

# **Vědecký výbor výživy zvířat**

## **Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů Část II – řepka a řepkové produkty**

**Prof. MVDr. Ing. Pavel Suchý, CSc. Doc.  
Doc. Ing. Eva Straková, Ph.D.  
MVDr. Ivan Herzig, CSc.**

Praha, září 2007



**Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.**  
Přátelství 815, Praha - Uhřetěves,  
PSČ: 104 01, [www.vuzv.cz](http://www.vuzv.cz)

## I. Souhrn literárních poznatků

1. Úvod	4
2. Literární přehled	5
2.1 Botanická charakteristika	5
2.1.1 Odrůdy řepky	5
2.1.2 Katrán ( <i>Crambe abyssinica</i> )	7
2.2 Chemické složení a nutriční hodnota semene řepky a produktů	7
2.2.1 Vliv velikosti řepkového semene na jeho chemické složení	9
2.2.2 Kvalita bílkovin a aminokyselinové složení	10
2.2.3 Energetická hodnota	11
2.2.4 Kvalita tuků a skladba mastných kyselin v řepkových produktech	12
2.2.5 Porovnání řepkových produktů s jinými krmivy tukového průmyslu	13
2.2.6 Obsah anorganických látek	15
2.2.7 Vitamíny	16
2.2.8 Vliv technologie zpracování olejnin na nutriční hodnotu	16
Plnotučné řepkové semeno	16
Řepkový extrahovaný šrot	17
2.2.9 Chutnost	17
2.3 Antinutriční látky	18
2.3.1 Glukosinoláty	18
2.3.2 Kyselina eruková	20
2.3.3 Sinapiny a taniny	22
2.4 Stravitelnost živin	23
2.4.1 Srovnání stravitelnosti řepkových produktů a jiných zdrojů živin	23
2.4.2 Vliv obsahu vlákniny na stravitelnost	24
2.4.3 Vliv způsobu úpravy na stravitelnost	24
2.4.4 Vliv na stravitelnost fosforu a vápníku	25
2.5 Zařazování řepky a řepkových produktů do krmných dávek	25
2.6 Úprava řepky a jejích produktů	29
2.6.1 Ošetření řepkových produktů	32
2.6.2 Ošetření celého semene řepky pro prasata a drůbež	32
2.6.3 Ošetření řepkového extrahovaného šrotu pro prasata a drůbež	33
2.7 Vliv na zdraví	36
2.7.1 Rozvoj strumy	36
Přežvýkavci	37
Telata, jehňata	37
Prasata	38
Drůbež	40
2.8 Vliv na užitkovost	42
Přežvýkavci	42

<i>Prasata</i>	42
<i>Drůbež</i>	43
2.9 Vliv na reprodukci	44
<i>Přežvýkavci</i>	44
<i>Prasata</i>	45
<i>Drůbež</i>	45
2.10 Vliv na kvalitu masa, mléka a vajec	46
2.10.1 <i>Maso a tuková tkáň</i>	46
2.10.2 <i>Mléko</i>	46
2.10.3 <i>Vejce</i>	48
2.10.4 <i>Vlna</i>	49
2.11 Změny na orgánech	49
<i>Přežvýkavci</i>	49
<i>Prasata</i>	49
<i>Drůbež</i>	50
2.12 Změny biochemické	50
<i>Přežvýkavci</i>	50
<i>Prasata</i>	51
<i>Drůbež</i>	51
2.13 Vliv na obsah jodu v mléce	51
<i>Vztah k jodu a k dalším prvkům</i>	52
3. Souhrn literárních poznatků o zkrmování řepky a řepkových produktů	53
<b>II. Souhrn výsledků získaných při laboratorních analýzách</b>	
4. Charakteristika analyzovaných odrůd řepky olejné	55
4.1 <i>Odrůdová skladba</i>	55
4.2 <i>Popis odrůd zařazených do sledování</i>	56
4.3 <i>Živinové složení semen řepky olejné</i>	59
4.4 <i>Nutriční hodnota proteinu semen řepky ozimé</i>	77
5. Závěry	88
6. Použitá literatura	89
7. Seznam zkratk	112

# I. Souhrn literárních poznatků

## 1. Úvod

Vědecký výbor pro výživu zvířat zařadil do plánu na rok 2007 zpracování studie věnované nutriční a dietetické hodnotě tuzemských proteinových krmiv, jako alternativy sóji a sójových produktů. Tato studie navazuje na již zpracovanou studii z roku 2006, která byla věnována lupině (Suchý et al., 2006).

Řepka olejná je ve výrobních podmínkách České republiky hlavní olejninou. Od roku 1980, kdy byla řepka v ČR pěstována na rozloze 64 tis. ha, se její výměra pravidelně zvyšovala a v posledních letech se pohybuje kolem 265 tis. ha. Rostoucí poptávka po řepce a jejích produktech na domácím i zahraničním trhu zajišťuje zemědělcům odbytu její produkce, přičemž řepka patří k plodinám s příznivou rentabilitou výroby. Její využití dnes spočívá především v potravinářství a ve výrobě bionafty, jejíž spotřeba i přes nevýhody jejího použití, roste. Na neúnosnou mez se tím však dostává vysoká produkce řepkových pokrutin a řepkového šrotu, jejichž část se exportuje. S tím souvisejí snahy krmivářů zařazovat tyto produkty do krmných dávek všech zvířat tak, aby nebyla ovlivněna kvalita finálních výrobků – potravin, ani zdraví zvířat (Anonym, 1998).

### *Trocha historie*

Pěstování řepky začalo v Evropě ve 13. století a až do pozdního středověku byl řepkový olej používán do lamp ke svícení. V 17. století byla řepka ochráněna dovozními kvótami a řepkový olej se začal mimo svícení používat k mazání a k výrobě mýdla. Zbytkový šrot byl zkrmován dobytku. Na počátku 19. století produkce řepky zaznamenala prudký pokles neboť pro svícení a mazání začaly být používány minerální oleje. Podobný trend, ačkoli ne v takovém měřítku, byl zřejmý i v ostatních evropských zemích.

Na počátku minulého století se převážná část potřeby rostlinného oleje dovážela, a to jak ve formě olejnatých semen, tak ve formě čistého oleje. V roce 1920 byla výměra řepky v ČSR 5,9 tis. ha. Obrat v pěstování nastal až ve třicátých letech minulého století, kdy se osevní plochy zvýšily. Během druhé světové války se produkce řepky u nás i v mnoha evropských zemích zvýšila, olej byl používán v potravinářství a k mazání. V roce 1945 byla u nás výměra řepky 32,5 tis. ha. V letech 1950-1980 produkce řepky na celém světě prudce vzrostla, a to v důsledku expandujících industriálních ekonomik, které zvýšily výdaje na výzkum, šlechtění, do procesů zpracování a zvláště do marketingu, jehož cílem bylo vytlačit používání sójového oleje v potravinářství a nahradit ho olejem řepkovým (Mawson et al., 1993).

Další vlna zvyšování osevních ploch nastala po roce 1989, kdy se osevní plochy řepky takřka ztrojnásobily. Úbytek osevních ploch v posledních letech je způsoben hlavně nepříznivým průběhem zimních období a masivními zaorávkami v jarních měsících. Nepříznivé podmínky ovšem nastolený trend ve zvyšování produkce olejnin zřejmě dlouhodobě neovlivní, tím spíše že poptávka po olejninách má stále vzestupnou tendenci.

## 2. Literární přehled

### 2.1 Botanická charakteristika

Z botanického hlediska řadíme řepku mezi dvouděložné rostliny čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*), kam náleží také plodiny jako hořčice (*Sinapis alba*), tuřín (*Brassica napus L. var. napobrassica*), vodnice (*Brassica rapa L. var. rapa*), brukev (*Brassica oleracea L. conv. acephala*) nebo katrán (*Crambe abyssinica*).

#### 2.1.1 Odrůdy řepky

Pod pojmem řepka budeme dále rozumět řepku a řepici, pokud nebude výslovně uvedeno jinak.

Řepkové semeno je získáváno z několika druhů náležejícím k rodu *Cruciferae*. Ten zahrnuje hořčici hnědou (*Brassica juncea*), řepku (*Brassica napus*) a řepici (*Brassica campestris*).

*B. juncea* se pěstuje hlavně v Číně a na indickém subkontinentu, jako olejnina i v Kanadě, Kalifornii a v Austrálii. *B. napus* roste v Indii, zatímco všechny tři druhy se pěstují v Číně, s převládající *B. napus*. V Evropě se produkuje téměř výhradně *B. napus*. V Kanadě nastal posun od *B. campestris* k *B. napus* a nyní se oba druhy pěstují v podobném rozsahu. Zmínka by měla být také o *B. carinata*. Tato etiopská hořčice se v současné době pěstuje pouze v severovýchodní Africe. *B. carinata* vznikla a zůstává soustředěná v severovýchodní Africe, zatímco o *B. napus* se předpokládá, že se rozšířila ze středozemní oblasti. *B. juncea* má původ pravděpodobně v centrální Asii v oblasti Himalájí, s pozdější migrací k sekundárním centrům v Indii, Číně a Kavkaze (Mawson et al., 1993).

Řepka (*Brassica napus L. var. arvensis*) je jednoletá olejnina pěstovaná v mírném a subtropickém pásmu, je tedy v porovnání se sójou nebo bavlnou vhodnější do chladnějšího podnebí. Podle začátku kvetení rozlišujeme ozimou a jarní řepku.

*Brassica napus L.* je 80 - 150 cm vysoká rostlina. Květy jsou malé a sytě žluté barvy. Na opylování řepky se z největší části podílí hmyz. Určitou úlohu má však i opylování větrem. Nejvýznamnějším opylovačem řepky je včela. Většina pěstovaných odrůd je jak samosprašná, tak cizosprašná, což způsobuje určitou variabilitu. Právě tato variabilita spolu s velkým počtem odrůd je zodpovědná za schopnost adaptovat se v různých klimatických podmínkách. Řepka se pěstuje jak za polárním kruhem, tak v extrémně teplých klimatických podmínkách v Pákistánu. Můžeme ji najít v podnebí prakticky bezsrážkovém, stejně tak v oblastech s velkým množstvím srážek a vysokou vlhkostí (Appelquist a Ohlson, 1972).

Plody řepky jsou úzké a dlouhé asi 4 cm. Každá tobolka obsahuje od 15 do 40 malých kulatých semen v závislosti na odrůdě a podmínkách pěstování (Hougen a Stefansson, 1983). Semeno řepky je složeno z osemení, endospermu a klíčku. Jeho barva je v závislosti na zralosti modročerná až černá. Semeno u řepky ozimé je poněkud větší než u řepky jarní. Hlavní obsah semena tvoří embryo (klíček), v jehož silně vyvinutých dělohách je uložen tuk.

Řepice (*Brassica campestris L. var. silvestris*) je jednoletá ozimá nebo jarní olejnina z čeledi brukvovitých, biologicky příbuzná řepce. V oleji má méně kyseliny erukové než řepka. Má krátkou vegetační dobu, dozrává 7 až 10 dní před řepkou ozimou. Jako pícninu je ji možné krmit samostatně jen asi 4 až 6 dnů a jen o něco delší dobu ve směskách, porost rychle stárne.

Kulturní odrůdy řepky vznikly samovolným křížením *Brassica oleracea* na pozici mateřské a *Brassica campestris* na pozici otcovské rostliny. Řepka pochází pravděpodobně z oblastí jihozápadní Evropy, kde došlo ke zkřížení plevelných druhů. Přestože semena řepky byla nalezena už ve starogermánských sídlištích, spolehlivé důkazy o jejím pěstování se datují až do 17. století našeho letopočtu. První zmínky o jejím využití nacházíme v souvislosti s výrobou mýdla a oleje ke svícení. První návody na pěstování řepky pochází z Belgie a Holandska, odkud se přes Německo řepka rozšířila nejen do našich zemí, ale i do celé Evropy.

Již naši předkové věděli, že řepkové semeno nebo řepkové pokrutiny nejsou příliš vhodné pro krmné účely. Vinu na tom měly glukosinoláty (GSL), což jsou thioestery obsahující molekulu thiokyanátů, isothiokyanátů, nitrilů, oxazolidon-2-thionu vyskytující se v rostlinách čeledě Brassicaceae.

Začátkem 60. let začali pracovat Kanadčané na vyšlechtění řepky se sníženým obsahem kyseliny erukové. Po roce 1968 se tato řepka známá jako bezeruková, jednonulová nebo "0", začala pěstovat ve větším měřítku. Tato semena obsahovala vysoké množství glukosinolátů (až do 100  $\mu\text{mol}$  GSL/g semene), z toho 2-hydroxy-3-butenyl a 3-butenylglukosinoláty společně tvořily kolem 75–90 %. V roce 1974 dokázali v Kanadě snížit obsah GSL a zároveň obsah kyseliny erukové, tyto odrůdy označujeme jako dvounulové nebo "00". Snížení obsahu GSL se dosáhlo hlavně díky snížení alkenylglukosinolátů, zatímco indolylglukosinoláty zůstaly převážně neovlivněny. Po zavedení přísných kontrol kvality se pro kanadský řepkový extrahovaný šrot začal používat název "kanolový" (Mawson et al., 1993). Tento termín byl přijat Kanadskou radou pro kanolu a nyní je to obchodní značka zahrnující všechny odrůdy řepky, které obsahují méně než 2 % kyseliny erukové a méně než 30  $\mu\text{mol}$  GSL/g beztukové sušiny (Anonym, 1999).

