

Využití geneticky modifikovaných odrůd řepky olejné a srovnání s klasickými odrůdami

Vyhlasová Lucie DiS.

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav analýzy a chemie potravin
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lucie VYHLASOVÁ, DiS.**
Osobní číslo: **T09269**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Využití geneticky modifikovaných odrůd řepky olejně a její srovnání s klasickými odrůdami**

Zásady pro vypracování:

- 1. Pěstování a využití řepky olejně.**
- 2. Geneticky modifikované plodiny a jejich využití.**
- 3. Typy geneticky modifikovaných odrůd řepky olejně.**
- 4. Pěstování a využití GM odrůd řepky v praxi.**
- 5. Zhodnocení rozdílů při pěstování GM a klasických odrůd řepky.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1]OVESNÁ, J. Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR. Praha : Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou, 2005. 63 s. ISBN 80-7084-408-6.

[2]BEČKA, D, et al. Řepka ozimá pěstitelský poradce. 1. Praha : Kurent, 2007. 60 s. ISBN 978-80-7401-039-2.

[3]BARANYK, P. Základy pěstování řepky ozimé. 2. Praha : Institut výchovy a vzdělání ministerstva zemědělství ČR v Praze, 1996. 31 s. ISBN 80-710-5065-2.

[4]ZAHNÁLEK, P. Seznam doporučených odrůd řepky olejky. 1. Brno : Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2011. 79 s. ISBN 978-80-7401-039-2.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Mlček, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

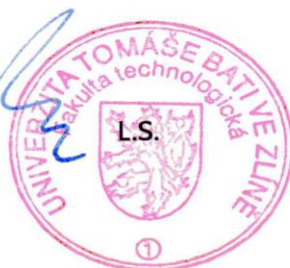
6. ledna 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 15. února 2012


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 7. 5. 2012


.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na porovnání geneticky modifikované řepky olejky od klasické řepky. Práce se věnuje charakteristice řepky olejky, složení, druhům a formám pěstování, využitím v oblasti potravinářské a nepotravinářské. Je zmíněna historie genetické modifikace z klasického a všeobecného pohledu řepky olejky. Je uvedeno využití geneticky modifikované řepky, pěstování, legislativa, rizika a dovozu odrůd do zemí evropské unie.

Klíčová slova: řepka olejka, genetická modifikace, geneticky modifikované organismy, environmentální rizika, tolerance k herbicidům, legislativa

ABSTRACT

This thesis focuses on the comparison of genetically modified oilseed rape from the classic oilseed rape. The thesis deals with characteristics of oilseed rape, composition, types and forms of cultivation, use in food and nonfood industry. It mentioned the history of genetic modification from the classical and general view of oilseed rape. Thesis described the use of genetically modified GM oilseed rape, growing, legislation, risk and importation of varieties in the European Union.

Keywords: oilseed rape, genetic modification, genetically modified organisms, environmental risks, tolerance to herbicides, legislation

Tímto bych ráda poděkovala především vedoucímu své bakalářské práce Ing. Jiřímu Mlčkovi, Ph.D. za řádné vedení mé bakalářské práce, odbornou pomoc, poskytnuté informace a cenné rady pro zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat paní Ing. Marii Křístkové, Ph.D. za poskytnuté podklady pro zpracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
1 OLEJNINY	11
1.1 CHARAKTERISTIKA ŘEPKY OLEJNÉ	11
1.2 SLOŽENÍ ŘEPKOVÉHO SEMENE	13
1.2.1 Antinutriční látky	14
1.3 DRUHY ŘEPKY OLEJNÉ.....	15
1.3.1 Řepka olejná - ozimá.....	15
1.3.2 Řepka olejka - jarní	16
1.4 PĚSTOVÁNÍ ŘEPKY OLEJKY	16
2 VYUŽITÍ KLASICKÉ ŘEPKY OLEJNÉ	18
2.1 ŘEPKOVÝ OLEJ	19
2.1.1 Výroba řepkového oleje	20
2.2 DALŠÍ UPLATNĚNÍ ŘEPKY OLEJNÉ	23
3 HISTORIE GENETICKÉ MODIFIKACE	28
4 ODRŮDY TOLERANTNÍ K HERBICIDŮM	30
4.1 HERBICID TOLERANTNÍ PLODINY	31
4.1.1 Glyfosát	31
4.1.2 Glufosinát.....	32
5 GENETICKY MODIFIKOVANÁ ŘEPKY OLEJKA	33
5.1 VYUŽITÍ GENETICKY MODIFIKOVANÉ ŘEPKY OLEJKY	34
5.1.1 GM odrůdy tolerantní k herbicidům.....	34
5.1.2 Geneticky modifikovaná řepka pro produkci oleje	35
5.1.3 Hybridní osivo řepky.....	35
5.2 PĚSTITELÉ GM ŘEPKY OLEJKY	36
5.3 DOVOZ GM ŘEPKY DO EU	36
6 RIZIKA PŘI UVOLŇOVÁNÍ GMO DO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	39
6.1 ENVIRONMENTÁLNÍ RIZIKA U GM ŘEPKY OLEJKY	39
7 LEGISLATIVA V OBLASTI GENETICKÝCH MODIFIKACÍ V ČESKÉ REPUBLICĚ	41
7.1 ZÁKON ZE DNE 22. LEDNA 2004 O NAKLÁDÁNÍ S GENETICKY MODIFIKOVANÝMI ORGANISMY A GENETICKÝMI PRODUKTY	41
7.2 OZNAČOVÁNÍ GM POTRAVIN	42
7.3 OZNAČOVÁNÍ GM KRMIV	43
7.4 PRAVIDLA PRO PĚSTOVÁNÍ GM ODRŮD POLNÍCH PLODIN	44
ZÁVĚR	46
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	47

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	52
SEZNAM OBRÁZKŮ	54
SEZNAM TABULEK.....	55

ÚVOD

O původu řepky olejky není známo nic určitého. Vše jsou jen více nebo méně nepodložené podklady. U řepky na rozdíl od řepice není známa planě rostoucí forma. Údaje o výskytu planě rostoucí řepky v severní Africe, na pobřeží Atlantského oceánu a jinde nebyly potvrzeny. S určitostí můžeme konstatovat, že druh řepka setá se nikde spontánně nevyskytuje ani ve formě olejnaté, ani kořenovou částí.

Řepka olejka je jednou z hlavních plodin, které byly geneticky upraveny a její transgenní odrůdy byly v některých zemích uvolněny pro komerční využití. Řepka olejka představuje v celosvětovém měřítku čtvrtou nejpěstovanější plodinu. Používá se pro výrobu olejů k potravinářskému i technickému využití jako mazadla, detergenty a bionafta. Řepkové výlisky a extrahované šroty mají uplatnění jako bílkovinná krmiva ve výživě hospodářských zvířat.

Řepka je tedy objektem ekonomicky zajímavým, navíc dobře regeneruje in vitro podmínkám, což je základním předpokladem úspěšné transformace. Proto se můžeme u této plodiny setkat s řadou genetických modifikací. V současné době jsou již na trhu geneticky modifikované rostliny první generace. Jedná se zejména o odrůdy odolné vůči herbicidům nebo hmyzím škůdcům.

1 OLEJNINY

Olejninny byly již od nepaměti využívány a pěstovány. Lidé si dobře uvědomovali významu těchto plodin, a proto některým přiřkli téměř posvátný význam. Olejninny jsou rostlinny hromadící v plodech, semenech nebo jiných částech tuky v takovém množství, že je ekonomické průmyslově je zpracovávat. Není přitom ani tak důležité, kolik ho vytváří, ale spíše jaké má složení. Někdy totiž i malé množství oleje, ovšem s velmi specifickým složením mastných kyselin, může být z hlediska zpracování dostatečně atraktivní. Proto známe jak olejninny s obsahem oleje 50 i více procent - například podzemnicí olejnou - tak i druhy s méně než 5 % olejnatostí (kukuřice i některé léčivky).

Olejnaté rostlinny patří do různých čeledí a řadí se mezi druhy vytrvalé i jednoleté, v ozimých i jarních formách. K vytrvalým druhům řadíme olivy, které jsou významnou olejninou v oblasti Středozevního moře, palma olejná a kokosovník obecný v oblasti subtropů. V mírném pásmu se pěstují jednoleté druhy. Z čeledi brukvovitých je to hlavně řepka, řepice, hořčice a také některé méně známé druhy, jako ředkev olejná, lnička setá. Z čeledi hvězdnicovitých je nejvýznamnějším druhem slunečnice roční, podstatně méně se pěstuje světlice barvířská. Většina olejnin se používá na výrobu oleje pro potravinářské nebo technické účely. Jako krmné komponenty se používají hlavně vedlejší produkty olejářského průmyslu, pokrutiny a extrahované šroty, slouží jako bílkovinná složka krmných směsí. Použití celých semen není příliš časté (BARANYK, 2010).

1.1 Charakteristika řepky olejné

Řepka olejná je jednoletá 120 cm vysoká rostlina z čeledi brukvovitých. Patří mezi základní zemědělské plodiny. Řepka je nejvýraznější v jarním období, v období měsíce května, kdy svým žlutým zbarvením dotváří ráz krajiny. Pěstování řepky olejné je významné zejména pro produkci kalorických a nutričních vysoce hodnotných olejů s širokým uplatněním nejen v potravinářství, ale i v dalších odvětví například výroba mýdel. Nezanedbatelné je i to, že je v období květu velice ceněna jako medonosná rostlina. Pro tyto kvality se hojně pěstuje obzvláště v mírných pásech obou polokoulí. Česká republika se již několik let drží na žebříčku pěti největších světových producentů řepky olejné (KADAŘÁBEK a kol. 2007).

První zmínky o pěstování na našem území spadají do období 8. až 10. století. Ve středověku přerostlo původní uplatnění řepky jako zeleniny do oblasti výroby olejů na svícení a mazání nebo pro mydlářství. Řepka olejná je jediná plodina, která během čtyřiceti let změnila zásadní způsob svojí jakosti. Největší změnu přinesla 60. léta minulého století, kdy byly vyšlechtěny odrůdy s minimálním obsahem kyseliny erukové (její obsah klesl z 50 % až na 2 %). Díky tomu ztratil řepkový olej pachut' umělých tuků válečného hospodářství a jeho složení se přiblížilo složení olivového (www.hellmanns.cz, 2010).

Ve větším rozsahu se řepka olejka pěstovala až od 19. století. K nárůstu ploch i produkce řepky dochází po roce 1960 - v Evropě po roce 1970 (BEČKA, 2007). Během 90. let se osevnické plochy zvětšily o 350 % a tato olejina se stala nejvýznamnějším vývozním artiklem rostlinné výroby České republiky. Zájem o řepku olejku je ale celosvětový, stále více se pěstuje v Austrálii, Kanadě i Číně (www.hellmanns.cz, 2010). Po roce 1960 do praxe nastupují „0“ odrůdy řepky s minimálním obsahem erukové kyseliny. Později, v ČR od roku 1984, postupně přichází dvounulové odrůdy „00“ s minimálním obsahem kyseliny erukové a s velmi sníženým obsahem glukosinolátů. Ty jako tzv. hořčičné silice výrazně zhoršovaly chuťové i zdravotní vlastnosti řepkových šrotů a výlisků. Od roku 1992/1993 pěstuje v ČR a SK pouze tyto „dvounulky“. Také zde jsou vyšlechtěné typy „00“, které se dají použít k lidské výživě či ve výkrmu zvířat stejně jako řepka. Proto se většina „00“ odrůd *Brassic* označuje jako CANOLA - z cca 95 % se jedná o řepku a všechny drobnosemenné brukvovité olejiny (BEČKA, 2007).

CANOLA je geneticky pozměněná forma řepky, jak *B. campestris*, tak i *B. napus*. V současné době se šlechtí odrůda řepky se žlutými semeny, se sníženým obsahem vlákniny v osemeni, tzv. trojnulka „000“, ve prospěch tuku a bílkovin a se sníženým obsahem kyseliny linoleové (SUCHÝ a kol. 2007). Jelikož jde o komerčně velice zajímavou plodinu, nikoho nepřekvapí, že již na počátku 90. let 20. století byly ve Spojených státech amerických testovány první geneticky modifikované odrůdy řepky. Šlo zejména o rostlinu produkující velké množství vyšších mastných kyselin, hlavně kyseliny laurové, myristové a kyseliny olejové. Vzápětí se začaly testovat i odrůdy odolné proti herbicidům (většinou na bázi glyfosátu) s vloženým genem pro pylovou sterilitu. V dnešní době je oficiálně známo 15 geneticky modifikovaných odrůd řepky olejné, povolených v Kanadě a v USA. V Evropě podléhá přípravě, testování a využití geneticky modifikovaných odrůd rostlin platné legislativě

Evropské unie, která se řídí principem předběžné opatrnosti a jejíž podstatou a významnou částí je důkladné hodnocení případného rizika dané odrůdy (KADAŘÁBEK a kol. 2007).

