice. In: *Řepka, Mák, Hořčice*. ČZU, Praha, 8-16.

ZUKALOVÁ, H. et al. (2006). Kvalita olejnin- I. řepka ozimá. In: *Prosperující olejninny*. ČZU, Praha, 73-78.

Internetové zdroje

Agris.cz (2021). *ŘEPKA OZIMÁ*. [online]. [cit. 4.4.2021]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/Prices/TimeSeries/431?district=0>

Agritec.cz (2014). *Šlechtění - Olejninny*. [online]. [cit. 10.2.2021]. Dostupné z: <https://www.agritec.cz/cs/slechteni-olejninny>

Canolacouncil.org (2020). *History of Canola Seed Development*. [online]. [cit. 12.2.2021]. Dostupné z: <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/history-of-canola-seed-development/>

ČERNÝ, J. et al. (2016). *Hnojení ozimé řepky na jaře*. [online]. Agromanuál [cit. 20.2.2021]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-repky-na-jare>

Files.prochr.webnode.cz *Řepka olejka* [online]. [cit. 12.11.2020]. Dostupné z: http://files.prochr.webnode.cz/20000010787139880d7/%C5%98epka%20olejka_farm%C3%A1%C5%99.pdf

KŘEPELKA, J. (2012). *Šlechtění, agrotechnika, výnos a ceny*. [online]. Zemědělec [cit. 10.2.2021]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/slechteni-agrotechnika-vynos-a-ceny/>

Mrazagro.cz (2021). *Řepkový šrot- Extrahovaný*. [online]. [cit. 4.4.2021]. Dostupné z: <https://mrazagro.cz/krmivarstvi/repkove-a-sojove-sroty/repkovy-srot-extrahovany/>

MOUDRÝ, J. (2005). *Technické plodiny a průmyslové využití biomasy*. [online]. [cit. 8.4.2021]. Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/3/index.html>

Slideplayer.cz (2020). *Řepka olejka*. [online]. [cit. 12.11.2020]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/3181422>

VRZALOVÁ, J. (2009). *Polotrpasličí ozimá řepka na Hané*. [online]. Úroda [cit. 4.4.2021]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/polotrpaslici-ozima-repka-na-hane/>

Web2.mendelu.cz. *Krmivo*. [online]. [cit. 12.11.2020]. Dostupné z:
https://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/cvicebnice/krmivo.php?krmivo=21

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rostlina řepky olejky (Slideplayer.cz, 2020)	13
Obrázek 2: Růst a vývoj řepky (Files.prochr.webnode.cz)	15
Obrázek 3: Etapy organogeneze vzrostného vrcholu (BARANYK et al., 2010) 17	17
Obrázek 4: Vývoj olejnatosti za roky 1970-2002 v ČR (ZUKALOVÁ a VAŠÁK, 2003)	34

Seznam tabulek

Tabulka 1: Složení řepkového semene (Web2.mendelu.cz)	18
Tabulka 2: Doporučené termíny výsevu řepky ozimé v ČR (BEČKA et al., 2007)	24
Tabulka 3: Výnosové prvky řepky ozimé (ŠNOBL et al., 2007).....	33
Tabulka 4: Posklizňová úprava semene řepky (BARANYK et al., 2010).....	36
Tabulka 5: Šlechtitelský pokrok u řepky olejné za posledních 30 let (CHLOUPEK, 2008)	39

Seznam grafů

Graf 1: Produkce řepkového semene v EU za rok 2018/19 v mil.t (data DVOŘÁKOVÁ, 2020)	9
Graf 2: Vývoj výkupních cen řepky v ČR za tunu semene (data Agris.cz, 2021)	10
Graf 3: Vývoj výnosů ozimé řepky v ČR (data z ČSÚ, POTMĚŠILOVÁ a ADAMEC, 2002, ZUKALOVÁ et al., 2006)	35
Graf 4: Podíl hybridních odrůd ozimé řepky v ČR (data BARANYK, 2015)	43