Kanola 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 linolenové.

Nejvýznamnější zástupci čeledi Brassicaceae v zemědělské výrobě (Appelquist a Ohlson, 1972)

Latinský název	Český název	Počet chromozomů (2n)
<i>Brassica napus</i> L., var. <i>arvensis</i> , subsp. <i>Oleifera</i>	Brukev řepka	38
<i>Brassica campestris</i> L. subsp. <i>oleifera</i>	Řepice	20
- f. <i>annua</i>		
var. <i>chinensis</i>		
var. <i>dichotoma</i>		
var. <i>trichocularis</i>		
var. <i>Pekinensis</i>		
- f. <i>biennis</i>		
<i>Brassica juncea</i>	Hořčice sareptská	36
<i>Brassica nigra</i>	Černá hořčice	16
<i>Brassica carinata</i>	Hořčice hnědá	34
<i>Brassica oleracea</i>	Brukev zelná	18

### 2.1.2 Katrán (*Crambe abyssinica*)

V současné době se v literatuře množí zmínky o katránu a jeho využití ve výživě zvířat. Katrán je trvalka z čeledi *Brassicaceae* (dříve *Cruciferae*), která se využívá zejména v západní Evropě jako zelenina i krmivo. Pro vysoký obsah GSL je však jeho využití značně omezené.

Semena katránu se zkrmovala prasatům a srovnávala se stravitelnost proteinů a energie s řepkovým extrahovaným šrotem (ŘEŠ). Katránový šrot z odslupkovaných semen obsahuje ve srovnání s ŘEŠ více bílkovin (506 oproti 367 g/kg) a méně vlákniny (65 oproti 139 g/kg). Zdánlivá stravitelnost živin je 78,3 % (katránový šrot) oproti 73,2 % (ŘEŠ) a proteinu 63,0 oproti 71,7 %. Stravitelnost lysinu a cysteinu je u katránu rovněž nižší, což je dáno tepelnou úpravou k odstranění GSL. Stravitelnost fosforu je vyšší (43,4 oproti 22,5 %). Přesto je biologická hodnota katránového šrotu nižší z důvodu vysokého obsahu GSL (Liu et al., 1995).

Skutečná ME katránu je 11,8 kJ/g katránového šrotu, stravitelnost AMK je 90 %, což ukazuje, že kvalita katránových bílkovin je vysoká. Při dávce 150 g katránového šrotu/kg krmiva se příjem krmiva ve výkrmu krůt snížil, ptáci měli zvětšená játra a ledviny, projevilo se řídnutí kosti holenní. Kvalita masa a sérové charakteristiky nebyly ovlivněny. U ptáků přijímajících do 50 g šrotu/kg krmiva nebyl ovlivněn růst a zdraví (Ledoux et al., 1999).

## 2.2 Chemické složení a nutriční hodnota semene řepky a produktů

Chemické složení a živinové hodnoty plnotučné řepky dvounulových a trojnuulových odrůd (Agunbiade et al., 1991) uvádí následující tabulka. Pro srovnání jsou v tabulce prezentovány také údaje o složení plnotučné sóji (MAFF, 1990). Plnotučná sója je bohatší na obsah dusíkatých látek než obě odrůdy řepkového semene, naopak obsah energie je vyšší u plnotučných řepky a to v důsledku vyššího obsahu tuku. Trojnuulová odrůda řepkového semene má podobný obsah vlákniny jako plnotučná sója, ale obsah dusíkatých látek a tuku je podobný jako u dvounulových odrůd.

	Plnotučná řepka		Plnotučné sójové boby
	Dvounulová	trojnuulová	
Sušina	900	937	898
Organická hmota	950	955	946
Dusíkaté látky	220	211	415
Hrubá vláknina	72	53	48
Tuk	460	454	229
NDF	197		122
ADF	99		82
Škrob	25		15
Cukry	48		76
ME prasata (MJ/kg sušiny)	19,0	19,0	
ME skot (MJ/kg sušiny)	19,1		15,5
ME drůbež (MJ/kg sušiny)	19,8		16,2

Plnotučné řepkové semeno je po sešrotování žlutočerná moučka průměrné chuti, která bývá zařazována do krmných směsí pro drůbež díky své vysoké energetické hodnotě a relativně

nízké ceně (Liu et al., 1995). Ve srovnání s daleko častěji používaným ŘEŠ je obsah energie vyšší, zatímco obsah dusíkatých látek nižší. Při porovnání stravitelnosti se sójovými boby, je řepkové semeno horší, což bývá spojováno s vyšším obsahem neškrobových polysacharidů a ligninu u řepky v porovnání se sójou (Liu et al., 1995). Dvounulové, běžně v krmivářském průmyslu používané odrůdy, mají černohnědou barvu obalových částí, zatímco trojnulové, s nízkým obsahem antinutriční látky taninu, mají barvu žlutou. Při hodnocení jedné odrůdy „000“ (Agunbiade et al., 1991) bylo sice pozorováno zlepšení využití energie u rostoucích prasat, avšak toto zlepšení nebylo statisticky významné. K podobnému závěru došli ve své studii Vanhatalo et al. (1995), kteří pozorovali rozdíl mezi skutečnou stravitelností dusíkatých látek odrůdy „00“ a „000“ u skotu. Trojnulové odrůdy nemohou tedy být považovány za stravitelnější, než tradiční dvojnulové (Liu et al., 1995).

Velká většina řepkového oleje, se získává procesem extrakce podrcené směsi olejiny a extrakčního činidla. Zbytek po tomto způsobu získávání oleje se nazývá řepkový extrahovaný šrot (ŘEŠ). Starší a méně efektivnější metoda získávání řepkového oleje je lisování. Zbytek po této výrobě nazýváme řepkovými výlisky, neboli expelery. Účinnost lisování ve srovnání s extrakcí je patrná z chemické analýzy vzorků ŘEŠ a řepkových výlisků zveřejněné Krachtem et al. (1999).

Chemické složení neporušeného a loupáného řepkového semene v řepkovém extrahovaném šrotu a v řepkových výliscích (Kracht et al., 1999)

Chemické složení (g/kg sušiny)	Řepkové semeno	Řepkové výlisky		Řepkové semeno	ŘEŠ	
		intaktní	loupané		Intaktní	loupáný
Organická hmota	960	932	927	961	923	918
Dusíkaté látky	181	321	363	198	396	424
Tuk	495	120	128	495	21	21
Vláknina	66	102	61	64	117	72
NDF	157	253	151	164	286	193
ADF	145	197	120	144	209	135
Lignin	90	80	73	60	88	44
Cukry	52	112	135	49	105	120

Největší rozdíl mezi řepkovým extrahovaným šrotem a řepkovými výlisky je v obsahu dusíkatých látek a tuku. ŘEŠ má o více než 20 % vyšší obsah dusíkatých látek, o více než 80 % méně tuků než řepkové výlisky. Rozdíly v obsahu cukrů jsou relativně malé. V tabulce je uveden také vliv loupání semen na chemické složení výsledného produktu. Kracht et al. (1999) uvádějí, že odstranění obalových částí z řepkového semene mělo za následek zlepšení stravitelnosti organické hmoty a dusíkatých látek řepkových výlisků u selat o 15 jednotek a u rostoucích prasat o 10 jednotek. Odezva na odstranění obalových částí u ŘEŠ byla menší, stravitelnost se zvýšila u obou kategorií prasat o 10 jednotek (Kracht et al. 1999).

V porovnání s plnotučným řepkovým semenem mají ŘEŠ a řepkové výlisky vyšší obsah dusíkatých látek a nižší obsah energie. Průměrné hodnoty z chemických analýz vzorků ŘEŠ ukazuje tabulka MAFF (1990). Tyto výsledky zahrnují starší genotypy řepky povolené do roku 1990. Novější analýzy byly zveřejněny Mossem a Givensem v roce 1994. Ukazují však jen malé rozdíly v chemickém složení stejně jako údaje HCGA (2002).



Chemická analýza řepkového a sójového extrahovaného šrotu (MAFF, 1990)

	ŘEŠ				SEŠ			
	n	průměr	min.	max.	n	Průměr	min.	max.
Sušina	17	899	882	929	9	886	875	902
Chemické složení (g/kg sušiny)								
Dusíkaté látky	17	402	321	432	15	493	400	531
Vláknina	17	111	71	141	12	70	48	91
Tuk	13	54	25	83	5	27	23	32
NDF	17	295	247	459	11	125	65	185
ADF	17	206	169	324	11	91	39	139
Celulóza	13	141	70	229	5	45	28	67
Lignin	16	53	26	124	11	14	6	22
Škrob	14	40	4	86	11	24	8	54
In vitro stravitelnost	17	644	377	696	11	819	775	851
Vodorozpustné cukry	7	103	90	117	6	107	82	126
Cukry	5	107	105	110	6	100	86	120

Výživná hodnota ŘEŠ je nižší než u sójového, jelikož má nižší obsah dusíkatých látek a vyšší obsah hrubé vlákniny. Obalové části tvoří až 16 % hmotnosti řepkového semene (Hill, 1991). Odstranění obalových částí (osemení) řepkového semene je velmi pracné a složité, na rozdíl od sójových bobů, kde je loupání semen velmi snadné a relativně levné (Hill, 1991). Vyšší obsah vlákniny u řepkového extrahovaného šrotu způsobuje snížení stravitelnosti krmné dávky pro monogastrická zvířata. Diety obsahující ŘEŠ vykazovaly o 8 % nižší stravitelnost než diety se sójovým extrahovaným šrotem (Thacker, 2001).

Obsah cukrů v beztukové hmotě řepkového extrahovaného šrotu (Bengtsson, 1985)

Cukr	% beztukové hmoty
Sacharóza	6,0
Stachyóza	2,5
Rafinóza	0,3
Fruktóza	0,2
Glukóza	0,2
Digalaktosylglycerol	0,1
Galaktinol	0,1

### 2.2.1 Vliv velikosti řepkového semene na jeho chemické složení

Otázkou, zda velikost semene řepky může ovlivnit její chemické složení se zabývali Mińkowski et al. (1999). Když porovnávali dvě skupiny řepkového semene zjistili neprůkazné rozdíly v chemickém složení semene řepky. Jako skupina malých semen byla označena velikost od 1,6 do 2 mm a velkých semen mezi 2 až 2,5 mm. Vyšší obsah vlákniny u semen s průměrem pod 1,75 mm a vyšší obsah tuku a brutto energie u semen větších než 1,75 mm pozorovali Liu et al. (1995). Při pokusu na brojlerech zjistili průkazný rozdíl ve stravitelnosti N-látek a energie u velkých semen ve srovnání s malými, což připisovali vyššímu obsahu vlákniny u malých semen.

	Velká semena	Malá semena	Zdroj
Sušina	944	945	Liu et al.,1995
	938	942	Mińkowski et al., 1999
Organ. hmota (g/kg sušiny)	937	929	Liu et al.,1995
Dusíkaté látky (g/kg sušiny)	223	220	Liu et al.,1995
	398	394	Mińkowski et al., 1999
Tuk (g/kg sušiny)	497	487	Liu et al.,1995
	488	479	Mińkowski et al., 1999
Vláknina (g/kg sušiny)	114	122	Mińkowski et al., 1999

velká semena >2,0mm (Mińkowski et al., 1999), nebo > 1,75 mm (Liu et al.,1995)

malá semena < 1,6 mm (Mińkowski et al., 1999), nebo < 1,75 mm (Liu et al.,1995)

Bylo by teoreticky možné oddělit malá semena od velkých a vytvořit si tak kvalitnější a méně kvalitní skupinu surovin ke zpracování. Nicméně otázkou zůstává, zda by tento systém byl ekonomicky výhodný přesto, že stravitelnost u velkých semen je průkazně vyšší (okolo 2,5 %) (Rymer a Short, 2003).

### **2.2.2 Kvalita bílkovin a aminokyselinové složení**

Kvalitou proteinové složky krmiva rozumíme u monogastrických zvířat jednak stravitelnost bílkovinné frakce krmiva a relativní poměr jednotlivých aminokyselin v proteinu. Pro přežvýkavce je kvalita proteinu dána funkcí jeho bачorové degradovatelnosti, stravitelností a aminokyselinovým složením nedegradovatelné složky. Jinými slovy, vysoká kvalita bílkoviny pro přežvýkavce je taková, která odolává degradaci v bачoru a přitom je vysoce stravitelná v tenkém střevě.

#### *Aminokyselinové složení*

Aminokyselinovým složením se řepkové produkty dají úspěšně srovnávat s plnotučnými sójovými boby (Aherne a Kennelly, 1985). Ačkoli sója obsahuje více lysinu než řepka, obsah sirných aminokyselin je u řepkového semene vyšší (Aherne a Kennelly, 1985). Bell et al. (1988) uvádějí, že při zkrmování řepkových produktů bývá zpravidla limitující aminokyselinou lysin. Nevýznamné rozdíly v aminokyselinovém složení mezi malými a velkými semeny řepky uvádí Liu et al. (1995).