1.2 Složení řepkového semene

Jednotlivé části semene řepky olejné mají různé chemické složení, což je významné především z výživového hlediska. Osemení je více vrstevnaté a zaujímá 12 - 16 % celkové hmotnosti semene s 9 - 16 % oleje, 15 - 18 % bílkovin a s vysokým obsahem surové vlákniny

(31 - 34 %). Podstatnou nestravitelnou část této vlákniny tvoří lignin (35 %). Zbytek semen, dělohy a embrya obsahuje 47 % oleje, 28 - 30 % bílkovin, ale jen 3 % surové vlákniny. V některých zemích ke zlepšení nutriční hodnoty řepky se provádí její odslupkování a dalšími cestami je pak šlechtění na snížený obsah vlákniny (VAŠÁK a kol., 2000).

U současných odrůd řepkového semene se v době pěstování pohybuje obsah tuku kolem 42 %, hodnota bílkovin 22 %. Bílkoviny jsou tvořeny jednak proteiny bez katalytické funkce, dále menší množství proteinů tvoří základ různých orgánů, jako plastidů, mitochondrií a konečně proteiny s katalytickou aktivitou. Přibližně 72 % dusíku v extrahovaných šrotech je obsaženo v aminokyselinách, jejichž složení je velmi podobné ostatním olejninám a jsou charakterizovány relativně vysokým obsahem metioninu, cysteinu a lyzinu (VAŠÁK a kol., 2000).

Z tohoto hlediska řepkové semeno a šot je velice kvalitním zdrojem bílkovin, i když obsahuje řadu složek, které snižují jejich dietetickou i energetickou hodnotu. Nejpodstatnější z těchto složek jsou antinutriční látky: tanin (1,5 %), glukosinoláty (0,9 %), sinapin (1,5 %). Průměrný obsah sacharidů v řepkovém semeni je kolem 26 %, kde převažují především polysacharidy pouze s malým množstvím mono-, di- a trisacharidů. Pokud se jedná o polysacharidy, jsou rozdíly jak kvalitativní tak kvantitativní mezi osemením a zbytkem semene. Polysacharidy jsou důležité z hlediska surové vlákniny, která zhoršuje stravitelnost šrotů a ve srovnání se sójou nebo podzemnicí je podstatně vyšší a srovnatelná s bavlníkem či slunečnicí. Řepka obsahuje ve vztahu k jiným olejninám, relativně mnoho minerálních látek a to především fosforu, draslíku, vápníku a je silně závislá na obsahu těchto látek v půdě, kde se řepka pěstuje. Vitamín niacin, kterého má více než sója, zatímco kyseliny pantothenové, riboflavinu a thiaminu má hodnoty podobné (VAŠÁK a kol., 2000).

1.2.1 Antinutriční látky

Glukosinoláty

Glukosinoláty jsou glykosidy, které ve své molekule obsahují síru. V semeni řepky se jich vyskytuje asi 10 druhů, většinou tvoří glukonanin a progoitrin. Glukosinoláty samy nejsou toxické, ale jejich hydrolyzou vznikají toxické štěpné produkty. Hlavními štěpnými produkty jsou thiokyanáty, isothiokyanáty. Některé řepné produkty vyvolávají vjemy palčivosti, štiplavosti, hořkosti a zhoršují chutnost krmiva. Mohou také přecházet do živočišných produktů a ovlivnit chuť mléka, vajec. Při zvýšeném příjmu glukosinolátů klesá podíl jódu zachyceného štítnou žlázou (DUCHOŇ, 2011).

Sinapiny

Sinapiny jsou estery cholinu s kyselinou sinapovou a dalšími příbuznými fenolickými kyselinami. Jejich obsah kolísá v závislosti na odrůdě i vlivem prostředí, vzrůstá při zrání semen. V listech se nevyskytují a v menší míře je zde také volná kyselina sinapová, způsobují hořkou, svíravou chuť řepkového semene, oleje i extrahovaného šrotu, což může zhoršovat příjem krmiva zvířaty. Fenolické kyseliny tvoří nestavitelné komplexy s esenciálními aminokyselinami i s bílkovinami, takže zhoršují také jeho stravitelnost (DUCHOŇ, 2011).

Taniny

Taniny neboli třísloviny, jsou obsaženy v rostlinných, způsobují zhoršení chutnosti krmiva, zhoršení stravitelnosti živin a tím i obsahu metabolizovatelné nebo stravitelé energie. Taniny jsou polyfenolické složky rovněž přítomné v řepkovém semeni (AHERNE a kol, 1985). Po chemické stránce největší podíl tvoří kyselina gallová, digallová a egallová (KLECKER, 2002). Díky jejich přítomnosti dochází k inhibici trimethylaminoxidázy in vitro a in vivo (FENWICK, 1981) a k dalšímu hromadění trimethylaminu ve vejcích (SMITHARD, 1993).

Kyselina eruková

Kyselina eruková je nenasycená mastná kyselina, která má různé negativní účinky na organismus: poškození myokardu, narušení oxidační fosforylace, negativní působení na růst mláďat. Pro snížení obsahu antinutričních látek se ukázalo jako vhodná metoda šlechtění. Nejdříve se začaly pěstovat odrůdy se sníženým obsahem kyseliny erukové (0), později i glukosinolátů (00), které dnes převažují (DUCHOŇ 2011).

Tab 1 : Olejnatost a složení mastných kyselin ozimé řepky (VAŠÁK a kol., 2000; VELÍŠEK, 1990)

Typ řepky	Olejnatost (%)	Mastné kyseliny (%) - počet uhlíků: počet dvojných vazeb					
		palmitová C16:0	stearová C18:0	olejová C18:1	linolová C18:2	linolenová C18:3	eruková C22:1
eruková	47 - 50	3 - 4	0,5 - 1	8 - 23	11 - 16	6 - 11	41 - 54
bezeruková	45 - 47	4 - 5	0,5 - 1	23 - 40	24 - 31	10 - 15	0 - 5
dvounulová	45 - 48	4 - 5	0,5 - 1	23 - 40	24 - 31	10 - 15	0 - 5

1.3 Druhy řepky olejné

Řepka olejná se pěstuje v našich podmínkách v ozimé i jarní formě, u nás převládá řepka ozimá, která je nejvýznamnější olejninou. Řepce se nejlépe daří na hlubokých hlinitých půdách, dostatečně zásobené minerálními látkami (vápníkem, hořčíkem) s pH půdy 6 - 6,5 (www.agritec.cz). Ve světě se řepka pěstuje ve formě ozimé - typ „00“ (asi 40 % - hlavně EU), jarní - CANOLA (cca 45 % - Kanada, Indie, Austrálie, USA, Čína), případně jako přezimující jařina - různé typy „0“, „00“, CANOLA přibližně 15 % - většina čínské produkce (BEČKA, 2007).

1.3.1 Řepka olejná - ozimá

Brassica napus L. invar. Napus forma biennis

Nejdůležitější pěstovanou olejninou v České republice je řepka ozimá. V posledních letech zaujímá po ozimé pšenici pozici druhé nejvýznamnější plodiny na orné půdě. Ozimá řepka má v našich podmínkách vegetační dobu 300 až 340 dnů. V podzimním období se vytváří listová růžice fáze vegetativní a na jaře se stonek prodlužuje a zakládá se květenství fáze generativní (www.agritec.cz). Semeno řepky začíná klíčit při teplotě +1 °C, kořeny rostou již při +2,9 °C a nadzemní biomasa při +5 °C. Rostliny se silou kořenového krčku nad 8 mm odolávají v půdě i opakovaným holomrazům do - 20 °C. Jarovizace probíhá u mladých rostlin v rozmezí 2 - 8 °C po dobu 30 - 60 dnů (VAŠÁK a kol., 2003).

Řepka vytváří kořen s velkým množstvím postranních větví. Hloubka zakořeňování se udává v rozmezí 110 - 312 cm. Dolní listy ve fázi listové růžice jsou řapíkaté, lyrovitě zpeřené, modravě ojíňené. Lodyžní listy jsou přisedlé a poloobjímavé, mladé na rubu řídce chlupaté, prostřední a horní jsou lysé, zubaté nebo celokrajné. Lysá lodyha vyplněná dřeví je 120 - 150 cm vysoká, ale dosahuje výšky i 2 m. lodyha se v horní části větví. Hroznovité květenství je od počátku vývoje prodloužené, kališní lístky odstálé, korunní plátky zelenožluté, bledě žluté až sytě žluté. Plodem řepky je šešule, skládající se ze dvou chlopní a blanité přepážky uprostřed. Šešule je hladká, válcovitá, 5 - 10 cm dlouhá. Zralá snadno puká (HUDÁK a kol., 1986). Semena jsou nepravidelně kulatá, červenohnědá až modročerná, 1,5 - 2,8 mm dlouhá (STEHLÍK, 1981).

1.3.2 Řepka olejka - jarní

Brassica napus L. convar. Napus forma annua

V současnosti nastává v odrůdové skladbě jarní řepky výrazná změna. Do registračního řízení jsou nově zařazovány převážně již pouze hybridní (křížené) odrůdy. Ve srovnání s řepkou ozimou je řepka jarní citlivější vůči nepříznivému průběhu počasí a napadení škůdci v době vzcházení a začátku květu (www.agritec.cz).

1.4 Pěstování řepky olejky

V systému ekologického zemědělství mohou při jejím pěstování nastat určité problémy. Hlavním důvodem může být její vysoká náročnost na živiny následné zaplevelování půdy z výdrolu (BARANYK, 1996). V Čechách pěstování ozimé řepky souviselo se zavedením střídavého hospodaření a programátoři pěstování řepky byli současně i programátory nových způsobů pěstování v zemědělské výrobě. Po roce 1945 poklesly výnosy řepky vlivem pěstitelských nedostatků, organizační nedostatky, nevhodné zařízení v osevním postupu, nedostatek průmyslových hnojiv, problémy se sklizní (FÁBRY, 1992).

Pro pěstování ozimé řepky jsou nejvýhodnější oblasti s ročním úhrnem srážek v rozmezí 500 - 700 mm a průměrnou roční teplotou 6,5 - 8,5 °C. Řepce se nejlépe daří na pozemcích s hlubokými hlinitými půdami, dostatečně zásobenými humusem, vápníkem, hořčíkem.

Při dobré agrotechnice jí lze pěstovat i na půdách lehkých mělkých a kamenitých, pokud hnojením zajistíme dostatek živin. Největší nároky na dusík má v pozdním jaru respektive začátkem léta, kdy je půda biologicky aktivní a uvolňování živin je plynulé. Nejvýhodnější

zařazení v osevním postupu je po krátkodobé pastvině, louce nebo po plodinách zanechávajících v půdě velké množství organické hmoty a přístupného dusíku (BERANYK, 1996). Přímé hnojení dobře uleženým hnojem provádíme na chudých půdách nebo po obilninách. Řepka velmi dobře reaguje na hnojení močůvkou. Je možné využít močůvku hovězího dobytka, prasat, ovcí. Velmi důležitou je dbát na rovnoměrnou aplikaci dávky, aby nedocházelo k nerovnoměrnému dozrávání porostu. Pozornost je třeba věnovat i stopovým prvkům jako jsou síra a bór. Stále ještě nejsou určena kritéria pro šlechtění nebo výběr odrůd řepky olejky pro ekologické zemědělství (BARANYK, 1996).

V systému střídání plodin má řepka mimořádné postavení, což je dáno trojicí nejvýznamnějších přínosů. Dodání organické hmoty do půdy a její mikrobiální oživení, výrazné antifytopatogenní působení a tvoření drobtovité struktury půdy s vynikajícími fyzikálními vlastnosti. Pro tyto vlastnosti se řepka považuje za vynikající přerušovač obilních sledů. Řepka se po sobě nesnáší z důvodu výskytu řady chorob i škůdců. Při změně typů řepky, nebo při přemnožení odrůd, zvláště hybridních je také nutno zvolit velký časový odstup, nebo zaoraná semena řepky přežívají jako klíčivá v půdě běžně 5 let výjimečně až 21 let. Časový odstup by měl minimálně 4 roky při běžném pěstování, minimálně 5 let při množení řepky a přechodu na kvalitativně odlišné typy, nejlépe až 20 let při množení linií pro výrobu hybridního osiva. Nejvhodnější předplodiny pro řepku jsou rané brambory a raná zelenina, ozimé směsky, a to zvláště pro horské podmínky, kde se řepka seje počátkem srpna, jarní směsky

a pícniny sklizené v červenci, kmín či hrách. Přijatelné předplodiny jsou obiloviny, hlavně ozimá pšenice a ozimý ječmen, případně ozimé žito. Jsou předplodinami asi 90 % porostů řepky. Základním požadavkem je, aby zvolená předplodina umožnila výsev v srpnovém agrotechnickém termínu i v nepříznivých letech. Problematickou předplodinou je jarní ječmen. Zanechává půdu nestrukturní, poškozenou vodní, větrnou i sluneční erozí a chudou živinami. Do stejného osevního postupu s řepkou by neměla být řazena hořčice, mák, len, řepa, většina zelenin (VAŠÁK a kol., 2003). Při vlastním výběru odrůdy jsou rozhodující zejména výnos semene, obsah glukosinolátů, odolnost proti vyzimování, chorobám a poléhání. Zásadně je třeba volit pouze ty odrůdy, které jsou registrované (BARANYK, 1996).