Při extrakci oleje z řepkového semene nedochází k ovlivnění aminokyselinového profilu, i když je obsah aminokyselin u ŘEŠ vyšší než u řepkového semene, jejich poměry zůstávají nezměněny. Aminokyselinové složení řepkového semene a ŘEŠ uvádí následující tabulka.

Aminokyselinové složení řepkových a sójových plnotučných semen a produktů (MAFF, 1990; AmiPig, 2000)

	Plnotučné řepkové semeno	Plnotučné sójové boby	ŘEŠ	SEŠ
Alanin	9,4	16,6	16,4	22,6
Arginin	13,5	27,8	21,5	39,0
Asparagin	16,3	42,8	25,4	56,8
Cystin	5,0	5,8	2,1	6,9
Glutamin	38,0	73,9	60,9	87,9
Glycin	10,8	16,4	18,1	21,7
Histidin	6,3	12,8	11,2	15,7
Isoleucin	9,0	18,2	14,8	25,2
Leucin	14,5	29,6	25,1	40,4
Lysin	13,2	24,2	21,9	33,4
Methionin	4,8	5,5	7,2	6,9
Fenylalanin	8,9	20,4	15,4	26,9
Prolin	14,2	21,5	23,4	28,4
Serin	9,4	18,6	15,7	27,0
Threonin	9,4	15,7	16,5	20,5
Tryptofan	3,1		4,7	
Tyrosin	6,5	14,7	11,6	19,1
Valin	11,4	19,5	18,7	28,8

### 2.2.3 Energetická hodnota

Plnotučné řepkové semeno hodnotíme jako zdroj energie i bílkovin. Vysoký obsah tuku v semeni řepky omezuje jeho použití do krmných dávek přežvýkavců. ŘEŠ považujeme za vysokoproteinové krmivo. Hill (1991) a Smithard (1993) považují ŘEŠ za nejdůležitější bílkovinné krmivo v mírném klimatickém pásmu. Použití obou krmiv je omezeno obsahem antinutričních látek. Ve srovnání s jinými olejninami a extrahovanými šrotů je použití ovlivněno také obsahem aminokyselin, mastných kyselin a zdánlivou stravitelností. Doposud máme velmi málo srovnávacích studií o výživné hodnotě různých odrůd řepky a prakticky žádné informace nemáme pro srovnání současných odrůd se staršími tak, abychom mohli určit zda šlechtitelské programy ovlivnily nutriční kvalitu řepkového semene a řepkového extrahovaného šrotu.

V porovnání se sójovým extrahovaným šrotem (SEŠ) nebo obilovinami je energetická hodnota ŘEŠ poměrně nízká. Ponecháním tuku v řepkovém semenu se obsah energie podstatně zvýší. Je ale nutné vzít v úvahu, že řepkové semeno nebylo podrobena tepelnému zpracování, jako je tomu u extrahovaných šrotů. Znamená to, že semeno obsahuje značné množství glukosinolátů, které po šrotování mohou za určitých podmínek vytvořit mnohem větší množství škodlivých produktů hydrolyzy než ŘEŠ (Zeman et al., 1990).

Při použití řepkového šrotu v krmných směsích se podstatně zvýší brutto energie krmné dávky. Aby se zvýšil obsah metabolizovatelné energie, je nutné eliminovat antinutriční látky.

Karbohydráty v ŘEŠ, pektiny, pentosany a celulóza, představují jednu polovinu celkové energie. Stravitelnost energie je nižší pro ŘEŠ než pro SEŠ. Protein je dobře stravitelný, ale

koeficienty stravitelnosti a dostupnost aminokyselin jsou nižší než pro sójový extrahovaný šrot (Bell, 1984).

#### 2.2.4 Kvalita tuků a skladba mastných kyselin v řepkových produktech

Oproti plnotučné sóji je řepkové semeno výrazně bohatším zdrojem mastných kyselin. Je také zdrojem mono i polynenasycených mastných kyselin, obzvláště bohatá je pak řepka na kyselinu  $\alpha$ -linolenovou (C18:3). Koncentrace nejdůležitějších mastných kyselin v porovnání s plnotučnými sójovými boby uvádí následující tabulka.

Obsah mastných kyselin v g/kg sušiny u řepkových a sójových produktů a plnotučných semen sóji a řepky (MAFF, 1990)

Mastné kyseliny	Plnotučné řepkové semeno	Plnotučné sójové boby	ŘEŠ	SEŠ
C 16:0 palmitová	15,3	22,6	1,8	1,6
C 16:1 pamitoolejová	3,5	-	0,41	-
C 18:0 stearová	3,5	7,8	0,41	0,41
C 18:1 olejová	115	47,4	13,5	2,0
C 18:2 linolová	59,6	122,4	7,0	6,4
C 18:3 $\alpha$ -linolenová	20,4	19,7	2,4	1,2

Řepkový olej obsahuje především kyselinu olejovou (51 %), linolovou (25 %) a linolénovou (14 %) (Khorasani et al., 1992), které řadíme mezi nenasycené mastné kyseliny. Riccardi a Rivellese (2000) doporučují mírný příjem nenasycených mastných kyselin jako prevenci proti výskytu metabolických onemocnění.

Profil mastných kyselin v řepkovém oleji může příznivě ovlivnit obsah mastných kyselin v živočišných produktech. U nosnic krmných dávkou 5 až 20 % plnotučné řepky nebo 10 až 20 % ŘEŠ se změní obsah masných kyselin ve žloutku, zejména se zvýší procento kyseliny olejové (Richter et al., 1996 a b).

Naopak mléko a maso přežvýkavců obsahují vysoký podíl nasycených mastných kyselin i přesto, že v krmné dávce mají nenasycených mastných kyselin dostatek. Přeměna se děje procesem tzv. biohydrogenace, která probíhá v bachoru. Jako možný způsob ochrany před biohydrogenací v bachoru označili Murphy et al. (1995) zkrmování celého semene řepky. Mansbridge a Blake (1997) při zkrmování celého semene řepky dosáhli zvýšení koncentrace kyseliny olejové přes 30 % v mléčném tuku právě na úkor nasycených mastných kyselin. Zvýšení obsahu kyseliny olejové v mléčném tuku mělo za následek zlepšení roztíratelnosti másla (Focant et al., 1998). Špatnou roztíratelnost másla po jeho zchlazení hodnotí Focant et al. (1998) jako jednu z hlavních příčin snížené spotřeby másla v lidské výživě. Zařazení celého semene řepky do krmných dávek pro dojnice je jedním ze způsobů jak tento problém vyřešit a důvod pro uplatnění plnotučné řepky ve výživě hospodářských zvířat.

### **2.2.5 Porovnání řepkových produktů s jinými krmivými tukového průmyslu**

Obecná výživářská doporučení radí vyhnout se zkrmování pouze jediného zdroje bílkovin. Rozmanitost proteinových zdrojů může snížit případné riziko nedostatku některé z živin. Ani řepkové produkty není v duchu těchto doporučení vhodné používat jako jediné bílkovinné krmivo, obzvláště v krmných dávkách pro prasata.

Co se týče aminokyselinového složení mají řepkové produkty příznivější skladbu aminokyselin než sójový extrahovaný šrot, obzvláště pro monogastriční zvířata. Řepkové produkty obsahují ve vysokém podílu sirmé aminokyseliny, které mohou být limitující právě v dietách, kde se objevuje sója jako hlavní zdroj bílkovin.

Řada pokusů byla provedena za účelem náhrady sójového extrahovaného šrotu řepkovými produkty. Bengtsson (1985) zjistil, že stravitelnost ŘEŠ u skotu je 83-86 % ve srovnání se sójovým extrahovaným šrotem 91 až 93 %. Avšak čistá utilizace proteinu je vyšší u řepkového extrahovaného šrotu (74 až 86 %) ve srovnání se sójovým extrahovaným šrotem (63 až 65%). Jarrige (1978) však doporučuje zařadit ŘEŠ, díky nižším hodnotám energie a dusíkatých látek, pouze jako doplněk, nikoli jako náhradu sójového extrahovaného šrotu.

V porovnání se slunečnicovým extrahovaným šrotem je ŘEŠ energetičtějším krmivem. Poměrně příznivý obsah netto energií favorizuje ŘEŠ pro použití do krmných dávek pro skot. Řepkový, podzemnicový a lněný extrahovaný šrot jsou co se týká živinových parametrů velmi podobná krmiva. U podzemnicových produktů ovšem hrozí vyšší rizika ve smyslu plísněvé kontaminace a obsahu mykotoxinů. Lněný extrahovaný šrot má, obzvláště při tepelném opracování, příznivý vliv na epitel trávicího traktu, nevýhodou však zůstává jeho poměrně vysoká cena.

Živinné hodnoty některých olejnin po zpracování v tukovém průmyslu (údaje v absolutní sušině) (Zeman et al., 1995)

Plodina	MEN	NEL	dusíkaté látky
Řepka			
výlisky (expelery)	9,80	8,65	336,9
extrahovaný šrot	8,00	6,96	388,8
Bavlna			
výlisky (expelery) loupané	8,8	7,64	465
extrahovaný šrot loupaný	7,71	6,96	470
Len			
výlisky (expelery)	10,59	7,54	373,2
extrahovaný šrot	8,71	6,89	396,1
Palmojádro			
výlisky (expelery)	9,4	8,02	195
extrahovaný šrot	6,59	6,97	209,3
Podzemnice			
výlisky (expelery) neloupané	9,15	7,46	348,7
extrahovaný šrot neloupaný	6,91	6,58	417,0
Sezam			
výlisky (expelery)	11,32	8,57	443,0
extrahovaný šrot	9,19	6,68	481,6
Sója			
výlisky (expelery)	11,3	8,39	479,1
extrahovaný šrot (HIPRO)	10,9	8,15	551,7
Slunečnice			
výlisky (expelery) neloupané	7,71	5,43	260,0
extrahovaný šrot neloupaný	5,15	4,08	303,3

Relativní porovnání živinových hodnot různých extrahovaných šrotů vůči sójovému extrahovanému šrotu.

Živina	Jednotky	Extrahovaný šrot					
		sója	bavlník	podzemnice	slunečnice	řepka	Kokos
Sušina	%	90	90	90	90	90	90
Tuk	%	100	50	39	94	117	98
NDF	%	100	319	178	302	238	564
Energie							
MEp	MJ/kg	100	68	94	78	78	74
NEp	MJ/kg	100	66	105	78	80	82
MEn	MJ/kg	100	98	88	92	82	61
N-látky	%	100	87	101	89	75	45
Arginin	%	100	131	143	81	64	67
Histidin	%	100	91	81	70	75	30
Isoleucin	%	100	60	81	65	66	34
Leucin	%	100	67	76	61	70	36
Lysin	%	100	57	54	38	69	19
Methionin	%	100	100	76	118	110	51
Met+Cys	%	100	97	84	102	117	44
Phenylalanin	%	100	92	96	67	60	34
Phe+Tyr	%	100	81	96	62	61	33
Threonin	%	100	74	67	70	86	35
Tryptofan	%	100	74	72	66	69	29
Valin	%	100	78	85	74	80	46

### 2.2.6 Obsah anorganických látek

Co se týče obsahu anorganických látek, vysoký je obsah zejména síry, který je znám u celé čeledi *Brassicaceae*. Naopak nedostatek je v řepkovém extrahovaném šrotu zejména hořčíku, což může být problém při zkrmování telatům, pasoucím se na mladém porostu.

Anorganické složky v řepkovém extrahovaném šrotu (Appelquist a Ohlson, 1972)

Prvek	Rozpětí
Síra	0,7-1,8 %
Draslík	1,3-1,6 %
Fosfor	1,1-1,2 %
Vápník	0,7-1,1 %
Hořčík	0,05-0,6 %
Zinek	0,006-0,6 %
Měď	5-700 ppm
Sodík	6-100 ppm
Selen	80 ppm
Mangan	37 ppm
Bor	18-24 ppm
Železo	7 ppm

### 2.2.7 Vitamíny

Znalosti o obsahu vitamínů v řepce a jejich produktech nejsou tak rozsáhlé jak bychom v současnosti potřebovali, nicméně stanovením alespoň čtyř z nich se zabývali Appelquist a Ohlson (1972). V řepkovém semeni se nachází 17 mg/kg kyseliny pantotenové, 3 mg/kg riboflavinu, 168 mg/kg niacinu a 9 mg/kg thiaminu.

### 2.2.8 Vliv technologie zpracování olejin na nutriční hodnotu

Kromě rozdílů mezi jednotlivými odrůdami řepky je zajímavý i vliv technologie zpracování při výrobě řepkového oleje. Rozdíly v teplotě a ve vlhkosti během procesu zpracování mohou významně ovlivnit výsledný obsah glukosinolátů ve vedlejším produktu (tj. v řepkovém extrahovaném šrotu nebo ve výliscích). Pro přežvýkavce může technologie zpracování ovlivnit poměr v batoru degradovatelných a nedegradovatelných dusíkatých látek. Při porovnávání ŘEŠ z pěti různých výrobních závodů zjistili Kendall et al. (1991) pouze malé rozdíly v postruminální stravitelnosti dusíkatých látek. Nerovnoměrnost v postruminálním zásobování živinami byla více zapříčiněna degradací živin v batoru než rozdíly ve stravitelnosti jednotlivých živin (Kendall et al., 1991). Tato pozorování ukázala, že technologie zpracování a následné úpravy mohou zvýšit stravitelnost živin u přežvýkavců snížením batorové degradovatelnosti i bez nepříznivého ovlivnění stravitelnosti v tenkém střevě. Porovnání výrobků z jednotlivých zpracovatelských závodů ukázalo, že rozdíly v degradovatelnosti dusíkatých látek jsou minimální.

Největším rozdílem v hladinách živin představuje rozdíl mezi ŘEŠ a řepkovými výlisky (expelery). Řepkové výlisky mají vyšší obsah tuků a tím i energie než ŘEŠ. Obsah glukosinolátů v řepkových výliscích je také nižší než v ŘEŠ. V porovnání s celým semenem řepky je obsah glukosinolátů v řepkových výliscích o 28 % vyšší (Schöne et al., 1996). Stále je to ovšem pouhých 18,5 mmol/kg sušiny v porovnání s doporučenou hladinou pro dvounulové řepky, které musí mít méně než 30 mmol/kg sušiny (Hill, 1991).

#### *Plnotučné řepkové semeno*

Obalové části semene řepky jsou převážně tvořeny vlákninou a mají nízkou stravitelnost. Obalové části řepky představují 26 % sacharidů nestravitelných pro monogastry. Stravitelnost plnotučného řepkového semene pro prasata byla stanovena Agunbiadem et al. (1991). Při použití trojnulové odrůdy pozorovali negativní lineární korelaci mezi množstvím plnotučné řepky a stravitelností krmné dávky. Při extrapolaci dávky řepkového semene v krmné dávce na 100 % se ukázal koeficient stravitelnosti dusíkatých látek na úrovni 0,855.

U brojlerů zjistili koeficient stravitelnosti dusíkatých látek 0,687 (Liu et al., 1995), ačkoli tato hodnota reprezentuje stravitelnost celé krmné dávky, nikoli pouze řepkového semene. Stejný autorský kolektiv stanovil rozdíl ve stravitelnosti krmné dávky obsahující malá a velká semena řepky na 0,679 u malých a 0,695 u velkých semen. Rozdíl ve stravitelnosti malých a velkých semen bude ve skutečnosti ještě vyšší, protože jak již bylo zmíněno stravitelnost byla zjišťována v celé krmné dávce, která obsahovala 35 % hmotnosti řepkového plnotučného semene (Liu et al., 1995). Za předpokladu, že platí stravitelnost odhadnutá Agunbiadem et al. (1991) můžeme tvrdit, že řepkové plnotučné semeno má 12,8 g stravitelného lysinu a 8,6 g stravitelných sirných aminokyselin v 1 kg sušiny. Odpovídající hodnoty pro plnotučnou sóju jsou 22,3 g/kg sušiny u lysinu a 10,4 u sirných aminokyselin.



Pro přežvýkavce hodnotí plnotučnou řepku Mustafa et al. (2000) jako chudý zdroj nedegradovatelných dusíkatých látek s obsahem 140 g/kg sušiny. Pokud by byla plnotučná řepka jediným jaderným krmivem, je vysoce nepravděpodobné, že by pokryla potřeby bílkovin u vysokoprodukčních dojnic, masných plemen skotu i ovcí (Mustafa et al., 2000). Výhody v aminokyselinovém složení nebudou využity právě pro vysokou degradovatelnost proteinu v bacheru.

### *Řepkový extrahovaný šrot*

Nižší ileální stravitelnost řepkového extrahovaného šrotu u rostoucích prasat ve srovnání se sójovým extrahovaným šrotem byla pozorována Agunbiadem et al. (1985). Stejní autoři ověřili, že neexistuje průkazný rozdíl ve skutečné stravitelnosti aminokyselin mezi jednotlivými odrůdami řepky, naopak průkazný rozdíl je mezi řepkovým a sójovým extrahovaným šrotem. Skutečná stravitelnost aminokyselin u ŘEŠ je tedy nižší než u sójového extrahovaného šrotu.

Skutečná ileální stravitelnost esenciálních aminokyselin u prasat pro SEŠ a ŘEŠ (Aherne a Kennelly, 1985)

	SEŠ	ŘEŠ odrůda Regent	ŘEŠ odrůda Cale
Skutečná stravitelnost aminokyselin (%)			
Arginin	95,0	86,8	88,5
Histidin	85,0	83,0	84,5
Isoleucin	88,5	79,8	79,0
Leucin	88,0	83,3	82,8
Lysin	88,0	78,0	77,5
Methionin	89,0	84,3	84,0
Fenylalanin	89,0	81,5	82,5
Threonin	81,0	73,5	71,3
Valin	78,8	70,5	69,5
Stravitelnost dusíkatých látek	88,0	78,3	76,8

Obdobně jako u plnotučné řepky je degradovatelnost v bacheru u ŘEŠ velmi vysoká. Piepenbring a Schingoethe (1998) určili degradovatelnost ŘEŠ na 60,5 %, tzn., že obsah nedegradovatelných dusíkatých látek je pouze 174 g/kg sušiny. Čím pomaleji bude probíhat odtok tráveniny z bacheru, tím bude degradovatelnost vyšší. Pieperbring a Schingoethe (1998) počítali s koeficientem odtoku tráveniny 0,07 l/hod. Stejní autoři pozorovali, že po 12. hodinové inkubaci v bacheru se aminokyselinové složení zbytku ŘEŠ podobá aminokyselinovému složení mléka a tudíž je kvalitnějším zdrojem bílkoviny pro mléčnou produkci. Tito autoři též označili isoleucin za první limitující aminokyselinu v ŘEŠ pro skot s mléčnou produkcí.

### **2.2.9 Chutnost**

Chutnost řepkových produktů uvádí několik autorů jako limitující faktor pro jejich zařazení do krmných dávek pro rostoucí prasata (Bell et al., 1988). Za původce „svíravé“ chuti jsou považovány glukosinoláty a za původce „hořké“ chuti sinapin, který je obsažen v ŘEŠ v množství 1-1,5 %. Nižší chuťovou atraktivitu pro skot mladší šesti měsíců popisují Appelquist a Ohlson (1977) pouze v prvních 2 až 3 dnech zkrmování. Podobné výsledky byly

zaznamenány u výkrmového skotu v počáteční fázi zkrmování, poté došlo k vyrovnání příjmu krmiva a podobným výsledkům užitkovosti jako u jiných extrahovaných šrotů (Whiting, 1965). V pokusu provedeném Spiegelem a Blumem (1993) bylo zaznamenáno snížení příjmu krmiva díky nízké chutnosti jako hlavní příčina snížené užitkovosti u prasat krmených velkým množstvím glukosinolátů z řepkových produktů.

## 2.3 Antinutriční látky

Se zkrmováním řepkových produktů jsou spojeny některé dlouhotrvající obavy, pramenící především z obsahu řady antinutričních látek. Snížení jejich obsahu probíhá v podstatě dvojitým způsobem a to jednak dlouhodobým šlechtěním odrůd na nízký obsah antinutričních látek a technologickými úpravami, jak celého semene řepky, tak jejích produktů.

Mezi antinutriční látky (ANL) patří glukosinoláty (GSL) a produkty rozkladu GSL, vláknina, taniny, kyselina eruková, kyselina fytová a fytáty, aromatické cholinové estery, S-metylcysteinsulfoxid (S-MCO), inhibitory proteáz a další látky. Většinou jsou to molekuly s přesně popsanou chemickou strukturou a mají schopnost se navázat na živiny, enzymy, membránové receptory nebo jiné součásti živých buněk. Výsledkem působení ANL je změna nebo potlačení normálního metabolismu. Stupeň poškození závisí na koncentraci ANL a jejich lokalizaci v tkáních. Mnoho faktorů ovlivňuje fyziologickou odpověď organismu na GSL. Důležitou roli hraje mikroflóra gastrointestinálního traktu (GIT) zvířat (Bjergegaard et al., 1998; Campbell a Schöne, 1998; Zeman et al., 1998). Podobně škodlivé látky obsahuje rovněž sója, hrách, bob i pšenice a oves, ale ne v takových koncentracích.

Nejdůležitějšími antinutričními látkami v řepkovém semeni jsou kyselina eruková, izolovaná z olejnatého podílu řepkového semene a glukosinoláty. Koncentrace obou výše uvedených byla drasticky snížena šlechtěním tzv. dvounulových odrůd, pro které byl poprvé v roce 1979 v Kanadě zaveden název „Canola“. Maximální povolené množství kyseliny erukové a glukosinolátů ve dvounulové řepce je 20 mg/kg, resp. 30  $\mu$ mol/g. Od roku 1991 je v Evropské unii povolená hladina glukosinolátů u dvounulových odrůd do 20  $\mu$ mol/g. Kromě výše zmíněných řadíme k antinutričním látkám v řepkovém semeni také taniny a sinapiny. V řepkovém semeni se také nachází kyselina fytová vázaná ve fytátových komplexech. Přítomnost těchto komplexů má nepříznivý vliv na stravitelnost zinku. V praxi se tento problém řeší suplementací zinku do krmné dávky.

### 2.3.1 Glukosinoláty

Glukosinoláty jsou produkty výhradně dvouděložných rostlin, obzvláště ve vysokých koncentracích se pak objevují u čeledi *Brassicaceae*. GLS nebo také thioglykosidy jsou sami o sobě biologicky inaktivní, ale hydrolyzou se vytváří množství goitrogeních (strumigenních) a toxických sloučenin. Enzym myrosináza (thioglykosid glukohydroláza), která GLS hydrolyzuje se přirozeně vyskytuje v semeni řepky a fyzikálními metodami je možné ji izolovat (Smithard, 1993). Hydrolyza nastává v okamžiku, kdy jsou semena narušena a dojde ke styku se vzdušnou vlhkostí. Proto míra zamezení strumigenních účinků glukosinolátů závisí na co nejrychlejší inaktivaci enzymu myrosinázy. Tento postup ale nedokáže zamezit vlivu glukosinolátů beze zbytku, jelikož ve střevech je produkována bakteriální thioglykosidáza, která hydrolyzuje zbylé glukosinoláty přítomné v narušeném semeni (Chubb 1982; McDonald et al., 1985).

Obsah glukosinolátů se obvykle vyjadřuje v  $\mu\text{mol/g}$  ( $\text{mmol/kg}$ ). Pro celkové GSL se obsah přepočítává na průměrnou relativní molekulovou hmotnost zastoupených GSL. Pro řepku se počítá s  $M_r$  415 Da, takže  $1\mu\text{mol} = 415 \mu\text{g/g} = 0,0415 \%$ . Pro 5-vinyloxazolidin-2-thion (goitrin - VOT)  $1\mu\text{mol} = 129 \mu\text{g/g} = 0,0129 \%$  (Kalač a Míka, 1997).

Za zmínku stojí, že jarní odrůdy řepky mají obecně nižší obsah glukosinolátů než zimní odrůdy (Hill, 1991). Zveřejněné údaje ukazují, že průměrný obsah GLS ve dvounulových odrůdách jarní řepky je  $14 \mu\text{mol/g}$  sušiny, rozpětí je mezi  $12,9\text{--}15,8 \mu\text{mol/g}$  sušiny. Naopak průměrný obsah v ozimních odrůdách je  $16 \mu\text{mol/g}$  sušiny, s rozpětím od  $12,5\text{--}22,6 \mu\text{mol/g}$  sušiny (NIAB, 2002). V beztukové hmotě by se obsah glukosinolátů mohl pohybovat v rozmezí mezi  $21,7\text{--}26,6 \mu\text{mol/g}$  sušiny u jarních odrůd a  $21\text{--}38 \mu\text{mol/g}$  sušiny u ozimních odrůd. Například ve Velké Británii je podíl ozimích odrůd na trhu s ŘEŠ přes 95 %, tzn. že mají poměrně vysoký obsah glukosinolátů. V Kanadě a USA je standard pro obsah glukosinolátů v extrahovaných šrotech maximálně  $30 \mu\text{mol/g}$  sušiny (Canadian Food Inspection Agency, 1995; American Association of Feed Control Officials Inc., 1998). V EU je od roku 1991 maximální povolená hranice glukosinolátů u dvounulových odrůd  $20 \mu\text{mol/g}$  (Moss, 2002). Ve Velké Británii povolené odrůdy řepky jsou na horní hranici rozmezí, které udává OECD (2001), které je  $6\text{--}29 \mu\text{mol/g}$  v beztukové hmotě. Při předpokládaném obsahu vlhkosti  $90 \text{ g/kg}$  je to  $7\text{--}32 \mu\text{mol/g}$  sušiny beztukové hmoty.

Pokud je zmínka o škodlivosti GLS, jedná se o škodlivost jejich rozkladných produktů i samotných GSL. Dosud bylo v řepce identifikováno 120 různých typů glukosinolátů. GSL podléhají jak enzymové hydrolýze, tak chemickému štěpení za různých podmínek. V rostlinných buňkách jsou GSL uloženy odděleně od hydrolytického enzymu. Ten je aktivován po mechanickém porušení pletiv a buněk, kdy se substrát a enzym dostanou do styku. Průběh enzymové hydrolýzy závisí na řadě okolností. Štěpení vyvolává skupina izoenzymů, souhrnně označovaných jako myrosináza. Průběh enzymového štěpení je určován charakterem štěpeného GSL, hodnotou pH a vlivem některých dalších faktorů. Enzymová hydrolýza začíná odštěpením glukózy a vznikem nestálého meziprojektu. Z toho se pak uvolní hydrogensíranový anion a v závislosti na pH, různé biologicky účinné produkty. V tomto směru se GSL dají rozdělit do třech skupin.