2 VYUŽITÍ KLASICKÉ ŘEPKY OLEJNÉ

Pěstování řepky začalo v Evropě ve 13. století a trvalo do pozdního středověku, tehdy byl řepkový olej používán do lamp ke svícení. V 17. století byla řepka ochráněna dovozními kvótami a řepkový olej se začalo mimo svícení používat k mazání a k výrobě mýdla. Na počátku 19. století produkce řepky zaznamenala prudký pokles neboť pro svícení a mazání začaly být používány minerální oleje. Podobný trend, ačkoliv ne v tak velkém měřítku, byl zřejmý i v ostatních evropských zemích (SUCHÝ a kol., 2007).

Hlavní složkou olejů jsou triglyceridy mastných kyselin, které tvoří 95 - 98 % lipidů dále fosfolipidy, steroly, galaktolipidy a volné mastné kyseliny, které jsou v oleji zastoupeny jen v malém množství. Rafinovaný olej je složen prakticky jen z triglyceridů, protože při rafinaci oleje se ostatní látky odstraní. Všeobecně je kvalita rostlinných olejů dána nutričními, sensorickými a zpracovatelskými vlastnostmi. Z nutričního hlediska jsou žádoucí esenciální nenasycené mastné kyseliny, které si lidský organismus není schopen vyrobit z jiných látek. Mezi tyto kyseliny patří kyseliny linolová, linolenová a arachidonová. Naopak nežádoucí jsou volné mastné kyseliny a kyselina eruková, která při zvýšené konzumaci způsobuje špatnou resorpci při trávení.

Ze zpracovatelského hlediska jsou požadavky na rostlinné oleje rozdílné v závislosti na způsobu použití. Finálním produktem zpracování semen olejnin mohou být stojní oleje, fritovací oleje, ztužené pokrmové tuky, strukturní tuky, přísady do margarínů (KOPRNA a kol., 2002).

Řepkové semeno má mnoho množství využití, v současné době se zpracovává následujícími způsoby.

1. výroba potravin - rafinované jedlé oleje, z nichž jsou odvozené výrobky, jedné tuky (margaríny)
2. průmysl chemie a paliv - geochemie například výroba paliva pro vznětové motory, glycerín
3. výroba krmiv - krmné směsi s podílem extrahovaných šrotů, řepkové semeno nebo surový olej ke krmným účelům (www.agritec.cz).

2.1 Řepkový olej

Řepkový olej patří do skupiny olejů a tuků, které jsou vedle cukrů a bílkovin jednou ze základních živin. Z chemického hlediska jsou oleje a tuky estery glycerolu a mastných kyselin. Na glycerolu jsou esterově vázány vždy tři mastné kyseliny, proto se oleje a tuky nazývají triacylglyceroly (ČMOLÍK, J. 2000).

Hlavní složkou olejů jsou triglyceridy mastných kyselin, které tvoří 95 - 98 % lipidů dále fosfolipidy, steroly, galaktolipidy a volné mastné kyseliny, které jsou v oleji zastoupeny jen v malém množství. Rafinovaný olej je složen prakticky jen z triglyceridů, protože při rafinaci oleje se ostatní látky odstraní. Všeobecně je kvalita rostlinných olejů dána nutričními, sensorickými a zpracovatelskými vlastnostmi. Z nutričního hlediska jsou žádoucí esenciální nenasycené mastné kyseliny, které si lidský organismus není schopen vyrobit z jiných látek. Mezi nenasycené mastné kyseliny patří: kyselina linolová, linolenová a arachidonová. Naopak nežádoucí jsou volné mastné kyseliny a kyselina eruková, která při zvýšené konzumaci způsobuje špatnou resorpci při trávení (KOPRNA a kol., 2002).

Vlastnosti oleje určujeme podle složením mastných kyselin, které jsou pro olej charakteristické. Mastné kyseliny jsou charakterizovány délkou uhlíkových řetězců a počtem dvojných vazeb. Čím více dvojných vazeb mastná kyselina obsahuje, tím je více nenasycená (ČMOLÍK, J. 2000). Sensorické vlastnosti jsou u rostlinných olejů podmíněny hlavně tzv. jodovým číslem, které charakterizuje oxidační stabilitu olejů. Nízké jodové číslo ukazuje na dobrou oxidační stabilitu a sníženou náchylnost k nežádoucímu žluknutí tuků. Oxidační stabilitu ovlivňují také přirozené antioxidanty tokoferoly (KOPRNA a kol., 2002).

Ze zpracovatelského hlediska jsou požadavky na rostlinné oleje rozdílné v závislosti na způsobu použití. Finálním produktem zpracování semen olejnin mohou být stojní oleje, fritovací oleje, ztužené pokrmové tuky, strukturní tuky, přísady do margarínů (KOPRNA a kol., 2002).

Semena původních tradičních odrůd řepky olejné obsahovala olej, který se svým složením výrazně lišil od ostatních rostlinných olejů hlavně tím, že z celkového množství mastných kyselin obsahovalo až 50 % kyseliny dokosenové (22:1), která je spíše známá jako kyselina eruková. Takový olej byl méně stravitelný, jeho použití pro lidskou výživu ze zdravotních důvodů nebylo vhodné a jeho podíl v potravinářských výrobcích byl postupně legislativně omezován. Tato situace podnítila v celém světě práce zaměřené na šlechtění nových odrůd

řepky produkující olej s nízkým obsahem kyseliny erukové. V České republice se postupně rozšiřovalo pěstování těchto nových vyšlechtěných odrůd řepky ozimé od roku 1974 a přechod na celoplošný osev bezerukové odrůdy byl dokončen v roce 1980. Následně se začaly pěstovat také bezerukové odrůdy řepky s nízkým obsahem glukosinolátů poskytující nejen kvalitní olej, ale i extrahovaný šroty, které obsahují výrazně nižší množství organických sírných sloučenin tzv. glukosinolátů, jejichž obsah je pro semena brukvovitých rostlin charakteristický (ČMOLÍK 2000).

Bezerukový řepkový olej je plnohodnotným rostlinným olejem a zaujímá kvalitou zcela oprávněně rovnocenné místo mezi rostlinnými oleji. Patří do skupiny rostlinných olejů obsahujících kyselinu linolenovou (18:3). Skutečný obsah kyseliny erukové (22:1) je výrazně nižší než povolený limit 2 %. Bezerukový řepkový olej je charakteristický tím, že ve srovnání s ostatními rostlinnými oleji má nejnižší obsah nasycených mastných kyselin (6 %). Obsahuje kolem 60 % kyseliny olejové (18:1) a vysokým obsahem kyseliny olejové se zařazuje na druhé místo za olovovým olejem. Bezerukový řepkový olej je důležitým zdrojem esenciálních mastných kyselin, které si člověk nedovede při metabolismu složek potravy vytvořit a musí je přijímat ve stravě. Dnes se i u nás pro výrobu potravin a krmiv zpracovávají výhradně semena bezerukových a nízkoglukosinolátových odrůd řepky a z nich vyráběný bezerukový řepkový olej je vlastně tradičním řepkovým olejem získaným kdysi z klasických odrůd řepky zcela jiným druhem rostlinného oleje, i když jeho označení jako řepkový olej zůstalo beze změny (ČMOLÍK, 2000).

2.1.1 Výroba řepkového oleje

Rostlinné oleje se získává z olejnatých rostlin, které ve svých semenech, plodech a jiných částech obsahují takové množství tuku, že je ekonomicky výhodné je průmyslově zpracovávat a tento tuk z těchto částí získávat (KUČERA a kol., 2007).

Řepková semena prochází fázemi:

Zpracování oleje

Olej prochází těmito procesy: lisování, extrakce, kombinace obou metod. Produktem těchto postupů je surový olej, který je pro výživu nevhodný. Prochází dalšími úpravami, aby získal požadované vlastnosti a mohl se využívat ve výživě.

Lisování

Lisováním se ze semen získává olej za vysokého tlaku. Podle velikosti tlaku rozlišujeme předlisy, kdy tlak je v hodnotě 5 - 16 MPa a tuk v pokrutinách (zbytcích po lisování) se snižuje na 17 - 19 %. Dolis, kdy hodnota použitelného tlaku stoupá na hodnotu 40 MPa a obsah tuku v pokrutinách klesá na 8 - 9 %. Metoda lisování se používá pro olejninu s vysokým obsahem tuku (25 - 30 %). Používají se hydraulické šneky, vzniklé zbytky - pokrutiny nacházejí uplatnění v zemědělství jako krmné směsi (KADLEC, 2009; KUČERA a kol, 2007).

Extrakce

Extrakce je separační metoda, při které dochází k přestupu složky ze směsi látek kapalně či pevné fáze do jiné kapalně fáze. Rozpustná složka přechází při extrakci do roztoku, čímž dochází ke vzniku micely a odtud se následně oddělí pomocí rozpouštědla (DOBEŠ a kol., 1988). Při získávání olejů se nejčastěji užívá organické rozpouštědlo (n-hexan) a je vhodné pro olejninu s nižším obsahem tuku. Tzv. přímá extrakce, tzn. bez předešlého lisování, se provádí zejména u sóji, kdy se surovina musí jemně rozmělnit, aby bylo dosaženo velké extrakční plochy pro získání maximálního množství oleje (KUČERA a kol., 2007).

Kombinace lisování a extrakce

Tento proces získávání oleje se skládá ze dvou částí - nejprve se provádí předlisování, kterým se získává 2/3 oleje a následně extrakce vzniklých pokrutin po jejich jemném rozmělnění (KUČERA a kol., 2007). Pokud se surový olej skladuje, je vhodné je před uskladněním předběžně vyčistit, jinak se nečistoty usadí na dně nádrže a vytvoří vhodné prostředí pro činnost mikroorganismů. Předběžné čištění se provádí přecezením a filtrací v kalolisech a odstředivkách (DOBEŠ a kol., 1988).

Rafinace oleje

Rafinace neboli čištění je proces zušlechťování oleje, při kterém dochází k odstranění nežádoucích látek, které jsou přítomny v surovém oleji. Jsou to bílkoviny, volné mastné kyseliny, barviva. Cílem rafinace je získat z tmavého, kalného surového oleje s nepříjemnou vůní a chutí olej čirý, světlý, s neutrální vůní a chutí, olej vhodný pro lidskou výživu (DOBEŠ a kol., 1988; KADLEC, 2009; KUČERA a kol., 2007).

Odslizování

Odslizování (čiření) slouží k odstranění bílkovinných a slizovitých látek z oleje, neboť zhorčuje kvalitu a mohou způsobovat hořkou chuť. K odslizování oleje pro lidskou výživu se používá hydratace. Do oleje je vstřikována voda s přídavkem kyseliny fosforečné při teplotě 60-80 °C, čímž dochází ke srážení hydrofilních látek (bílkoviny), které se od oleje následně oddělí. Tím získáme hydratační kaly, ze kterých se získává emulgátor lecitin, nebo se mohou využívat pro výrobu přadných mýdel (KADLEC, 2009; KUČERA a kol., 2007).