GSL s alkylovou skupinou poskytují v téměř neutrálním prostředí při pH 5 až 7 poměrně stabilní isothiokyanáty. Druhou skupinu představují hydroxyglukosinoláty, které poskytují oxazolidin-2-thiony. Nejvýznamnější je toto štěpení u progoitrinu, z něhož vzniká 5-vinyloxazolidin-2-thion (VOT), nebo-li goitrin. Třetí skupinou jsou indolové GSL. Z nich pravděpodobně vznikají nestálé isothiokyanáty, které odštěpují thiokyanátovou skupinu SCN a vznikají 3-methylindoly. U třech GSL - sinigrinu, glukotropaelinu a glukoerucinu - mohou enzymovou hydrolýzou vznikat jako hlavní produkty thiokyanáty R-SCN. V kyselém prostředí (pod pH 4) všechny GSL poskytují zvýšenou měrou nitrily R-CN a elementární síru. GSL se rovněž snadno štěpí chemicky. V silném kyselém prostředí z nich vzniká karboxylová kyselina, glukóza, hydrogensíranový anion a hydroxylamoniový kation. V prostředí zásaditém vzniká z řady GSL thioglukóza a  $\alpha$ -aminokyselina (Ryšavý, 1998).

Mezi produkty hydrolýzy glukosinolátů řadíme *isothiokyanáty*, *thiokyanáty*, *nitrily* a *oxazolidinthiony* (Chubb, 1982).

*Isothiokyanáty* mohou za určitých okolností vytvořit cyklickou konformaci a vytvořit strumigenní (goitrogenní) sloučeniny oxazolidin-2-thiony (Chubb, 1982). Nejúčinnější strumigenní sloučeninou je 5-vinyl-oxazolidin-2-thion, běžně známý jako goitrin. Další sloučenina, která se může v goitrin přeměnit je 2-hydroxy-3-butenyl glukosinolát neboli

progoitrin (Chubb, 1982; Aherne a Kennelly, 1985), který je obsažen v semeni řepky v 50 - 70 % z celkového obsahu glukosinolátů (Zhao et al., 1994). Celkový obsah glukosinolátů je ovlivněn genotypem rostliny a také růstovou fází, ve které se rostlina nachází. Dotace velkého množství dusíkatých a sírných hnojiv nezvyšuje celkový obsah glukosinolátů, ale pouze její složky 2-hydroxy-3-butenyl glukosinolátu na úkor ostatních (Zhao et al., 1994). Goitrin, který se vytváří hydrolýzou z progoitrinu, zamezuje zabudování jódu do prekursoru hormonu tyroxinu (T<sub>4</sub>) a také zasahuje do jeho sekrece štítnou žlázou (Chubb, 1982). Hypofýza reaguje na tuto situaci zvýšenou produkcí thyroid stimulačního hormonu (TSH) (Aherne a Kennelly, 1985). Výsledkem je pak zvětšení štítné žlázy, tzv. struma.

Isothiokyanáty mají silný protinádorový účinek a pomáhají chránit proti rakovině plic a trávicího ústrojí (Johnson, 2002). Nicméně isothiokyanáty nebyly dosud zjištěny v kravském mléce při zkrmování řepkového extrahovaného šrotu (Hill, 1991). Proto by zkrmování řepkových produktů s vysokou hladinou glukosinolátů za účelem produkce potravin s protinádorovým účinkem bylo zřejmě neefektivní.

Isothiokyanáty vznikající ze sinalbinu a glukobrassicinu nejsou stálé v neutrálním či zásaditém prostředí a isomerují na thiokyanáty. Ty jsou účinnějšími strumigeny. Thiokyanáty snižují příjem jodu štítnou žlázou, proto se jejich působení projeví především v krmných dávkách s nízkým obsahem jodu. Podle Kutáčka (1986) z řepky pocházející nitrily, goitriny, thiokyanáty a polysulfidy vytváří v krvi s jodem organický komplex a tím brání tvorbě thyreoglobulinu. Reakce jodidu s goitriny je však nevratná.

Maskell a Smithard (1994) zjistili, že při inkubaci ŘEŠ s myrosinázou vznikají 5-vinyloxalidinetion (OZT) a butenyl a pentenyl isothiokyanáty, ale po inkubaci ŘEŠ s obsahem slepého stěva vzniká pouze OZT a v podmínkách in vitro, kterým se pokusili simulovat trávení peptidů v tenkém střevě nedetekovali žádný OZT.

*Thiokyanáty* se vytváří z glukosinolátů sinalbinu a neoglukobrassicinu (Aherne a Kennelly, 1985). Thiokyanáty inhibují vychytávání jódu štítnou žlázou a napomáhají tak vzniku strumy. Efekt thiokyanátů je nejznatelnější právě v okamžiku, kdy má tělo nedostatek jódu (Aherne a Kennelly, 1985). Navíc thiokyanáty negativně ovlivňují činnost jaterního parenchymu (Smithard, 1993).

*Nitrily* sami o sobě strumigenně nepůsobí, ale finální produkty jejich metabolismu, mezi které patří i thiokyanáty, strumigenní jsou. Nitrily také způsobují úhyny v důsledku poškození jater a ledvin u laboratorních potkanů a kuřat (Aherne a Kennelly, 1985). Při pokusném zkrmování ŘEŠ laboratorním potkanům došli autoři k závěru, že se u nich projevují podobné symptomy jako při krmení dávkou s obsahem nitrilů. Nitrily jsou také podezřívány, že způsobují jaterní krváceniny (hemoragie) u drůbeže (Chubb, 1982).

### **2.3.2 Kyselina eruková**

Kyselina eruková je nenasycená mastná kyselina (C 22:1). Obsah kyseliny erukové u vysokoerukových řepok může činit až 45 % (Princen a Rothfus, 1984; Hairston et al., 1984; Schermenhorn, 1986). Z hlediska průmyslového využití je kyselina eruková velmi cennou složkou rostlinného oleje. Vedlejší produkty po zpracování takovéto řepky mohou už zvýšenou hladinu kyseliny erukové obsahovat. Pro průmyslové zpracování se používají zvlášť vyšlechtěné odrůdy (Friedt a Luhs, 1998). Snášenlivost takového řepkového extrahovaného šrotu zvířatům může být tím pádem horší.

Kyselina eruková působí škodlivě na činnost srdečního svalu (McDonald et al., 1985), žláz s vnitřní sekrecí, zejména pohlavních orgánů, zhoršuje plodnost, poškozují cévy. Snižuje příjem potravy, růst a využití energie. Při extrakci řepkového semene přechází podstatná část kyseliny erukové do řepkového oleje, v ŘEŠ zůstává jen zanedbatelný zbytkový podíl.

Přehled obsahu kyseliny erukové v oleji některých odrůd vysokoerukových řepok (Auld et al., 1986)

Odrůda	Obsah oleje (%)	Obsah kyseliny erukové v oleji (%)	Obsah glukosinolátů v semeni (μmol/g)
Bridger	40,8	50,6	14,8
Dwarf Essex	39,4	48,9	77,7
Idaho Fuel	40,5	44,0	17,0
Indore	39,5	47,7	8,6

V případě kyseliny erukové jsou proti sobě postaveny požadavky výživářské oproti požadavkům na průmyslové využití. Vysokoerukové oleje jsou využívány při průmyslovém zpracování pro vlastnosti jako jsou vysoká zápalná teplota, stabilita při vysokých teplotách, trvanlivost a nízký bod tuhnutí. Pro zvýšení viskozity vysokoerukového oleje se využívá procesu vhánění proudu vzduchu přes zahřátý olej (Appelquist a Ohlson, 1972). Ve směsích s minerálními oleji se používá vysokoerukový olej proto, že zlepšuje jejich vlastnosti, zejména pak přilnavost a navíc snižují koeficient tření. Využívá se zde tzv. „sendvičového efektu“, kdy je minerální olej uzavřen mezi vrstvy rostlinného oleje.

Vulkanizovaný řepkový olej se používá jako příměs k přírodnímu nebo syntetickému kaučuku za účelem zvýšení elasticity, odolnosti proti ozonu a UV záření. Dále jsou vysokoerukové oleje používány jako přísady při výrobě plastů. Erukamid (amid kyseliny erukové) je jednou z nejlepších přísad používaných při výrobě polyetylenových folií (Appelquist a Ohlson, 1972).

Erukamid, který se vyrábí z kyseliny erukové, je také složkou ekologických olejů a mazadel. Schopnost kyseliny erukové přilnout ke kovovému povrchu ji předurčuje pro výrobu nátěrových hmot. Mastné kyseliny obsažené ve vysokoerukovém oleji patří mezi povrchově aktivní látky, proto našel tento olej uplatnění při výrobě změkčujících látek, rozpouštědel a látek zabraňujících korozi. Esterifikací kyseliny behenové a etylenglykolu vznikají produkty, které mají velmi podobné vlastnosti jako včelí vosk se používají jako nejrůznější leštidla či podlahové vosky.

Velmi důležitý produkt je kyselina brassylová (derivát kyseliny erukové). Její diestery se používají spolu s akryláty jako účinné přísady do PVC pro zlepšení plasticity (Nieschlag et al., 1964; Ohlson, 1984). Další významnou komponentou je kyselina pelargonová (produkt vznikající při výrobě kyseliny brassylové). Její ester zlepšuje vlastnosti u syntetických pryskyřic.

Největší potenciál pro využití vysokoerukového oleje je při výrobě nylonu. Doposud se všechny druhy nylonu vyráběly z fosilních zdrojů. Ty poskytují dlouhé uhlíkaté řetězce, které po navázání atomů dusíku tvoří kostru moderních umělých hmot. Do současnosti byli z rostlinných olejů vyrobeny dva druhy nylonu: nylon 13 a nylon 13-13. Druhý v pořadí se

vyrábí z kyseliny brassylové a nylon 13 z kyseliny erukové přes několik meziproductů jako např. erukonitril a kyselinu behenylovou. Výhody nových druhů nylonu jsou: minimální absorpce vody, vynikající elektroizolační vlastnosti, zlepšená tažnost, tvarovatelost a vysoká odolnost proti působení chemikálií.

Vysoká spotřeba řepkových olejů je také ve strojírenství, kde jsou součástí chladících kapalin nebo ve slévárenství, kde se používají při pískování forem.

Pro nekrmivářské využití ŘEŠ z vysokoerukové řepky existuje několik alternativ. Hlavní předností řepkového extrahovaného šrotu je jeho biodegradovatelnost. Díky vysoké zápalné teplotě (>700 °C) a spalnému teplu na úrovni dřevěného uhlí či antracitu může sloužit jako kvalitní topivo. Několik prací (Asano, 1984; Kücke, 1993) se zabývalo využitím ŘEŠ jako hnojiva. V některých zemích jako například v Japonsku a Číně je ŘEŠ používán jako hnojivo již několik let. Jde hlavně o oblasti, ve kterých je nedostatek běžných statkových hnojiv. Extrudovaný ŘEŠ je také díky své vysoké tvrdosti po slisování předmětem zkoumání k využití ve stavebnictví .

### 2.3.3 *Sinapiny a taniny*

*Sinapiny* jsou estery cholinu s kyselinou sinapovou a dalšími příbuznými fenolickými kyselinami. Jsou přítomny v řepkovém semeni v koncentraci mezi 10 a 20 g/kg původní hmoty (Smithard, 1993). Jejich obsah kolísá v závislosti na odrůdě i vlivem prostředí a vzrůstá při zrání semen. Sinapiny při oxidaci vytváří trimethylamin. U určitých plemen nosnic (obvykle hnědovaječných hybridů) je schopnost metabolizovat trimethylamin oslabena v důsledku nedostatečné syntézy enzymu trimethylaminoxidázy (TMA) (Smithard, 1993). Pokud se jedná o dlouhodobý příjem krmiva s vysokým obsahem sinapinů, může docházet ke kumulaci trimethylaminu ve vejcích, což se projeví „rybím pachem“ vajec (Smithard, 1993). Navíc mohou sinapiny způsobit tvorbu nahnědlých skvrn na vaječných skořápkách (Fenwick et al., 1984 a, b).

*Taniny* je souhrnné označení pro třísloviny obsažené v rostlinách, způsobují zhoršení chutnosti krmiva, zhoršení stravitelnosti organických živin a tím i obsahu metabolizovatelné nebo stravitelné energie. Taniny jsou polyfenolické složky rovněž přítomné v řepkovém semeni (Aherne a Kennelly, 1985). Po chemické stránce největší podíl tvoří kyselina gallová, digallová a egallová (Klecker et al., 2002). Díky jejich přítomnosti dochází k inhibici trimethylaminoxidázy in vitro a in vivo (Fenwick et al., 1981) a k dalšímu hromadění trimethylaminu ve vejcích (Smithard, 1993).

Kromě účinku na trimethylaminoxidázu, tvoří taniny spolu s některými proteiny a sacharidy nerozpustné komplexy, které jsou odolné vůči účinkům trávicích enzymů (McDonald et al., 1985). Taniny mohou také tvořit komplexy spolu se samotnými trávicími enzymy a zamezit tak jejich působení. Stravitelnost dusíkatých látek a energie se díky působení taninů snižuje, i když u přežvýkavců se může díky vytvoření bílkovinných komplexů zvýšit obsah v bachoru nedegradovatelných dusíkatých látek. Taniny také způsobují poškození střevní sliznice a negativním způsobem ovlivňují absorpci železa (McDonald et al., 1985). Celkový obsah taninů v řepkovém semeni se pohybuje od 0,1 % do 5 % v závislosti na odrůdě, agrotechnice, počasí či obsahu živin v půdě (Klecker et al., 2002). Největší obsah taninů je v obalových částech řepkového semene, kde je jejich obsah vyšší než 60 g/kg sušiny. 60 až 96 % těchto taninů je nerozpustných (Naczek et al., 2000). Ačkoli obsah rozpustných taninů se může lišit odrůdovou příslušností, obsah nerozpustných kolísá jen velmi málo (Naczek et al., 2000).

*Vlákniny* je v řepkových pokrutinách přibližně dvakrát vyšší množství než v sójových pokrutinách. To do značné míry ovlivňuje stravitelnost živin. Vysoký obsah vlákniny pak omezuje použití ŘEŠ u některých kategorií zvířat. Jako látky škodlivé je možné klasifikovat i ty živiny, které jsou v malých množstvích prospěšné. Například kyselina linolenová, lektiny, hemoaglutininy, fenolové kyseliny (Zeman et al., 1990).

## 2.4 Stravitelnost živin

### 2.4.1 Srovnání stravitelnosti řepkových produktů a jiných zdrojů živin

Stravitelností živin ŘEŠ se zabývá mnoho autorů již od r. 1959. Např. Cho a Bayley (1970) zjistili, že protein ŘEŠ je méně stravitelný než protein SEŠ (78 oproti 86 %) a s tím koreluje i nižší stravitelnost aminokyselin (74 – 86 oproti 85 – 92 %). Zdánlivá stravitelnost jednotlivých živin ŘEŠ u býků je: sušina 74,9 %, organická hmota 76,5 %, N-látky 69,9 % (Mayombo et al., 1997). Zdánlivá stravitelnost energie je signifikantně nižší u ŘEŠ a u ŘEŠ amonizovaného než u SEŠ, bavlníkového a arašídového šrotu a rýžových otrub. Stravitelnost aminokyselin je stejná nebo nižší, pouze u methioninu je signifikantně vyšší (Yin et al., 1994). U kanolového šrotu (KŠ) je zdánlivá stravitelnost celkového dusíku i AMK rovněž nižší (Fan et al., 1995). Se zvyšujícím se podílem KŠ v dietě klesá stravitelnost sušiny a zhoršuje se dusíková bilance (Brand et al., 1999). Lepší nutriční hodnotu má KŠ odslupkový a toustovaný (Rozan et al., 1998).

Karbohydráty v ŘEŠ jsou hlavně pektiny, pentosany a vláknina složená z celulózy, hemicelulózy a ligninu, a zahrnují jednu polovinu celkové energie. Stravitelnost energie je nižší pro ŘEŠ než pro SEŠ. Protein v ŘEŠ je dobře stravitelný, ale koeficienty stravitelnosti a využitelnosti aminokyselin jsou nižší než pro sójový extrahovaný šrot (Bell, 1984).

Odslupkový ŘEŠ přidávaný do krmiva jako náhrada za zdroj bílkovin (sušené mléko, rybí moučka) způsobil snížení stravitelnosti bílkovin a energie v závislosti na množství ŘEŠ. Nebylo to způsobeno obsahem GSL, ale obsahem vlákniny (Danielsen et al., 1994).

Při srovnání stravitelnosti měli býčci krmení ŘEŠ nižší stravitelnost vlákniny (NDF), sušiny, organické hmoty než býčci krmení SEŠ nebo krevní moučkou. Výsledky ovlivnila nižší stravitelnost obalové části semen (osemení) u ŘEŠ (Lardy et al., 1993). Ferlay et al. (1992) doporučují krmení dojnic řepkovým semenem do 14 % v dietě, kde základ krmné dávky tvoří seno. Při této hladině nedochází k nepříznivému ovlivnění stravitelnosti hrubé vlákniny.

Grala et al. (1998) testovali hypotézu, že zvýšené endogenní ztráty dusíku mohou být vyvolány vyšší recyklací endogenních proteinů, které indukují vyšší ztráty dusíku močí a nižší utilizací dietního dusíku. Zjistili, že zadržování dusíku je nižší u prasat krmených dávkou, která vyvolala větší endogenní ztráty dusíku. Osemení řepkových semen jako zdroj vlákniny, neovlivňuje zadržování dusíku a využití stravitelného dusíku.

Rozdíl v obsahu metabolizovatelné energie mezi žlutou a hnědou odrůdou řepky *Brassica napus* u brojlerů uvádí Slominski (1997). Agunbiade et al. (1991) a Liu et al. (1995) ke stejnému závěru nedošli. Při pokusech u rostoucích prasat a brojlerů rozdíl mezi stravitelností žluté a hnědé odrůdy nepozorovali. Také Vanhatalo et al. (1995) nezjistili žádný průkazný rozdíl v degradovatelnosti a ve zdánlivé stravitelnosti dusíkatých látek v tenkém střevě mezi hnědými a žlutými odrůdami u ŘEŠ. Rozdílné výsledky různých autorů mohou být způsobeny

faktem, že jejich pozorování proběhla u různých odrůd jak žlutého, tak hnědého semene, resp. ŘEŠ.

Řepkové pokrutiny byly zmýdelněny (zvlhčeny vodou 1 l/kg) a sušeny při 60 °C a zkrmovány prasatům, obsah GSL 18 mmol/kg byl úpravou snížen na 0,3. Stravitelnost všech živin vyjma tuku byla nižší oproti ječmeni: NL 68,5 oproti 77,8 %, tuk 78,4 oproti 46,4 %, vláknina 14,7 oproti 42,2 %, BLNV 83,8 oproti 92,4 %, organická hmota 70 oproti 84,7 %. ME byla 14,1 oproti 14,6 MJ/kg sušiny (Schöne et al., 1997).

#### **2.4.2 Vliv obsahu vlákniny na stravitelnost**

Množství a druh slupek přítomných v ŘEŠ má významný vliv na snížení metabolizovatelné energie (ME) (Sarwar et al., 1981). Bell a Shines (1982) zkrmovali 0, 15 a 30 % slupek v dietě prasatům o hmotnosti 23 kg a zjistili, že stravitelnost hnědých slupek odrůdy Tower se blížila nule, zatímco u žluté odrůdy R-500 byla 30%. Smulikowska et al. (1998) srovnávali nutriční hodnotu žluté odrůdy *B. rapa* a černé odrůdy *B. napus* u kuřat a krys. Zatímco u krys byla stravitelnost žluté odrůdy stejná nebo mírně lepší než černé, u kuřat byla výrazně vyšší. Žluté odrůdy mají menší podíl slupek a tyto mají menší obsah hrubé vlákniny a ligninu než je tomu u odrůd se slupkami tmavými.

Obsah vlákniny závisí i na velikosti semene. Byly srovnávány dvě odrůdy řepky, s malými a velkými semeny. Analytický rozbor neukázal rozdíly v obsahu bílkovin a mastných kyselin. Malá semena měla větší obsah vlákniny, hlavně ligninu. Velká semena měla větší obsah tuků, vyšší ME, ale i obsah GSL. Dieta s velkými semeny jednoznačně ukázala vyšší stravitelnost všech nutričních složek. Stravitelnost sušiny byla o 2,8 % vyšší, ME o 3,8 % vyšší, tuku o 7,9 % a proteinu o 1,6 % vyšší než u malých semen. Stejný trend byl u stravitelnosti MK a vitamínu E. Velká semena měla o 8 % vyšší konverzi živin. Vyšších čísel bylo dosaženo u mladých zvířat. Stravitelnost a konverze živin u velkosemenných odrůd řepky je vyšší, a proto se tímto směrem orientuje šlechtění nových odrůd (Liu et al., 1995).

Prasatům byly zkrmovány řepkové pokrutiny odslupkované a toustované, neodslupkované a toustované, neodslupkované a netoustované a byla zjišťována zdánlivá stravitelnost proteinů a AMK v tenkém střevě, proteiny: 76,2 %, 75,8 %, 69,5 %. Endogenní ztráta dusíku byla: 2,24, 3,03 a 2,89 g/kg sušiny. Odslupkování zvyšuje zdánlivou stravitelnost proteinů i AMK v důsledku menší ztráty dusíku, toustování neodslupkované řepky zdánlivou stravitelnost neovlivní, ale sníží skutečnou stravitelnost (Grala et al., 1998).

#### **2.4.3 Vliv způsobu úpravy na stravitelnost**

Tepelná úprava všech řepkových produktů, zaměřená na snížení obsahu GSL, významně ovlivňuje stravitelnost živin, především bílkovin, AMK a vlákniny, dusíkovou bilanci, a tím i nutriční hodnotu. Podle většiny autorů stravitelnost bílkovin je tepelnou úpravou zhoršená a vlákniny zlepšená.

Vliv zvýšení teploty prostředí na stravitelnost a využitelnost živin u brojlerů krmených ŘEŠ a SEŠ studovali Larbier et al. (1993). Zvýšením teploty z 21 na 32 °C se sníží skutečná stravitelnost proteinu a aminokyselin. Snížení skutečné stravitelnosti proteinu o 12 % nastalo při zkrmování ŘEŠ, zatímco u SEŠ bylo snížení pouze 5%. Na skutečnou stravitelnost proteinu nemělo pohlaví kuřat žádný vliv, na skutečnou stravitelnost aminokyselin se zdály být citlivější slepičky než kohoutci.



#### **2.4.4 Vliv na stravitelnost fosforu a vápníku**

Metabolismus vápníku a fosforu je ovlivněn přítomností oleje v krmivu, protože dochází k interakci s MK a zhoršuje se tím využití iontů. Především tomu lze přídavkem samotných iontů nebo v případě fosforu degradací fytinu působením fytázy, čímž se fosfor uvolní pro potřeby organismu.

Použití krmiva bohatého na tuky snižuje bachorovou celulólyzu a snižuje výkon. Tato inhibice je způsobena toxickým vlivem MK na celulólytické bakterie a lze jí zabránit použitím vápníku, který zmýdelní MK a tím ochrání mikroflóru (Enjalbert, 1995). U dojnic se přídavkem řepkového oleje snížil obsah vápníku v bachoru následkem reakce s MK. To působí shlukování bakterií a zhoršení bachorového trávení. Hladina hořčičku se také snížila, ale ne tak markantně jako vápníku (Ferlay a Doreau, 1995).

Stravitelnost fosforu byla v SEŠ, řepce a ŘEŠ 37, 42 a 24 %, po přídavku mikrobiální fytázy se zvýšila na 76, 66 a 73 % (Rodehutsord et al., 1997). Přídavek fytázy do krmiva zvýšil stravitelnost fosforu u ječmene o 16,2 %, u pšenice o 14 %, ale u ŘEŠ jen o 4,1 % (Frankiewicz et al., 1998). Přídavek fosforu spolu s fytázou zvýšil využitelnost fosforu. Přídavek anorganického fosforu bez fytázy zhoršil jeho využití ve srovnání s krmivem bez jeho přídavku. Fytáza nijak neovlivnila absorpci vápníku, ale zvýšila jeho retenci v důsledku menší ledvinové exkrece. Z toho vyplývá, že mikrobiální fytáza a navlhčení ječmenno-řepkového šrotu zlepšují využití fosforu a snižují jeho vyloučení výkaly (Nasi et al., 1995). Efektivita přídavku mikrobiální fytázy nebyla statisticky průkazná u nosnic ani brojlerů (Dänicke et al., 1998).

#### **2.5 Zařazování řepky a řepkových produktů do krmných dávek**

Ke krmným účelům se používá řepka v několika formách. Zelená píce k přímému zkrmování pro skot nebo méně často jako konzervované krmivo, řepkové semeno vhodné pro všechny kategorie hospodářských zvířat, zbytky olejářského průmyslu (ŘEŠ, pokrutiny, výlisky-expelery atd.), řepková sláma (jako podestýlka a tím částečně jako krmivo pro skot a ovce).

Zařazování plnotučné řepky a řepkových produktů do krmných dávek je limitováno obsahem antinutričních faktorů v těchto krmivech. V obecné rovině lze říci, že přežvýkavci jsou méně náchylní k působení těchto látek než monogastrická zvířata. Čím nižší je obsah antinutričních faktorů v řepce a jejích produktech, tím vyšší může být její zastoupení v krmné dávce. Je nutno ovšem podotknout, že antinutriční látky jsou přítomny i ve dvou, resp. trojnulových odrůdách řepky. To je potřeba mít na paměti hlavně při zařazování řepky a jejích produktů do diet pro mláďata, kde snížení příjmu krmiva může znamenat nemalé ekonomické ztráty a u chovných zvířat kvůli možnému nepříznivému vlivu na vyvíjející se plod (McDonald et al., 1995).