Neutralizace (odkyselování)

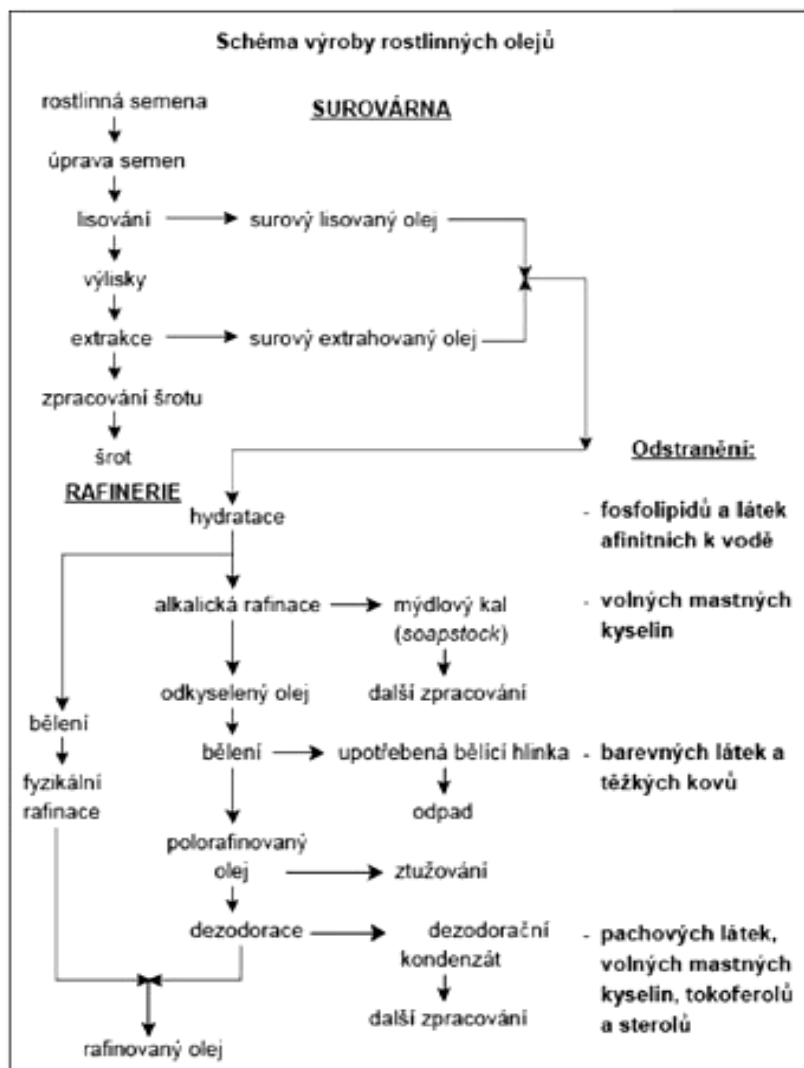
Neutralizace se používá k odstranění volných mastných kyselin, provádí se za pomoci louhu sodného, který vytváří s volnými mastnými kyselinami alkalickou sůl - mýdlo. Mýdlové vločky se rozpustí vodou a vytvoří mýdlový roztok, který se od oleje oddělí na odstředivce. Olej se nakonec propírá horkou vodou, aby se oddělily zbytky mýdla (DOBEŠ a kol., 1988; KADLEC, 2009; KUČERA a kol., 2007).

Bělení

Bělení slouží k odstranění barviv a pigmentů, k dosažení světlé barvy oleje. Metoda bělení je založena na adsorpci, jako absorbenty se používají bělicí hlinky nebo směsi s aktivním uhlím. Proces probíhá za sníženého tlaku při teplotě 80-90 °C. Následně se olej od hlínky oddělí filtrací (DOBEŠ a kol., 1988; KADLEC, 2009; KUČERA a kol., 2007).

Dezodorace

Dezodorace se provádí za účelem odstranění nežádoucích čichových a chuťových látek. Děje se tomu za pomoci destilace s vodní párou za sníženého tlaku a při vysoké teplotě, přičemž vodní pára strhává nežádoucí látky z oleje (DOBEŠ a kol., 1988; KADLEC, 2009; KUČERA a kol., 2007).



Obr. 1

Obr: 1. Schéma výroby rostlinného oleje (DVOŘÁKOVÁ, 2011)

2.2 Další uplatnění řepky olejné

Původní uplatnění odrůdy z rodu *Brassica* jako zelenina přerostlo v období středověku, kdy semena řepky byla používána pro výrobu olejů na svícení a mazání, či pro mydlaření. Základními okruhy využití: je potravinářskou surovinou pro lidskou výživu, extrahované šroty, případně pokrutiny či semena jsou významnou součástí krmných směsí, biomasa se využívá jako zelené krmivo či hnojení (KADAŘÁBEK a kol., 2007).

Řepka na zeleno

Používá se jako bílkovinné krmivo pro krmení přežvýkavců v čerstvém stavu. Jako konzervované krmivo (siláž, seno) se užívá jen málo. Zkrmování řepky na zeleno je vhodné v

období do začátku květu a trvá asi 10 dní. V této době je řepka dieteticky vhodná. Zkrmování na zeleno nastupuje v řepašské a kukuřičné oblasti ve druhé polovině dubna, v bramborářské v první dekádě května. Upozorňujeme na negativní vlastnost této rostliny kumulovat nitráty v závislosti na vegetační fázi, hnojení dusíkem a počasí. Přijatelné bývá množství asi 3 kg zelené píce na 100 kg hmotnosti dojnice, tj. asi 15 - 20 kg na kus a den. Na podzim je možné zkrmovat řepku asi po dobu 3 týdnů (říjen - listopad) (PAJTÁŠ, 1999).

Řepka na zelené hnojení

Zelené hnojení je v podstatě zarytí zelené hmoty do půdy a patří k nejlepším formám náhrady organických látek. Velkým kladem této metody je, že po sběru hlavních plodin květačku, kedluben, rostliny pěstované na zelené hnojení půdu zakryjí a zabraňují vypařování vody a ztrátě vody. Rozkládající se zelená hmota v půdě vytváří vhodné podmínky pro rozvoj bakterií a užitečných organismů, v důsledku své vlastní aktivity zlepšují biologické vlastnosti půdy a tím i využitelnost dodávaných hnojiv, čímž se zvyšuje úrodnost půdy (HLAVÍKOVÁ, 2011). Základním předpokladem pro stanovení možností, ale také hranic uplatnění zeleného hnojení, je znalost alternativních schopností a rozdílných účinků obměňování plodin, zpracování půdy, hnojení a opatření ochranných rostlin a znalost účinků použitých rostlin na zelené hnojení včetně jejich vlivů na pěstitelská opatření (ŠIMON, 2004).

Řepkové výlisky, řepkový extrahovaný šrot

Při produkci řepkového oleje je podle technologického postupu možno získat dva typy krmiv: řepkové výlisky a řepkový extrahovaný šrot

„ Řepkové výlisky “ jsou produktem výroby zpracování oleje, který se získává po lisování semen řepky. Výlisky obsahují 5 - 7 % tuku a až 30 % proteinů. Bílkoviny tvoří 28 - 33 % výlisku. Mezi uhlohydráty má hlavní podíl sacharóza. Obsahem vápníku, fosforu, hořčíku, mědi a manganu řepkové výlisky překonávají podobný sojový produkt. Řepkové výlisky obsahují značné množství cholinu, kyseliny nikotinové, riboflavinu, kyseliny listové a tiaminu a vedle toho obsahují semena řepky přírodní antioxidanty - tokoferoly, fenolické sloučeniny a taniny.

„ Řepkový extrahovaný šrot “- vzniká po extrakci tuku ze semene. Jde vysloveně o bílkovinná krmiva. O jejich aplikaci především ve výživě prasat a drůbeže i v jaderné složce u skotu rozhoduje zjištěná hladina glukosinolátů, cena (www.wentus-aliance.cz).

Tab. 2: Chemické složení neporušeného a loupaného semene v řepkového semene v řepkovém extrahovaném šrotu a v řepkových výliscích (KRACHT a kol., 1999)

Chemické složení (g/kg sušiny)	Řepkové semeno	Řepkové výlisky		Řepkový extr.šrot	
		intaktní	loupané	intaktní	loupaný
Organická hmoty	960	932	927	923	918
Dusíkaté látky	181	321	363	396	424
Tuk	495	120	128	21	21
Vláknina	66	102	61	117	72
NDF	157	253	151	286	193
ADF	145	197	120	209	135
Lignin	90	80	73	88	44
Cukry	52	112	135	105	120

Řepka v krmivářství

Řepka by mohla mít v krmivářství široké uplatnění. Pokud tomu tak není, je to dáno určitou obavou zemědělců z účinků antinutričních faktorů, látek obsažených v řepce - glukosinolátů, sinapinu, taninu, kyseliny fytinové apod. V zahraničí je zkrmování řepky běžnou záležitostí, existuje však i větší informovanost o skutečné hladině glukosinolátů v používané řepce. Limitní hranice obsahu glukosinolátů pro tuzemské podmínky jsou ve vyhlášce 194/96 k Zákonu o krmivech ze dne 15. 3. 1996 (Sbírka zákonů, 33/2011 Sb).

Řepka pro výrobu bioolejů a tenzidů

Rostoucí tlak na ochranu životního prostředí vyústil do zavedení výroby maziv na bázi řepkového oleje. Hlavní předností těchto tzv. bioolejů je velmi dobrá biologická rozložitelnost. Postupně nahrazují v technicky zdůvodněných oblastech tradiční ropná maziva. V ČR se vyrábějí biooleje pro mazání řetězů motorových pil, pro hydraulické systémy, ztrátové mazání stacionárních pil, mazání podvozků železničních vozidel, výhybek v kolejové dopravě, pro užití v potravinářském průmyslu. Největším výrobcem je SETUZA Ústí n. L., a.s., která dodává biooleje v širokém spektru použití. Dalšími výrobci jsou MILO Olomouc, a.s., a KORAMO Kolín, a.s. Zkoumá se i možnost využít etoxylované metylestery mastných kyselin (FAMEE) na produkci tenzidů pro výrobu pracích prostředků, mycích a čistících prostředků, pro odmašťování, na snížení pěnovosti klasických tenzidů. Vyznačují se však fermežovitým zápachem a nevhodnou barvou. Je to dáno vysokým obsahem kysel-

liny linolové a linolenové v řepce. Je potřebné pěstovat řepku s vysokým obsahem kyseliny olejové, nebo transgenní odrůdy s nižšími mastnými kyselinami, podobně jako v USA, kde se do pracích prostředků využívá laurová transgenní řepka (<http://max.af.czu.cz>).

Využití řepky olejné k výrobě tepla

Pro výrobu tepla z řepky lze využít jednak řepkovou slámu, která je vedlejším produktem při sklizni semene, jednak řepkových výlisků, které jsou vedlejším produktem při zpracování semena na olej. Protože výlisky jsou hodnotným krmivem, zbývá jen zdroj tepelné energie sláma. Uvádí se, že výhřevnost řepkové slámy činí 17,484 MJ/kg. Při hektarovém výnosu 4,74 t to představuje tepelný potenciál 82/87 GJ u jednoho hektaru řepky. Obdobně jako používání bionafty k pohonům motorů, má i využití řepkové slámy k výrobě tepla své problémy. Nízká objemová hmotnost zvyšuje náklady na dopravu a skladování. Řešením je lisování, dražování semen, briketování, to však znamená zvýšení ceny slámy jako paliva. Fyzikálně mechanickým vlastnostem slámy musí být uzpůsobeno i spalovací zařízení, které se tak svává investičně náročnějším ve srovnání s tradičními topnými systémy. Při minimálním zpracování pro účel spalování je však řepková sláma levnější palivem nežli uhlí hnědé. Ve srovnání s fosilními palivy neobsahuje síru, její spalování nezvyšuje obsah CO₂ v ovzduší, obsah dusíku je minimální a únik oxidu dusíku lze řídit procesem spalování. Z tohoto hlediska splňuje řepková sláma ekologické požadavky na ochranu ovzduší (PETŘÍKOVÁ, 1996).

Řepka v oleochemii

Agrární evropská politika dává konkrétní podněty k řešení dílčích otázek technického - nepotravinářského, geochemického, využití řepky. Je známo, že chemické reakce, kde je jedním z reaktantů molekula mastné kyseliny, se odehrávají buď na karboxylové skupině, na dvojně vazbě. Přibližně 11 % výtěžku při štěpení olejů představuje glycerol. Tento velmi důležitý trojsytný alkohol představuje sám o sobě důležité odvětví organické technologie. Při naplnění programu výroby metylesteru mastných kyselin řepkového oleje jako biopaliva vznikne tedy v ČR ročně asi 10 tisíc tun 100 % glycerolu. Vzdor dobré dnešní obytové situaci je nutno uvažovat o nových, doposud technologicky nezvládnutých aplikacích. Například v oboru biotechnologie: kvasné procesy - zdroj uhlíku. Je příznivou skutečností, že složení mastných kyselin v řepkovém oleji se dá šlechtitelskou prací významně pozmě-

nit. Pro oleochemii je významná možnost rozkladu olejů a tuků buď hydrolyzou nebo alkoholýzou. Produkty rozkladu jsou mastné kyseliny, glycerol a estery mastných kyselin. Z těchto pak velký význam mají hydrolyzou uvolněné mastné kyseliny vzhledem k přítomnosti reaktivních dvojných vazeb a karboxylové skupiny. Řízené chemické reakce na dvojně vazbě a na karboxylové skupině vedou k rozmanitosti oleochemických produktů. Pro hydrolyzu i alkoholýzu je společným rozkladným produktem olejů glycerol, který představuje přibližně 11 % výtěžku při jejich štěpení (<http://max.czu.cz>).