#### **Drůbež**

Řepka a řepkové produkty byly u drůbeže ověřovány v mnoha studiích různých autorů. Bohužel však nedošlo k jednoznačné shodě o maximálních dávkách řepky a jejích produktů v krmné dávce. Vzhledem k tomu jaký může mít vliv na nutriční kvalitu řepky její odrůdová příslušnost, zdají se být obecná doporučení pro maximální množstevní hranice poněkud zkrslující. Konkrétnější je stanovení maximálních hranic přímo pro antinutriční látky.

Klecker et al. (2002) doporučují pro dospělé kategorie drůbeže maximální obsah glukosinolátů v krmné směsi 4,5  $\mu\text{mol/g}$  a u rostoucí drůbeže 4,5  $\mu\text{mol/g}$ .

Někteří zpracovatelé a obchodní řetězce v zahraničí odmítají vejce od nosnic krmných řepkou kvůli obavě z „rybího pachu“ ve vejcích. Bohužel u nás stále chybí dostatečný soubor informací o tuzemských odrůdách a jejich nutričních znacích, takže převážná většina informací o využití řepky a jejích produktů pochází od zahraničních autorů.

### *Brojleři*

Pro výkrm brojlerů je typické použití třech po sobě jdoucích typů směsí, starteru, groweru a finisheru s rostoucím obsahem metabolizovatelné energie a klesajícím obsahem dusíkatých látek. Je velmi dobře známo, že rozdílné surovinové složení krmiv a krmných dávek má vliv jak na příjem, tak na růst hlavně u mladších zvířat. Opatrné odhady množství řepkového extrahovaného šrotu do krmných směsí pro brojlerů byly předloženy ve studii zpracované Szterkem et al. (1997) a Richterm et al. (1996 a, b). První z autorů doporučili do krmných směsí pro výkrm brojlerů dávky 2,5; 5,0 a 10 % do starteru, groweru a finisheru. Richter et al. (1996 a) pozorovali, že brojleři krmení dávkou s 5 % řepkového semene nebo řepkových produktů (jak extrahovaných šrotů, tak i výlisků) měli sníženou užitkovost v porovnání s kontrolní skupinou krmnou směsí bez obsahu řepky. V další studii Richter et al. (1997 b) využili hybridů ROSS a Hybro k výkrmu, ve kterém bylo použito krmných směsí s obsahem 5, 10 a 15 % řepky nebo řepkových produktů. Pro pokus byla použita odrůda s vysokým obsahem glukosinolátů (16 - 42 mmol/kg). V této studii bylo prokázáno, že zařazení jak celého semene řepky, tak řepkových produktů mělo za následek výrazné snížení příjmu krmiva. Fasina a Campbell (1997) použili k pokusu krmiva s obsahem 0, 5, 10 a 15 % buď celého semene řepky nebo řepkových produktů. Živá hmotnost na konci výkrmu byla prokazatelně nižší než u kontrolní skupiny ( $P < 0,01$ ) a konverze krmiva naopak vyšší ( $P < 0,01$ ). U pokusných skupin byl naopak pozorován nižší úhyn a výraznější byl ve skupině krmené řepkovým extrahovaným šrotem než celým semenem řepky. Autoři došli k závěru, že obsah řepky nebo řepkových produktů by neměl překročit 100 g/kg krmné směsi vzhledem ke sníženému příjmu krmiva. Kvůli nízkému příjmu krmiva a zhoršené konverzi nedoporučují řepkové produkty zkrmovat v dávce vyšší než 10 % také Classen, (1992); Leeson et al., (1987); Summers et al. (1989; 1990; 1992).

Zeb et al. (1999) při pokusu s řepkou s vysokým obsahem glukosinolátů označili za kritickou hladinu dávku 150 g/kg řepky, resp. jejích produktů v krmné směsi. Nad touto hladinou už přírůstek i příjem krmiva výrazně klesl. Javed et al. (1999) zkrmovali ŘEŠ v dávce do 150 g/kg krmné směsi brojlerům hybridní kombinace Hubbard ISA. Brojleři nebyli po stránce užitkovosti zkrmováním ŘEŠ nijak negativně ovlivněni a vyšetření štítné žlázy také neodhalilo žádné patologické změny. Guenter (1990) použil ve své studii dvě hladiny ŘEŠ v krmné směsi a to 7,5 a 15 %. Tvrdí, že pokud vybalancujeme obsah aminokyselin v krmné dávce, nemají řepkové produkty na užitkovost brojlerů žádný negativní vliv. Do Nascimento et al. (1998) testovali některé brazilské odrůdy řepkového extrahovaného šrotu až do obsahu 400 g/kg krmné směsi. Při takto vysokých dávkách už docházelo k výraznému poklesu příjmu krmiva a zvýšení konverze. V práci Fenwicka a Curtise (1980) je vysledováno, že odrůdy řepky s nízkým obsahem glukosinolátů mohou být krmeny bez negativního ovlivnění užitkovosti či zdravotního stavu až do výše 200 g/kg krmné směsi.

Summers et al. (1990; 1992) upozorňují na vyšší výskyt problémů z končetinami u brojlerů krmných ŘEŠ. Domnívají se, že při zkrmování řepkových produktů může být omezena absorpce vápníku a dokládá to pokusem, kdy přídavek vápníku do krmné směsi má pozitivní účinky na zdravotní stav končetin. Nicméně upozorňují, že vysoký přídavek vápníku může způsobit depresi příjmu krmiva. Jak vyplývá z výše uvedeného, hlavním kritériem pro použití celého semene řepky a řepkových produktů je obsah glukosinolátů. Ten je závislý především na odrůdové příslušnosti řepky a jejím následnému technologickému zpracování (Rymer a Short, 2003). Dalším neméně důležitým kritériem je dorovnání hladin esenciálních aminokyselin, neboť řepkové produkty mají nižší koeficienty stravitelnosti aminokyselin jako je treonin nebo lysin než sójový extrahovaný šrot. Zuprizal et al. (1992) uvádějí, že stravitelnost aminokyselin u řepkového extrahovaného šrotu je minimálně o 10 % nižší než u sójového extrahovaného šrotu.

### *Nosnice*

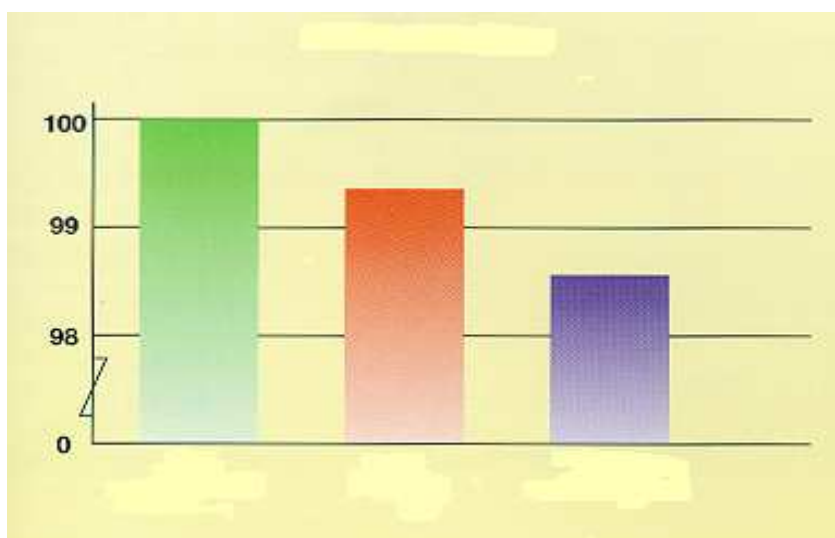
Jak už bylo zmíněno v předchozím textu, náchylnost hnědovaječných hybridů tvořit vejce s „rybím zápachem“ byla pozorována několika autory (Richter et al., 1996 a; Fenwick a Curtis, 1980). U bělovaječných hybridů nebyl „rybí zápach“ ve vejcích pozorován ani při zkrmování 150 g řepkového extrahovaného šrotu na kilogram krmné směsi (Horiguchi et al., 1998).

V některých evropských zemích nedochází k zařazování řepky a jejích produktů do komerčních krmných směsí pro užitkové nosnice právě z obavy z výskytu rybího zápachu u hnědovaječných hybridů (Rymer a Short, 2003). Ze stejného důvodu je v Severní Americe povoleno zkrmovat pouze 3 % ŘEŠ hnědovaječným nosnicím, zatímco v jiných zemích na americkém kontinentu je to 5 % i více (Christensen a McKinnon, 1992).

Vlivem zkrmování řepkového extrahovaného šrotu nosnicím se zabývalo několik autorů (Kiiskinen, 1989; Nassar et al., 1985). Jejich výsledky jsou porovnány s kontrolní skupinou a procenticky vyjádřeny v následujícím grafu. Průměrný obsah řepkového extrahovaného šrotu byl 10 %. Jak můžeme vidět ŘEŠ nijak neovlivňuje počet snesených vajec a i když hmotnost vajec a příjem krmiva byli nižší, rozdíly nejsou signifikantní.

Vliv zkrmování ŘEŠ na užitkovost nosnic (celý snáškový cyklus) (Kiiskinen, 1989; Nassar et al., 1985; Robblee et al., 1986)

Intenzita snášky Hmotnost vajec Spotřeba krmiva



Badshah et al. (2001) zkrmovali místnímu plemeni nosnic v Pakistanu krmnou směs s obsahem 150, 200 a 250 g/kg řepkových výlisků po dobu 28 dnů. Nepozorovali žádný negativní vliv vysokých dávek řepkových výlisků ani při smyslovém posouzení vajec, ani při kontrole zdravotního stavu. Zjistili, že při dávce řepkových výlisků nad 200 g/kg krmné směsi došlo ke zvýšení velikosti vajec. Naopak Richter et al. (1996 a) tvrdí, že počet snesených vajec na jednu nosnici byl při zkrmování celé řepky a řepkových produktů nižší i u bělovaječných hybridů nosnic. Negativní vliv na příjem krmiva a velikost vajec zaznamenali v krátkodobé studii u mladých nosnic Summers et al. (1988 a, b). Jako příčinu snížené velikosti vajec označili menší příjem energie a jako příčinu snížené spotřeby krmiva označili vysoký obsah kyseliny fytové, která blokuje využitelnost vápníku.

V experimentu s bělovaječným hybridem Hisex použili Richter et al., (1996 a) krmné směsi s obsahem 5 až 20 % dvounulové řepky nebo 10 až 20 % řepkového extrahovaného šrotu. Spotřeba krmiva, snáška, hmotnost vajec a přírůstek živé hmotnosti byly u nosnic sníženy oproti kontrolní skupině. Autoři prokázali pozitivní korelaci mezi množstvím plnotučné řepky v krmné dávce a hmotností štítné žlázy. Při hodnocení kvality snesených vajec byly naměřeny nižší hodnoty Haughových jednotek při zkrmování řepkových produktů. Závěrem autoři doporučují pro bělovaječné hybridy nosnic zkrmovat pouze ŘEŠ a to v dávce do 5 %.

Pozitivní vliv má zkrmování řepky a jejích produktů na skladbu mastných kyselin snesených vajec. Několik studií potvrdilo, že při zařazení řepkového semene do krmné směsi pro nosnice došlo k navýšení obsahu olejové, linolové a linolenové kyseliny a naopak k poklesu obsahu kyseliny palmitové a palmitoolejové. Brettschneider et al. (1997) zkrmovali řepkové semeno v množství 0, 150 a 300 g/kg krmné směsi hnědovaječným hybridům nosnic a zaznamenali průkazné zvýšení obsahu esenciálních  $\omega$ -3 mastných kyselin. Obadálek et al. (1997) pozorovali při zařazení řepky do krmných směsí pro nosnice pouze slabší pigmentaci žloutků, zatímco ostatní parametry užitkovosti zůstaly nezměněny.

#### *Ostatní kategorie drůbeže*

V práci autorů Fenwicka a Curtise (1980) je doporučeno zařazení ŘEŠ do krmných směsí pro plemenná zvířata brojlerových slepic až do výše 100 g/kg krmné směsi. U plemenných krůt může být dávka zvýšena až na 200 g/kg krmné směsi bez vedlejšího negativního účinku. Rodiče nosných hybridů slepic mají obecně nižší snášenlivost vůči GLS, proto bylo doporučeno zařazovat do krmných směsí nanejvýš 50 g ŘEŠ. Kiiskinen et al. (1989) a Nassar et al. (1985) nezjistili při zkrmování ŘEŠ žádný vliv na oplozenost či líhivost násadových vajec. Pouze poukazují na nižší hmotnost jednodenních kuřat a vyšší hmotnost štítné žlázy u týdenních kuřat, což však nemělo vliv na jejich pozdější snáškovou užitkovost.

Odhadem metabolizovatelné energie plnotučné řepky (MEN) pro kohouty se zabývali Evrard et al. (1997). Základem byla chemická analýza řepkového semene. Její výsledky jsou uvedeny v následující tabulce.