3 HISTORIE GENETICKÉ MODIFIKACE

Historie lidstva procházela obdobím, které bylo charakterizováno určitými příhodami a jevy, jež na sebe upnuly pozornost a znamenaly historický pokrok i určitý předěl ve vývoji. V současném období představují jednu z takových oblastí genetické modifikace, jež jsou výsledkem užití moderních biotechnologií (KŘÍSTKOVÁ, 2009).

Genové inženýrství umožnilo vývoj hospodářsky významných rostlin s unikátními znaky a to způsobem, který není možný běžným křížením. Postup zavádění cizorodých a rekombinantních genů se označuje jako transformace a produktem jsou geneticky modifikované organismy (GMO). Možnost genetických modifikací, usměrněných změn rostlinného genomu, se poprvé objevila v roce 1978, kdy bylo zjištěno, že konstantní část dědičné hmoty se předává z půdní bakterie *Agrobacterium tumefaciens* do dědičného základu rostlin. Rostliny jako objekt, který lze snadno regenerovat z jedné buňky ve zkumavce, byly úspěšně transformovány již v 80. letech. Některé z nich byly dovedeny až do formy registrovaných odrůd. Tyto odrůdy se již významně uplatnily v systému rostlinné výroby. Nejznámějším příkladem je sója odolná vůči herbicidu Roundup. Nejvýznamnějšími geneticky modifikovanými druhy jsou obecně sója, kukuřice, bavlník a jejich plochy ve světě stále rostou (OVESNÁ, 2005).

Již počátkem 20. století začal člověk pěstovat a šlechtit rostliny umělým výběrem. Ačkoliv cílený výběr zůstává i nadále základní šlechtitelskou metodou, šlechtění s ním nevystačí. V průběhu 20. století se začalo ve větší míře využívat záměrného křížení a postupně se začaly zavádět i další metody, znásobené počtu chromozomů, využití mutací indukovaných ionizujícím zářením nebo chemickými mutageny a konečně také využití genetických změn v rostlinných tkáňových kulturách (<http://www.coop.cz>, 2004).

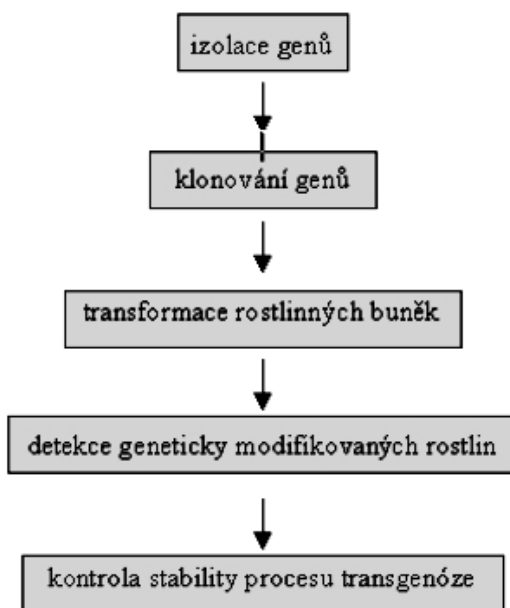
Od 70. let minulého století posunul člověk hranice svého poznání v oblasti šlechtění organismů tak daleko, že dokáže modifikovat genetickou informaci v buňkách způsobem, který dává novým organismům zcela nově užitkové vlastnosti. Jde o možnost vnášené jednotlivých genů nebo naopak jejich odstranění či utlumení jejich činnosti s využitím. Tomuto typu změn se začalo říkat genetická modifikace (GM) a takto vzniklým organismům geneticky modifikované organismy (GMO) (<http://www.coop.cz>, 2004).

První pokusy byly prováděny od roku 1973 v Kalifornii a od roku 1982 se již transgenní rostliny v USA začaly pěstovat ve větší míře. V roce 1994 byla pro trh USA schválena prv-

ní geneticky modifikovaná odrůda rostliny - rajčete, která dozrávají pomaleji a neměknou, následující rok se začala prodávat i GM kukuřice. V roce 2002 tvořila plocha GM rostlinami asi 59 mil hektarů, 2/3 těchto ploch sen nacházejí v USA, další v Argentině, Kanadě a Číně (<http://www.coop.cz>, 2004).

Poprvé se GM plodiny ve světových statistikách objevily v roce 1996 s plochou cca.

1,7 mil. ha; v roce 2008 dosáhla celosvětově plocha s GM plodinami 125 mil. ha. GM plodiny se tak staly doposud nejrychleji akceptovanou pěstitelskou technologií ve světě. V roce 2008 tuto technologii využilo 13,3 miliónů pěstitelů v 25 zemích celého světa. Nejčastěji se pěstují GM odrůdy sóji, kukuřice, bavlníku a řepky. V ČR se mohou produkčně pěstovat pouze takové GM plodiny, které prošly přísným schvalovacím procesem na úrovni EU, zahrnující mimo jiné vyhodnocení případných rizik GM plodin pro zdraví lidí a zvířat i životní prostředí, jejichž odrůdy byly zapsány do Státní odrůdové knihy v ČR popřípadě do Společného katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin v EU (KŘÍSTKOVÁ, 2009).



Obr. 2: Geneticky modifikovaný organismus z pohledu genetiky a šlechtění (VEJL, 2007)

4 ODRŮDY TOLERANTNÍ K HERBICIDŮM

Od počátku zemědělství farmáři zápolili na svých polích s pleveli. V 19. století byly objeveny chemické látky (herbicide), které omezují růst plevelů. Některé herbicide zamezují růstu všech rostlin, jiné růstu jen omezeného počtu rostlinných druhů. Určité rostliny jsou schopny přeměňovat (metabolizovat) díky svým enzymům některé herbicide na neúčinné látky, další disponují enzymem, které jsou k účinku daného herbicide necitliví, další herbicide nepřijmou. Podobně mohou na aplikaci herbicide reagovat i některé mikroorganismy. Na podobném principu fungují i geneticky modifikované odrůdy vyšších rostlin tolerantní k herbicidům. Do jejich genomu byl vpraven gen, jehož produkt - enzym určitý herbicide metabolizuje neb je ho schopen tolerovat. Dnes existuje řada herbicide tolerantnějších vyšších rostlin, do kterých byl vpraven gen z bakterií nebo jiných tolerantních rostlin (OVESNÁ, 2005).

Nejznámějším případem je bezesporu navození odolnosti k herbicide glyfosátu, který je složkou přípravku Roundup. Ten ovlivňuje enzym, který se účastní syntézy aromatických aminokyselin. Člověk takový enzym nemá, proto herbicide účinkuje jen na rostliny. První herbicide rezistentní rostlina byla vyvinuta již v roce 1985. Jednalo se o tabák, odolný právě k herbicide Roundup. Dalším případem je vnesení genu pro enzym fosfinotricin-acetyl transferázu (PAT), který zamezuje účinku herbicide glufosinát, který je součástí přípravku Liberty nebo Basta. V současné době existuje řada herbicide tolerantní odrůd (OVESNÁ, 2005) (Liberty Link s účinnou látkou Glukosinate - herbicide Basta, Roundup Ready s účinnou látkou glyphosate - herbicide Roundup (KOCOUREK a kol, 2005), které jsou používány v evropském a zejména světovém zemědělství. Odolnost hospodářsky významných druhů rostlin k herbicidům a jejich široká aplikace v zemědělství je však zejména evropskou veřejností vnímána negativně a pro aplikaci geneticky modifikovaných odrůd do prostředí a do oběhu platí přísné pravidla. Předností těchto geneticky modifikovaných tolerantních odrůd jsou nižší vstupy na ošetřování ploch (OVESNÁ, 2005).

Tab. 3 Příklady GM plodin tolerantních k herbicidům (OVESNÁ, 2005)

Aktivní složka herbicidu	Plodina
Isoxazol	kukuřice, řepka, soja
Oxynil	bavlník, řepka
Sulfonamid	řepka

4.1 Herbicid tolerantní plodiny

Plevele jsou nežádoucí zvláště proto, že si konkurují a bojují o živiny, prostor a světlo s plodinou, která se navíc může podílet i na rozšíření různých chorob a škůdců (SLATER a kol., 2008). Herbicidy ničí rostliny obvykle blokováním syntézy aminokyselin, funkcí růstových hormonů a inhibicí zeleného zbarvení (MALKIN a kol., 2000; CRAFTON a kol., 2000.). Odolnost k některým herbicidům se však může objevit i samovolně spontánní mutagenézí. Odolnost může být navozena vnesením upraveného genu pro cílový protein, který není citlivý na herbicid, či vnesení genu, jehož produkt aktivně přeměňuje herbicid na netoxickou látku (SLATER a kol., 2008).

4.1.1 Glyfosát

Glyfosát původně izolovaný z plísně *Neurospora crassa* (N - fosfomethylglycin), je širokospektrý, používá se po vzejití rostliny. Funguje jako inhibitor syntézy aminokyseliny šikimátu. Cílový enzym je 5 - enolpyruvylšikimát-3-fosfát (EPSP) syntáza. Přírodní rostlinný inhibitor EPSP syntázy je fosfoenolpyruvát (PEP). Inhibitor glyfosát soutěží s fosfoenolpyruvátu o navázání na EPSP syntázu (BOOCOOCK a kol., 1983). Inhibicí syntázy aminokyseliny šikimátu zabraňuje tvorbě aromatických aminokyselin fenylalaninu, tyrozinu a tryptofanu (BOOCOOCK, 1983). Tím také zabraňuje růstu rostlin, ale také zastaví přísun aromatických částí pro syntézu dalších látek, alkaloidů, auxinu, ligninu, flavonoidů (SLATER a kol., 2008). Glyfosát rezistentní rostliny díky vnesenému mutovanému genu z rostliny či genu z bakterie tvoří EPSP syntázu (BOOCOOCK, 1983). Plodinami odolnými ke glyfosátu a dostupnými na trhu bavlník, kukuřice, řepka a soja (OWEN a kol., 2005).

4.1.2 Glufosinát

Glufosinát (fosfotricin), komerční produkty (Liberty - Link, Basta, Finale, Radicale) je úplný herbicid inhibující glutaminsyntázu, která ohýbá a tím i detoxikuje amoniak za vzniku glutaminu. Důsledkem inhibice je nedostatek aminokyselin pro syntézu proteinů, hromadění amoniaku v rostlině, intoxikace, rozpad plastidů a blokáda fotosyntézy. Glufosinát rezistentní rostliny mají díky bakteriálním genům *pat* (selektivní marker značkovač genu s tolerancí k herbicidu Liberty - Phosphotricin - N - acetyltransferáza) nebo *bar* Basta - rezistant schopnost sesazovat glufosinát na inaktivní formu (QUIRASCO a kol., 2008).

5 GENETICKY MODIFIKOVANÁ ŘEPKY OLEJKA

Geneticky modifikovaným plodinám je věnována již od začátku 90. let minulého století pozornost, která zahrnuje různé pohledy používání. Převážně u každé nově zaváděné technologie se diskutuje o otázkách, které zajímá obyvatelstvo, z hlediska zdravotních a ekologických rizik (SOUKUP a kol., 2005).

Poslední dvě desetiletí 20. století přinesla řadu vědeckých objevů, které ovlivnily odvětví v lidské činnosti. Mezi nimi zaujímají významné místo možnosti čtení genetické informace a cílené manipulace s genomem některých druhů. Nové technologie se mimo jiné uplatňují v medicíně, farmacii. Možnost přenosu genů představuje další pokrok také ve šlechtění rostlin a v rozvoji zemědělské výroby. Nové technologie užívající transgenní rostliny jsou založeny na poznání struktury a funkce genů - informačních jednotek, kterými je řízen metabolismus a životní cyklus všech organismů (OVESNÁ 2000).

Pro transformaci řepky se využívá většinou *Agrobacterium tumefaciens*, půdní bakterie, která část své genetické informace přenáší do rostlinné buňky (OVESNÁ 2000). Pod termínem nepřímé metody transformace rozumíme postupy, které využívají jako přenašeče cizorodé DNA takzvaný vektor. Vektorem bývají obvykle specifické bakteriální plazmidy, některé typy retrovirů, lipozómů nebo GM spermie u živočichů. Nepřímé metody transformace rostlin patří mezi nejstarší postup přenosu genetické informace. Jako vektory jsou využívány plazmidy gramnegativních půdních bakterií rodu *Agrobacterium tumefaciens* a *Agrobacterium rhizogenes*.

Pro dvouděložné rostliny je charakteristické, že v případě poranění jejich orgánů dochází k produkci řady fenolických látek, jako je kyseliny 4 - hydroxybenzoová, sinapová, galová, vanilin. V případě, že dojde k poškození podzemních částí rostlin, jsou tyto látky uvolňovány do půdy. Přítomnosti fenolických látek v půdě je příčinnou aktivace genů virulence, které jsou nesené plazmidy Ti (T-DNA - transferová DNA) u *Agrobacterium tumefaciens* a *Agrobacterium rhizogenes* (VEJL, 2007).

Specifická vazba bakteriálních buněk je založena na principu vazby signálních molekul na receptorové proteiny buněčných stěn. Signální molekuly jsou kódovány geny uloženými na bakteriálních plazmidech. Receptorové proteiny jsou kódovány geny virulentní oblasti Ti plazmidu (T-DNA - transferová DNA). Jednotlivé kmeny bakterií rodu *Agrobacterium* vykazují mnohdy specifitu vůči různým botanickým druhům. Tato specifita je dána právě

variabilitou signálních molekul. Následně dochází k aktivaci dalších genů zajišťujících virulenci plazmidů. Tyto geny kódují například endonukleázy, které způsobují vznik jednořetězcových zlomů na specifických místech Ti plazmidu. Další proteiny kódované virulentní oblastí plazmidu jsou zodpovědní za uvolnění úseku ssDNA z Ti plazmidu, který bude následně transportován do jádra hostitelské rostliny. Tento přenášený úsek plazmidu je označován jako T-DNA. Další proteiny kódované oblastí virulence se navazují na T-DNA a zajišťují její transport a integraci do chromozómu rostliny (VEJL, 2007).

5.1 Využití geneticky modifikované řepky olejký

Řepka olejná je jednou z hlavních plodin, které byly geneticky upraveny a její transgenní odrůdy byly v některých zemích uvolněny pro komerční využití. Jde o čtvrtou nejpěstovanější upravenou plodinu na světě (cca 19 % plochy). Jako invazivní druh, často pěstovaný na velkých plochách, vytváří velké množství semen a pylu. V ornici může vydržet po mnoho let a za určitých podmínek se šířit do okolního ekosystému (SOUKUP a kol., 2005).

Genetických modifikací se u řepky olejně využívá k získání tolerance k neselektivním herbicidům nejčastěji ke *glyphosátu* (Roundup Ready řepky) a *glufosinátu* (Liberty Link řepka), v menší míře k *bromoxynilu*, *chlorsulfuronu*, *imidazolinu*, *ioxynilu*. Na využití herbicidní tolerance společně s vnesením genu pro samčí sterilitu je založen způsob výroby hybridního osiva u řepky. Dalšími možnostmi jsou geneticky modifikované řepky s upraveným složením mastných kyselin v oleji (zvyšuje se zde obsah kyseliny, laurové, stearová, palmiové, olejové, γ -linolenové). Takto upravený olej má pak jiné využití pro potravinářské nebo technické účely. Vyzkoušely se také řepky s vysokým obsahem aminokyselin (methionin, lysin) pro zlepšení výživové hodnoty řepkových pokrutin. GM řepku je možné produkovat i na léčiva a farmakologicky významné látky (BEČKA, 2005).

5.1.1 GM odrůdy tolerantní k herbicidům

Vývoj a zavedení nového herbicidu stojí v současné době stovky miliónů dolarů a trvá přibližně 8 - 10 let, než je uveden na trh, přičemž nové vyvinutý herbicid lze používat pouze v omezeném počtu plodin v některých je selektivní. Taková investice se vyplatí pouze u plodin s celosvětově velkým významem. Z uvedeného důvodu se společnosti v posledních 15 letech zaměřily na možnost použití stávajících vysoce účinných herbicidů v plodinách, ve kterých nebylo dosud možné tyto herbicidy použít z důvodu fyto-toxicity. Začaly tak

vznikat technologie ochrany proti plevelům, založené na herbicidní toleranci (HT) (HOLEC a kol., 2011).

Podle ISAA se GM plodiny komerčně pěstují od roku 1995 a do roku 2010 dosáhly celosvětové výměry 148 mil. ha, přičemž každoroční nárůst činí okolo 10 %. V současné době se využívají GM technologie při regulaci plevelů především u sóji, kukuřice, bavlny, řepky a cukrovky. Hlavním důvodem masového rozšíření těchto technologií po celém světě je relativní jednoduchost herbicidní ochrany, která tkví v tom, že pěstitel dosáhne vysoké účinnosti na velmi široké spektrum plevelů v širokém aplikačním termínu bez rizika poškození plodiny (HOLEC a kol., 2011).

K vytvoření tolerance k herbicidům se používá mechanismů, jsou známé u rezistentních plevelů. Příslušné geny jsou v přírodě běžné a jsou součástí genomu bakterií i vyšších rostlin, které jsou schopné přirozeně herbicidně aktivní sloučeniny detoxikovat. Vložením genu získá plodiny vysoký stupeň tolerance k danému herbicidu a jsou téměř vyloučeny problémy s fyto toxicitou (negativních účinků některých chemických látek) (HOLEC a kol., 2011).

5.1.2 Geneticky modifikovaná řepka pro produkci oleje

CANOLA, neboli řepka jarní, kultivar naší řepky olejky, se v Severní Americe ve velkém rozsahu pěstuje na produkci oleje. Získávají se nové důkazy o tom, že geneticky upraveným rostlinám CANOLY se extrémně dobře daří v divoké (www.agris.cz, 2010).

Semena takto geneticky upravených rostlin obsahují více nenasycené mastné kyseliny omega-3 a omega-6 mastné kyseliny. Tyto kyseliny (arachidonová, eikopentaenová) patří mezi nutričně důležité vyšší kyseliny, jsou užitečné pro lidský organismus - prevence kardiovaskulárních onemocnění (ABBADI a kol., 2004).

5.1.3 Hybridní osivo řepky

Za pomoci genetických modifikací můžeme levněji produkovat hybridní osivo řepky a využívat geneticky řízené samčí sterility v kombinaci s herbicidní tolerancí. Při výrobě hybridního osiva se používají 3 geny: gen pro barnasu (způsobuje úplnou sterilitu pylu), gen pro barstar (obnovitel fertility) a *pat* gen (selektivní marker značkovač genu s tolerancí k herbicidu Liberty). Tento způsob výroby kříženého osiva je velmi schopný při nízkých

nákladech a je využíván nejen u řepky olejné, ale také u kukuřice a zeleniny (PSOTA, 2000).

5.2 Pěstitelé GM řepky olejky

U GM řepky olejné se obchodně pěstují odrůdy s tolerancí k neselektivním herbicidům a s lepší kvalitou řepkového oleje (s vyšším obsahem kyseliny laurové nebo olejové v řepkovém oleji) a křížením vzniklé pomocí genetických modifikací. Největšími pěstiteli GM řepky olejné jsou Kanada a USA. V roce 2003 na území USA se oselo až 70 % ploch GM řepkou olejnou s herbicidní tolerancí. Z toho 65 % odrůdy Roundup Ready řepky a 35 % odrůdy Liberty Link řepky (BEČKA, 2005).

Tab. 4: Celkové plochy GM řepky ve světě (HOLEC, 2011)

Pozice	Stát	Výměra (mil.ha)	GM plodina
1	USA	57,7	sója, kukuřice, bavlna, řepka, papája
4	Kanada	7,0	řepka, kukuřice, sója
15	Chile	<0,1	řepka

5.3 Dovoz GM řepky do EU

Ačkoliv se v EU (a tedy ani v ČR) nemohou GM olejniny pěstovat, na trh se s nimi potkáme ze všech GM plodin nečastěji, a to zejména díky GM sóje, bez které si lze dnes jen těžko představit dostatečné zásobení živočišného sektoru proteinovými krmivy. Také mnoho potravinářských více druhových olejů je v EU vyrobeno z GM sóji. Na trhu EU je nyní povoleno 12 typů GM olejin (sója - 3, řepka - 3, bavlník - 6 typů). Tyto GM olejniny lze pouze dovážet za třetích zemí a dále zpracovávat jako krmivo nebo potravinu, popř. pro průmyslové využití. Produkty sestávající z GMO (např. sojové krmivo) nebo produkty obsahující GMO musí mít na obalu i v původní dokumentaci uveden jednoznačný identifikační kód, který byl příslušnému GMO přiřazen v rámci schvalovacích procesů. Seznam povolených GM olejin pravidelně aktualizuje Evropská komise a je dohledatelný (BEČKA, D a kol., 2010).

Tab. 5: GM olejniny povolené pro dovoz a zpracování v EU (KŘÍSTKOVÁ, 2009)

GM plodina	Genetická modifikace (znak gm plodiny)	Jednoznačný identifikační kód
GM řepka GT73	tolerance ke glyfosátu	MON-00073-7
GM řepka MS8, RF3, MS8 x RF3	tolerance ke glufosinátu amonné- mu a samčí sterilita	ACS-BN005-8 ACS-BN003-6 ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6
GM řepka T45	tolerance ke glufosinátu amonné- mu	ACS-BN008-2

Jednoznačný identifikační kód:**GM řepka GT73(MON-00073-7)**

Tato GM řepka firmy Monsanto se vyznačuje tolerancí k účinné látce neselektivního herbicidu, konkrétně glufosátu. Tato GM řepka byla doposud povolena v 9 zemích světa, z toho ve 4 z nich k pěstování. Žádost o pěstování v EU nebyla zatím podána (BEČKA a kol., 2010).

GM řepka MS8, RF3, MS8 x RF3 (ACS-BN005-8, ACS-BN003-6,**ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6)**

Tato jarní řepka firmy Bayer CropScience je součástí systému Seed Link, který spočívá ve využití heterózního efektu, kdy hybrid má větší výnos než lepší rodičovské linie. Tato modifikace je spojena s tolerancí k herbicidu Liberty. Výsledné hybridy takto modifikované řepky myjí vyšší výnosy i díky konsistentnímu růstu a pravidelnému dozrání (BEČKA a kol., 2010).

GM řepky T45 (ACS-BN008-2)

Tato GM řepky firmy Bayer CropScience byla modifikována za účelem získání tolerance k účinné látce neselektivního herbicidu, konkrétně glufosinátu amonému. Tato GM řepka byla doposud povolena v 8 zemích světa, z toho ve 4 z nich pěstován. V EU byla tato GM

řepka schválena pro dovoz a zpracování v roce 2009, rozhodnutí je tedy platné do roku 2019. Žádost o pěstování v EU nebyla podána (BEČKA a kol. 2010).

6 RIZIKA PŘI UVOLŇOVÁNÍ GMO DO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Před uvolněním GMO do životního prostředí a do oběhu se zvažují možné interakce zdraví člověka a ekosystémem. Účinky geneticky modifikovaných organismů na životní prostředí a zdraví lidí a zvířat by mohly být přímé a nepřímé, okamžité a opožděné.

a) Přímé účinky: přímými účinky se rozumí prvotní účinky na lidské zdraví nebo na životní prostředí, které jsou výsledky působení GMO a neprojevují se příčinným řetězcem událostí.

b) Nepřímé účinky: nepřímými účinky se rozumí účinky na lidské zdraví nebo životní prostředí, které se projeví příčinných řetězcem dalších událostí jako např. přenosem genetického materiálu, změnami v používání nebo nakládání.

Při uvolňování GMO do prostředí je třeba hodnotit riziko, která souvisí s rostlinným druhem, který byl upraven - jeho přirozená invazivita, schopnost přežít v prostředí a také s typem vneseného transgenu (OVESNÁ, 2005).

Po uvolnění GM odrůd do prostředí a do oběhu platí přísné regulace z důvodu negativního vnímání odolnosti hospodářsky významných druhů rostlin k herbicidům a jejich širokou aplikací v zemědělství (HÁJKOVÁ a kol., 2006).

Při odhadu rizika se zvažuje celá řada aspektů:

- GM plodiny mohly pronikat do přírodních ekosystémů
- GM plodiny by se mohly křížit s dalšími druhy, zvyšovat jejich plevelný charakter
- GM plodiny by mohly ovlivňovat genetickou čistotu dalších plodin
- GM plodiny by mohly vést ke vzniku nových škůdců a novým onemocněním plodin
- GM plodiny by mohly mít sekundární ekologické dopady (OVESNÁ, 2005).

6.1 Environmentální rizika u GM řepky olejky

GM rostliny s krátkou historií domestikace (zdomácnění) mohou představovat větší environmentální rizika než hlavní zemědělské plodiny. GM rostliny se mohou stát invazivní, jestliže genetické modifikace zvýší schopnost přežívání a reprodukce kultivarů v přírodních ekosystémech. Jak ukazují zkušenosti z Kanady s jarní řepkou (angl. CANOLA) tolerantní k herbicidům, některé plodiny mají potenciál stát se vážnými plevelnými druhy v agroekosystémech. Řepka olejka patří mezi plodiny, které byly domestiková-

ny relativně nedávno, ve srovnání s hlavními obilninami (rýže, pšenice). U řady odrůd řepky se bohužel zachovaly dva divoké znaky, a to krátká dormance - stav výrazného snížení růstu semene a schopnost samovolného uvolňování semen. V důsledku projevu těchto znaků se velké množství semen při sklizni dostává do půdy, přetrvává v zásobě semen v půdě a v dalších letech pak rostliny z těchto semen zaplevelují další plodiny. Obvykle se invazivní druhy rostlin objevují v pěstovaných plodinách v relativně malé hustotě a jsou hubenými selektivními herbicidy. Problémy nastávají, pokud jsou tyto invazivní druhy rezistentní k herbicidům (KOCOUREK a kol., 2005).

Řepka rezistentní k herbicidům se jako plevelný druh stává hlavním problémem některých oblastech provincie v Kanadě. Někteří herbologové předpokládají, že řepka tolerantní k herbicidům se stane hlavním plevelným druhem v Kanadě, protože se tato GM řepka pěstuje v provincii na velkých plochách. Existují také určité obavy z přenosu genů pylem z odrůdy řepky rezistentní k různým herbicidům. Může k tomu dojít při křížení invazivních druhů a pěstovanou plodinou nebo mezi různými invazivními druhy. V západní Kanadě se pěstovaly tři druhy řepky tolerantní k herbicidům (rezistentní ke glufosátu, glufosinátu, imidazolinu). Současné poznatky ukazují, že nezáměrné křížení mezi těmito kultivary vede ke vzniku rostlin s multiple - rezistencí k dvěma a v některých případech ke třem skupinám herbicidů. Takové změny v genetice vedou k vážným problémům, protože k likvidaci multiple - rezistentní plevelné řepky jsou farmáři nuceni používat starší typ herbicidu, z nichž některé jsou méně šetrné k životnímu prostředí novějších produktů (KOCOUREK a kol., 2005).

7 LEGISLATIVA V OBLASTI GENETICKÝCH MODIFIKACÍ V ČESKÉ REPUBLICE

7.1 Zákon ze dne 22. ledna 2004 o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty

Pro účely zákona 78/2004 Sb. v platném znění se rozumí:

- 1) Organismem - biologická jednotka, včetně jednotky mikrobiologické, schopná rozmnožování nebo přenosu dědičného materiálu,
- 2) Dědičným materiálem - deoxyribonukleová nebo ribonukleová kyselina,
- 3) Genetickou modifikací - cílená změna dědičného materiálu spočívající ve vnesené cizorodého dědičného materiálu do dědičného materiálu organismu nebo vynětí části dědičného materiálu organismem způsobem, kterého se nedosáhne přirozenou rekombinací,
- 4) Geneticky modifikovaným organismem - organismus, kromě člověka, jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací provedenou některým z technických postupů,
- 5) Geneticky modifikovaným mikroorganismem - mikrobiologická jednotka schopná rozmnožování nebo přenosu jediného materiálu, včetně virů, viroidů, živočišných a rostlinných buněk v kultuře, jejichž materiálem byl změněn genetickou modifikací,
(78/2004 Sb., 2004)

Geneticky modifikovaný organismus je podle zákona takový organismus, kromě člověka, jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací provedenou některým ze stanovených technických postupů. Z uvedené definice je patrné, že hranice mezi metodami, jejichž výsledkem je GMO, a metodami, které nespadají do působnosti zákona, byla stanovena administrativně. Rychlý rozvoj molekulární genetiky přináší stále nové techniky, u kterých je třeba z hlediska stávající legislativy posoudit, zda vedou ke vzniku GMO (POUCHOVÁ a kol., 2008).

Právní předpisy rozlišují tři způsoby používání GMO:

uzavřené nakládání s GMO, což je použití GMO v laboratořích, uzavřených sklenicích, chovech zvířat a průmyslových provozech. Pod pojmem nakládání se rozumí nejen vlastní genetická modifikace, ale i uchovávání, pěstování a další manipulace s GMO,

uvádění GMO do životního prostředí, neboli jejich záměrné vnesení do životního prostředí mimo uzavřený prostor, a to za jiným účelem, než je uvedení do oběhu. Jde o polní pokusy s geneticky modifikovanými rostlinami na přesně definovaném pozemku, které podléhají přísným pravidlům: sklizené rostliny a semena se po skončení pokusu musí stanoveným způsobem zlikvidovat, pozemek je i po následujících několik let kontrolován.

Do této kategorie by patřilo i použití GM mikroorganismů mimo uzavřený prostor, ovšem v ČR zatím nebyl takový výzkum prováděn,

uváděním GMO a produktů do oběhu se rozumí jejich předání jiné osobě za účelem distribuce nebo používání, pokud se nejedná o předání výlučně k uzavřenému nakládání nebo uvádění do životního prostředí. Jde o dovoz, prodej v obchodní síti, skladování, pěstování za účelem prodeje a zpracování, výrobu konečných produktů a podobně (POUCHOVÁ a kol., 2008).

7.2 Označování GM potravin

Provozovatelé potravinářských podniků, kteří uvádějí do oběhu potraviny balené ve výrobě, obsahující geneticky modifikované organismy nebo se z nich skládají, nebo které byly vyrobeny z GMO nebo obsahující složky vyrobené z GMO, jsou povinni způsobem stanoveným vyhláškou č. 324/1997 Sb., o způsobu označování potravin a tabákových výrobků, v platném znění, potraviny řádně označit na obalu určeném pro spotřebitele v souladu se zákonem č.110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, v platném znění, to je dle ustanovení § 6 odst. 1 zákona a dále údaje podle bezprostředně závazných předpisů Evropských společenství:

1) nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003, o zpětné vysledovatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů a zpětné vysledovatelnosti potravin a krmiv vyrobených z geneticky modifikovaných organismů a o změnách směrnice 2001/18/ES.

2) nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1826/2003, o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech.

Oddíl 2 nařízení (ES) č. 1829/2003 se nevztahuje na potraviny složené z materiálu, který obsahuje GMO, sestává z nich nebo je z nich vyroben a jehož podíl v jednotlivých složkách nebo v jednosložkové potravine není vyšší než 0,9 % za předpokladu, že přítomnost tohoto materiálu je náhodná je nelze technicky zabránit.

Pro potraviny spadající do působnosti tohoto oddílu jsou stanoveny následující specifické požadavky na označování:

- a) sestává-li potraviny z více než jedné složky, uvedou se slova „geneticky modifikovaný“ nebo „vyrobený z geneticky modifikované (název složky)“ v seznamu složek, a to v závorkách bezprostředně za dotyčnou složkou;
- b) je-li složka uvedena názvem skupiny složek, uvedou se slova „obsahuje geneticky modifikovaný (název organismu)“ nebo „obsahuje (název složky) vyrobenou z geneticky modifikovaného (název organismu)“ v seznamu složek;
- c) není-li uveden seznam složek, uvedou se slova „geneticky modifikovaný“ nebo „vyrobený z geneticky modifikovaného (název organismu)“ zřetelně na etiketě;
- d) údaje uvedené v písm. a) a b) mohou být uvedeny v poznámce pod seznamem složek. V takovém případě musí být vytištěny alespoň stejně velkým písmem jako seznam složek. Není-li uveden seznam složek, uvedou se údaje zřetelně na etiketě;
- e) je-li potravina nabízena k prodeji konečnému spotřebiteli jako nebalená potravina nebo jako balená potravina v malých obalech, jejichž největší plocha je menší než 10 cm, musí být výše uvedené informace trvale a viditelně vystaveny buď na boxu s vystavenou potravinou nebo bezprostředně vedle něj, nebo na obalu, a to dostatečně velkým písmem, aby byly snadno rozpoznatelné a čitelné (ŠTĚPÁNEK, 2005).

7.3 Označování GM krmiv

pro krmiva obsahující GMO nebo sestávající z GMO se uvedou slova „geneticky modifikovaný/á/é (název organismu)“ v závorkách bezprostředně za specifickým názvem krmiva;

pro krmiva vyrobená z GMO se uvedou slova „vyrobena z geneticky modifikovaného/é (název organismu)“ v závorkách bezprostředně za specifickým názvem krmiva;

tato slova mohou být popřípadě uvedena v poznámce k seznamu krmiv, kdy musí být vytištěna alespoň stejně velkým písmem jako seznam krmiv.

Potraviný či krmiva, které obsahují GMO nebo sestávají z GMO, navíc musejí být označeny jednoznačným identifikačním kódem, který jednoznačně určuje konkrétní typ GMO (kódy pro jednotlivé povolené GM olejniny viz tabulka č. 3). Příslušné právní předpisy nevyžadují, aby jednoznačným identifikačním kódem byly označeny i produkty vyrobené z GMO.

Výše uvedeným postupem je nutné označovat nejen samotný GM organismus a jeho produkty, ale také každý jiný produkt (včetně Bio produktů), který obsahuje jakékoliv nenulové množství materiálu, který obsahuje GMO, sestává z nich, nebo je z nich vyroben, případně více než 0,9 % náhodné či technicky nevyhnutelné příměsi takového materiálu. Pro určení, že přítomnost materiálu vyrobeného z GMO je náhodná nebo technicky nevyhnutelná, musí být provozovatelé schopni prokázat, že přijali vhodná preventivní opatření (KŘÍSTKOVÁ, 2009).

Označovat se naopak nemusí produkty zvířat (jako např. maso, mléko, vejce apod.), která byla krmena GM krmivy. Ačkoliv označování takových produktů nemá reálný základ - analyticky nelze v podstatě prokázat, a tedy ani dostatečně kontrolovat přítomnost geneticky modifikované DNA v živočišných produktech zvířat krmených GMO, vedou se v této oblasti o nutnosti označování politické diskuze a někteří odběratelé požadují potvrzení od pěstitelů, že zvířata nebyla krmena GM krmivy (KŘÍSTKOVÁ, 2008).

7.4 Pravidla pro pěstování GM odrůd polních plodin

Ve světě každoročně narůstá ploch oseté komerčně využívanými geneticky modifikovanými plodinami. S tímto trendem jsou spojeny obavy zemědělců, kteří tyto plodiny pěstovat nechtějí nebo hospodaří v ekologickém zemědělství. Nejdůležitějšími opatřeními, které směřují ke koexistenci je důsledné sledování pěstovaných geneticky modifikovaných plodin a jejich evidence a označování, dodržování izolačních vlastností.

Pěstování GM plodin ve světě stále nabývá na významu, o čemž svědčí i nárůst jejich pěstebních ploch. GM plodiny se pěstují ve více než 15 - ti zemích světa, předními pěstiteli

jsou USA, Argentina, Kanada, Čína, Brazílie. Největší plochy jsou osety GM sójou (60 %), GM kukuřicí (20 %), GM bavlníkem (10 %), GM řepkou (5 %) (ČEŘOVSKÁ, 2005).

ZÁVĚR

Geneticky modifikované plodiny zůstávají i nadále v Evropské unii kontroverzním tématem. Evropští spotřebitelé stále nechtějí přijmout zemědělské biotechnologie v praxi, a tak lze v EU pozorovat stagnující trend, zejména co se týká pěstování GM plodin. V případě dovozu a zpracování geneticky modifikovaných plodin se EU snaží držet krok s vývojem ve třetích zemích, neboť v rámci celosvětového obchodu se již nelze zcela vyrovnat produktům vyrobeným z GM plodin, které byly schváleny a vypěstovány mimo Evropskou unii.

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala porovnáním geneticky modifikované řepky olejky s klasickými odrůdami řepky olejky. Seznámila jsem se touto rostlinou z pohledu složení, pěstování, druhů a využití v oblasti potravinářské i nepotravinářské. Důležité pro mě bylo zjištění, že klasická řepka ozimá má širší možnost pěstování než odrůda jarní, z důvodu citlivosti na klimatické podmínky.

U GM řepky bylo zjištěno vnesení genu a následné tolerance vůči přírodním organismům a chorobám způsobné viry a bakteriemi. Z pohledu místa pěstování odrůd byl zjištěn zákaz a dovoz do Evropské unie z důvodu neschválení právních předpisů. Legislativa zahrnuje široké množství zákonů zabývajících se označováním GM potravin, krmiv následného dovozu a uvádění plodin do evropské unie.

GM plodiny se pěstovat jen v určitých oblastech světa jako je Kanadě, Chile a USA. Zjistila jsem o geneticky modifikovaných plodinách nové informace, o rizicích na životní prostředí z oblasti environmentální, rizika týkající se problémů přenesení pylu z odrůd rezistentní k různým herbicidům.

Je zřejmé, že transgenní odrůdy mohou být v budoucnu cenným zdrojem surovin. Zatím však zejména na evropském kontinentě nejsou přijímány veřejností bez obav, tak jako každá nová technologie.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABBADI A; DOMERGUE F; BAUER J, NAPIES JA; WELTI R; ZÄHRINGER U; CIRPUS P; HEINZ E. Biosynthesis of very-long-chain polyunsaturated fatty acids in transgenic oilseeds : Thelen J.J., Ohlrogge J.B., 2002., Both antiseptase and Constraints on their accumulation, *Plant Cell*, 2004, 16, 2734-2748.

BARANYK, P. Řepka olejka - české zlato. Rostliny, které dávají olej.[online]. [cit. 201-12-11]. Dostupné z: <http://www.zdravykorinek.cz>.

BARANYK, P., et al. *Základy pěstování řepky ozimé*. 2nd ed. Praha: Institut výchovy a vzdělání MZe ČR, 1996. 32 p. ISBN 80-7105-065-2.

BARANYK, P. *Olejniny*; Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin; Profi Press: Praha, 2010. BEČKA, D., et al. *Řepka ozimá, pěstitelský rádce*. 1st ed. Praha: Kurent, 2007. 60 p. ISBN 978-80-87111-05-5.

Prosperující olejniny: Sborník s mezinárodní účastí Agricultura-Scientia-Prosperitas. Edited by Bečka, D., et al. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze katedra rostlinné výroby, 2010. 166 p. ISBN 978-80-231-2128-1.

BEČKA, D., ed.; *Uplatnění genetických modifikací u řepky olejné*, Řepka, mák, slunečnice hořčice; Česká zemědělská univerzita v Praze, katedra rostlinné výroby 2005

BOOCOCK, M.R. COGGINS J.R., Kinetics of 5-enolpyruvylshikimate 3-phosphate synthesis inhibition by glyphosate. *Federation of European Biochemical Societies Letters* 154,127-133

Brukev řepka olejka (Brassica napus L. var napus) [online]. [cit. 2011-12-8]. Dostupné z: <http://www.agritec.cz>.

CRAWFORD NM., KAHN ML, LUESTEK T, LONG SROV. Nitrogen and Sulfur citování: Grissem, Jones *Biochemistry and Molecular biology of plants*, American Society of Plant Biologists, Rockville, Maryland 2000, 786-849

ČEŘOVSKÁ, M. *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR: Pravidla koexistence v rostlinné výrobě*. Praha: Ministerstvo zemědělství v spolupráci s českou zemědělskou univerzitou, 2005. 64 s.. ISBN 80-7084-408-6.

ČMOLÍK, J. Řepkový olej-český olej špičkové kvality. *Nový venkov*, 2000, vol. 3, no. 4, p. 53–54.

DOBEŠ, M., HEJLOVÁ, Š. *Hygiena a technologie tuků a potravinářských polotovarů*. Brno :Vysoká škola veterinární v Brně, 1988. 175 s.

DUCHOŇ, M. Význam a složení zrna. *Řepka olejná (Brassica napus L.)* [online]. [cit. 2011-19-6.] Dostupné z: <http://zemedelskekomodity.cz>.

DVOŘÁKOVÁ, R. Schéma výroby rostlinných olejů. *Zdravá výživa* [online]. [cit. 2011-11-15]. Dostupné z: <http://www.druidova.mysteria.cz>.

Ekologické zemědělství a GMO otázky koexistence, 2010. Zaměřeno na geneticky modifikované organismy.[online]. [cit. 2011-18-9]. Dostupné z: <http://www.ohz.cz>.

FÁBRY, A. (1992) Původ, dějiny, rozvoj a rozšíření pěstování. (33-41) – In: FÁBRY, A. a kol. (1992) Olejniny. Mze ČR, Praha, 422 s.

FORD, C.; et al. *Engineered Crops and Pesticide Use in the United States*; BioTech Info-Net, Technical Paper No7: USA, 2004; Chapter The First Nine Years, pp 3111–3115

Geneticky upravená řepka šíří genetický materiál do volné přírody [online]. [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://www.agris.cz>.

Geneticky modifikované organismy. [online]. 2004, vol. 4 [cit. 2012-02-28]. p. 1–4. Dostupné z: <http://www.coop.cz>.

HÁJKOVÁ, P., HRUBÝ, J., et al. Transgenní řepka olejka-její monitoring, molekulární detekce a vliv agrotechniky na eliminaci výdrolu. *Agromagazín*, 2006, vol. 7, no. 5, p. 26–29. ISSN 1214-0643

HLAVÍKOVÁ, K. Řepka olejka ozimá, 2011. Zelené hnojení. [online]. [cit. 2011-17-10]. Dostupné z: <http://www.agrislatinice.cz>.

HOLEC, J., JURSIK, M., et al. Využití HT technologií při regulaci plevelů. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 2011, vol. 9-10, p. 286–291.

HŮLA, J. a kol. (1997): Zpracování půdy. Brázda, Praha, 140 s

KADLEC, P., et al. *Technologie potravin. Co byste měli vědět o výrobě potravin?* Ostrava : Key Publishing s.r.o., 2009. 534 s. ISBN 978-80-7418-060-6.

KADAŘÁBEK, L., ZDEŇKOVÁ, K. Zjištění geneticky modifikované řepky olejky metodou PCR. *Otevřená věda*, 2007, vol. 4, p. 184–185

KOCOUREK, F., ŘÍHA, K., STARÁ, J. *Vědecký výbor fyto-sanitární a životního prostředí: Hodnocení rizik geneticky modifikovaných organismů pro životní prostředí*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2005. 50 p.

KOPRNA, R., HAVEL, J. Využití olejnin pro potravinářské účely. *Farmář*, 2002, vol. 4, p. 24–26

KRIDL J.C., 1992 Modification of *Brassica seed* oil by antiseptase expression of a steroyl-acyl carrier protein desaturase gene. *Proc. Natl Acad Sci UCA* 89, 2624-2628

KŘÍSTKOVÁ, M. *Pěstování a dovoz geneticky modifikovaných olejnin* [online]. [cit. 2012-5-2]. Dostupné z: Ministerstvo zemědělství - odbor rostlinných komodit: Praha, 2008.

KŘÍSTKOVÁ, M. Pěstování a dovoz geneticky modifikovaných olejnin. *Požadavky na označování krmiv* [Online]. [cit. 2012-15-1]. Dostupné z: www.mze.cz.

KŘÍSTKOVÁ, M. *Dosavadní zkušenosti s pěstováním geneticky modifikované Bt kukuřice v ČR 2005-2009*; 2009.

KUČEROVÁ, J., PELIKÁN, M., HŘIVNA, L. *Zpracování a zbožíznalství rostlinných produktů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. 125 p. ISBN 978–80–7375–088–6

KOCOUREK, F., ŘÍHA, K., STARÁ, J. *Vědecký výbor fyto-sanitární a životního prostředí: Hodnocení rizik geneticky modifikovaných organismů pro životní prostředí*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2005. 50 p.

MALKIN R., NIYOGI K., *Photosynthesis 2000.*, citováno: Buchanan. Grissem, Jones Biochemistra a Molecular biology of plants, American Society of Plant Biologists, Rockville, Maryland 2000, 568-628

O krmivech, ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů*, 33/2011 Sb. [online]. [cit. 2012-21-1]. Dostupné z: <http://www.sbirka.cz>.

O nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty. [online]. [cit. 2012-16-1]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz>.

OVESNÁ, J. *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR*. Praha: Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou, 2005. 3-5 p. ISBN 80-7084-408-6.

OVESNÁ, J. Nové perspektivy pěstování a využití geneticky modifikované řepky olejné. *Agromagazín* 2000, 7, 39–41.

OVESNÁ, J. *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR: Geneticky modifikované organismy a jejich možné uplatnění v rostlinné výrobě*. Praha: Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou, 2005. 64 p. ISBN 80-7084-408-6.

OWEN, M.D.K. AND I. A ZELEYA 2005. Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Management Science* 61, 301-303

PAJTÁŠ, M. Využití řepky olejné ve výživě dojníc. *Farmář*, 1999, vol. 12, p. 42–43.

PETŘÍKOVÁ V., *Produkce energetických rostlin v pánevních oblastech: Sborník z česko rakouského semináře Biomasa pro energii VÚRV.*, Praha, 1996.

POSTA, E., Ed *Rostlinné biotechnologie*, Sborník referátů z 17. vyhodnocovacího semináře; SPZO: Praha, 2000.

POUCHOVÁ, V.; OVESNÁ, J. *Možnosti využití GMO pro potravinářské i nepotravinářské účely*; Crop Research Institute: Praha, 2008.

QUIRASCO M., SCHOEL B., CHHALLIYIL P., FAGAN J., GÁLVEZ A. Real-time and conventional PCR detection of Liberty Link® rice varieties and transgenic soy in rice sampled in the Mexican and American retail markets, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2008, 392, 395-404

ROSI-MARSHALL, E.; et al. Proceedings National Academy Sciences. *Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems*; Institute of Ecosystem Studies: USA, 2007; pp 16204–16208.

Řepkový olej český král olejů: *Řepkový olej* [online]. [cit. 2011-21-8]. Dostupné z: <http://www.hellmanns.cz>.

SLATER A., SCOTT NW. FOWLER MR. *Plant Biotechnology-the genetic manipulation of plants* second edition, Oxford University Press, 2008

SOUKUP, J., HOLEC, J., ČEŘOVSKÝ, M., *Vybrané agroekologické aspekty pěstování transgenních plodin*, Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR; Eds.; JPM tisk: Praha, 2005.

Řepka a řepkové produkty: Vědecký výbor výživy zvířat. Edited by SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E., HERZIG, I. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2007. 120 p.

SUKOVÁ, I. *Průvodce označování potravin*; Ústav zemědělské ekonomiky a informací: Praha, 2008.

Suroviny pro výrobu krmiv. *Krmivářství, řepkové výlisky* [online]. [cit. 2011-11-5]. Dostupné z: <http://www.ventus-aliance.cz>.

ŠIMON, J. Zelené hnojení a jeho využití v současné rostlinné výrobě. *Agromagazín* 2004, 3, 26.

ŠTĚPÁNEK, M. *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR: Označování geneticky modifikovaných organismů*. 1st ed. Praha: Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou, 2005. 64 p. ISBN 80-7084-408-6.

VAŠÁK, J.; et al., Ed.; *Nové poznatky z výzkumu řepky ozimé, Řepka, mák, hořčice - Sborník z konference z mezinárodní účasti*; 2003.

VAŠÁK J. a kol. (2000): *Řepka*. Agrospoj Praha: 9-29.

VAŠÁK, J., et al. *Systém výroby řepky*. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin Praha, 1997.

VEJL, P., Ed.; *Geneticky modifikovaný organismus z pohledu genetiky a šlechtění*, Sborník ze semináře pořádaného Ministerstvem zemědělství ČR s Českou zemědělskou univerzitou v Praze; Praha, 2007

VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*. 1st ed. Tábor: OSSIS, 1999. Tradiční řepkový olej, p. 85.

ZAHNÁLEK, P. *Seznam doporučených odrůd řepky olejky*, 1st ed.; Národní odrůdový úřad, 978-80-7401-039-2; Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: Brno, 2011.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GMO	geneticky modifikované organismy
GM	geneticky modifikovaný
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
Pat	fosfinotricin - acetyl - transferáza
EPSP	enolpyruvátvyšikimát 3 fosfát
PEP	fosfoenolpsruvát
ISAA	Aquisition of Agri-Biotech Applications
Sb.	sbírka
ES	elektrizační soustava
Tab.	Tabulka
Bio	biologicky pěstovaný
Tvz.	Takzvaně
Písm.	písmeno
Odst.	Odstavec
Mil.	milión
Ha.	Hektar
Cca	cirka
GJ	gigajouly
MJ	megajouly
Kg	kilo
G	gram
M	metr
Mol	mol

Tj. to je

t. tuna

MPa mega pascal

a.s. akciová společnost

USA Spojené státy americké

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Schéma výroby rostlinných olejů

Obr. 2: Geneticky modifikovaný organismus z pohledu genetiky a šlechtění

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Olejnatost a složení mastných kyselin ozimé řepky

Tab. 2: Chemické složení neporušeného a loupaného semene v řepkového semene v řepkovém extrahovaném šrotu a v řepkových výliscích

Tab. 3: Příklady GM plodin tolerantních k herbicidům

Tab. 4: Celkové plochy GM řepky ve světě

Tab. 5: GM olejniny povolené pro dovoz a zpracování v EU