Živina	Rok	Průměr ± SD	Min. – max. %
Tuk (%/kg sušiny)	první rok	47,1 (1,1)	45-49
	druhý rok	47,4 (1,5)	44-45
Dusíkaté látky (%/kg sušiny)	první rok	20,0 (1,0)	19-22
	druhý rok	19,2 (1,7)	17-12
Vláknina (%/kg sušiny)	první rok	7,8 (0,6)	6,7-9
	druhý rok	7,7 (0,7)	6,9-9,2
Glukosinoláty (μmol/kg sušiny)	první rok	13,3 (2,7)	9,3-17,5
	druhý rok	15,2 (4,5)	6,7-22,3
NDF (%/kg sušiny)	první rok	15,1 (0,8)	13,8-16,2
	druhý rok	16,6 (1,7)	12,5-18,4

Řepkové semeno bylo zkrmováno ad libitum v kompletní granulované krmné směsi v množství 20 %. Pokusy byly prováděny ve dvou letech, tudíž s řepkou ze dvou sklizní. K odhadu MEN bylo použito regresní analýzy. V prvním roce byla MEN stanovena od 20,1 do 21,7 MJ/kg sušiny a ve druhém roce od 20,5 do 22,6 MJ/kg sušiny. Dále autoři stanovili stravitelnost tuku v prvním roce od 88 do 92 % a ve druhém roce od 90 do 94 %. Variabilita v obsahu metabolizovatelné energie pro drůbež je z 65 % způsobena rozdílným obsahem tuku, z 6 % obsahem glukosinolátů a z 14 % vlivem granulování.

### Krůty

Krůty se zdají být vůči negativním vlivům ŘEŠ přiměřeně odolné. Ve studii publikované Výmolou et al. (1996) byl ŘEŠ zkrmován plemeni Large White v dávkách 0, 50, 100 a 150 g/kg krmné směsi. Obsah GLS v krmných směsích byl 0; 1,3; 2,6, resp. 3,9 mmol/kg krmné směsi. Autoři uvádějí, že zařazení řepkového extrahovaného šrotu ve výše uvedených dávkách nemělo vliv ani na živou hmotnost při vyskladnění, ani na celkový přírůstek. Podobné závěry publikovali ve své práci Waibel et al. (1992). Při výkrmu krůt do 19. týdnů použili jako proteinový zdroj ŘEŠ v dávkách 20 % v kompletní krmné směsi. Po dorovnání aminokyselin a metabolizovatelné energie živočišným tukem na úroveň kontrolní směsi dosáhli podobných nebo lepších výsledků. Dokonce označili chuťové vlastnosti masa krůt krmených řepkovým extrahovaným šrotem jako přitažlivější.

## 2.6 Úprava řepky a jejích produktů

Za účelem snížení obsahu GSL v ŘEŠ byla vyzkoušena řada metod a poté byl sledován obsah GSL, změny stravitelnosti nebo vliv na ukazatele užitkovosti a zdraví zvířat. Pro snížení obsahu antinutričních látek se řepka a její produkty upravují různými způsoby:

- Ošetření *teplem* (Subuh et al., 1994; 1995; Jeroch et al., 1995; Dakowski et al., 1996; Plaisance et al., 1997; Deschrijver a Vandeginste, 1998; Thacker, 1998; McAllister et al., 1999) a *extruzí* (Lardy a Kerley, 1994; Marsmann et al., 1995);
- Ošetření *formaldehydem* (Subuh et al., 1994; 1995), *amoniakem* (Huang et al., 1995; Paik, 1991; Aldrich et al., 1997), *peroxidem* (Hussein et al., 1995; Aldrich et al., 1997);

- *Vlhčení* (Nasi et al., 1995), *promývání vodou* nebo směsmi různých *alkoholů* (bylo použito u katránu – *Crambe abyssinica*, Kloss et al. 1994);
- *Mechanická úprava* za současné tepelné úpravy (Huard et al., 1998; Dänicke et al., 1998);
- Působení *enzymů* (Campbell a Vanderpoel, 1998);
- Působení mikroorganismů (Rozan et al., 1996; 1998; Lacki a Duvnjak, 1999).

Ošetření řepkového olejového šrotu (ŘOŠ) amoniakem při hladinách 2 nebo 4 % se zvětší hodnoty využitelnosti metabolizovatelné energie a sušiny, hrubého proteinu a popele z ŘEŠ u kuřat. Amonizací se ale zvýší hladina isothiokyanátů a hmotnost štítných žláz, a při ošetření amoniakem při hladině 3 % a více se sníží hmotnostní přírůstek kuřat krmných upraveným ŘOŠ (Paik, 1991).

U ovcí byla stanovena stravitelnost proteinů metodou „mobil bag“ u SEŠ, ŘEŠ s obsahem 28,8 (LG) a 91,1 (HG)  $\mu\text{mol GSL/g}$ . Všechny tři byly zkrmovány neošetřené, ošetřené teplem 110 °C, 2 hod., přidáním 30% formaldehydu v množství 0,8 %. U všech tří se ošetřením stravitelnost snížila, více u SEŠ a více u formaldehydu (Subuh et al., 1994).

Jalovicím byly zkrmovány ŘEŠ s obsahem 29,0 a 60,7  $\mu\text{mol GSL/g}$ , oba neošetřené, ošetřené teplem a ošetřené formaldehydem. V moči bylo více SCN u druhého, v batoru a duodenu nebyl žádný ITC, VOT ani CHB (nitrily) u žádného ŘEŠ. SCN byl nalezen v batoru, ale ne v duodenu u obou ŘEŠ. Byly vyšší hladiny glutamátdehydrogenázy v séru a nižší glutathionu v krvi u obou ŘEŠ než u SEŠ (stav jater). V mléku nebyl nalezen ITC ani VOT, koncentrace SCN a CHB a produkce mléka byly signifikantně vyšší než u SEŠ. Mezi neošetřeným, teplem a formaldehydem ošetřeným ŘEŠ nebyly rozdíly (Subuh et al., 1995)

Tepelná úprava ŘEŠ snížila stravitelnost proteinů v batoru ze 73 % (neošetřený) na 56 % (130 °C) a 15-23 % (140 a 150 °C). V duodenu ze 73 % vzrostla na 81 % (130 °C) a klesla na 67 % (140 °C a 150 °C). Závěr – lze použít pouze teplotu 130 °C, která nezhorší stravitelnost proteinů, pouze posune trávení z batoru do duodena (Dakowski et al., 1996).

Ovcím se k siláži přidával KŠ, teplem ošetřený KŠ (toKŠ) a rybí moučka jako proteinový doplněk. Teplota snížila stravitelnost bílkovin u KŠ. Doplněk KŠ zvýšil denní přírůstek o 60,2 %, toKŠ měl na přírůstek malý vliv. KŠ i toKŠ snížily stravitelnost sušiny a vlákniny, toKŠ snížil ME, stravitelnost proteinu. Nutriční hodnota byla menší u toKŠ než u KŠ. Závěr – jako proteinový doplněk je KŠ stejně dobrý jako rybí moučka, tepelná úprava však sníží jeho nutriční hodnotu (Plaisance et al., 1997).

Ovce byly krmné směsí ŘEŠ 00, tepelně upraveným řepkovým semenem a komerčním ŘEŠ. Z hlediska stravitelnosti bylo nejhůřší řepkové semeno (McAllister et al., 1999). V pokusu s rostoucími býčky krmnými ŘEŠ a SEŠ došli Lardy et al. (1994) ke zjištění, že přijatá sušina, přijatý hrubý protein a hladina sérového thyroxinu se lineárně snižovaly se zvyšujícím se podílem ŘEŠ v krmivu, úprava řepky extruzí, která snížila obsah GSL, tento efekt neovlivnila. Úprava ŘEŠ a SEŠ extruzí signifikantně zvýšila stravitelnost bílkovin a dusíku in vitro (Marsman et al., 1995).

Vliv mechanické úpravy kanolového semene na stravitelnost a přírůstky u ovcí byl testován u celého semene rozdrčeného válením, mletím ve srovnání s KŠ s přidavkem oleje. Nejhorší parametry byly u celého semene, dále u rozdrčeného válením, mletím a nejlepší byl KŠ s přidavkem oleje (Huard et al., 1998).

Navlhčení významně zvýšilo stravitelnost popele a organické hmoty u ječmenno-řepkového šrotu, retenci dusíku a fosforu v těle, na retenci a absorpci vápníku nemělo vliv (Nasi et al., 1995).

Býkům byla zkrmována kanola jako celé neupravené semeno, mleté semeno, chemicky ošetřené amoniakem a peroxidem. Do diety byla přidávána v množství 10 %. Žádnou dietou nebyla ovlivněna stravitelnost živin ani trávení v bacheru. Biohydrogenace nenasycených MK byla vyšší u mleté kanoly, stravitelnost MK v tenkém střevě byla také větší (Aldrich et al., 1997).

Přídavek kanolového oleje neošetřeného nebo ošetřeného peroxidem neměl negativní vliv na bacherovou fermentaci organické hmoty ani na ME (Hussein, 1995). Fermentace ŘEŠ s *Rhizopus oligosporus* po dobu 40 hod. vyústila v degradaci 47 % GSL (Rozan et al., 1996)

Mikronizace (115 °C po 35-50 s) signifikantně zvýšila koeficient stravitelnosti kanolového semene a kanolového šrotu s přidavkem kanolového oleje, příjem krmiva a přírůstek u prasnic, ale ne u kastrátů. Mechanismus účinku pravděpodobně spočívá v inaktivaci myrozinázy (Thacker, 1998).

Řepkové semeno pomleté v mlýnech válečkových (jemné a hrubé) a šupinkových, dále tepelně upravené v mikronizéru nebo tryskovém sploderu. Poté byla zjišťována stravitelnost a metabolizovatelná energie u prasat. Stravitelnost organické hmoty byla 78 % a ME 19,2 a 20,4 MJ/kg v případě válečkových jemných a šupinkových mlýnů. V případě hrubých válečkových mlýnů se stravitelnost snížila o 13 % a ME o 3 MJ/kg. Tepelná úprava sice snížila obsah GSL, ale i stravitelnost a ME. Ošetření v mikronizéru při 105 °C bylo nejšetnější (Dänicke et al., 1998).

Neupravená a hydrotermálně upravená řepka byla zkrmována nosnicím v množství 0; 7,5; 15; 22,5 a 30 % KD. Úprava signifikantně zvýšila tělesnou hmotnost, ale neovlivnila parametry produkce vajec. Řepka v množství vyšším než 7,5 % signifikantně snížila snůšku a velikost vajec, ale zvýšila příjem krmiva a konverzi živin. TMA se v případě upravené řepky snížil asi o 40 %, nedosáhl však hladiny u kontrolní skupiny bez řepky (0,43 µg/g žloutku oproti 0,64 µg/g u 7,5 % řepky v krmivu). Maximálně doporučené množství řepky hydrotermálně upravené v dietě nosnic je 7,5 % (Jeroch et al., 1995).

Z katránového šrotu komerčně odtučněného byly odstraněny GSL a nitrily promýváním vodou nebo různými směsmi alkoholů. Promývání vodou bylo nejefektivnější, odstranilo až 95 % GSL a nitrilů. Šrot byl zkrmován 14 dní sedmidenním brojlerům v dávce 10 %. Žádné biochemické změny v séru (T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>), ani tkáňové změny ani příjem krmiva nebyly zjištěny, pouze vztah mezi zbytkovým obsahem GSL a sníženým váhovým přírůstkem byl signifikantní (Kloss et al., 1994).

ŘEŠ s obsahem 4 mmol/kg sušiny byl granulován při teplotě 80 °C a podroben expanzi při 100 °C. První úprava signifikantně zvýšila stravitelnost celkového dusíku, sušiny, fosforu a

vápníku. Poměr přírůstek:krmivo a dusíková bilance nebyly ovlivněny. Druhá úprava neměla žádný vliv na stravitelnost živin (Deschrijver a Vandeginste, 1998).

Ošetření řepkových pokrutin 2 nebo 4% amoniakem zvýšilo metabolizovatelnou energii a stravitelnost sušiny, celkového proteinu a popele u kuřat. Amonizací se zvýšila hladina isothiokyanátů a hmotnost štítných žláz, při ošetření amoniakem na úroveň 3 %, více se snížil přírůstek hmotností kuřat krmených upravenými pokrutinami (Paik, 1991). K maximální redukci GSL v ŘEŠ (67 %) došlo přidáním amoniaku na koncentraci 2 % a při otáčkách 200 rpm (Huang et al., 1995)

Tepelná úprava řepky ke snížení antinutričních vlastností je univerzální a jednoduchá, ale zničí se při ní některé nutričně významné látky. Proto byly testovány enzymy snižující obsah antinutričních látek (fytáza, galaktosidáza, proteázy, lipázy, amylázy a enzymy štěpící buněčnou stěnu). Ačkoliv byly dosaženy slibné výsledky, nelze je kromě fytázy použít v praxi (Campbell a Vaderpoel, 1998).

Fermentace ŘEŠ s *Rhizopus microsporus* (37 °C, 24 hod., pH = 5) snížila obsah v lihu rozpustných sacharidů (o 82 %), vlákniny (o 10 %), pektinu a ligninu (o 21 %) a GSL (o 36 %). V pokusech s krysami se zjistilo, že nutriční hodnota ŘEŠ se tím nezměnila u dospělých krys, ale zmenšila se u mláďat (Rozaan et al., 1998). Fermentace ŘEŠ s *Rhizopus oligosporus* po dobu 40 hod. vyústila v degradaci 47 % GSL.(Rozaan et al., 1996).

ŘEŠ inkubovaný s červenobílou plísní *Trametes vesicolor* měl o 98 % menší obsah esterů kyseliny sinapové než původní. Enzymatický proces nesnížil kvalitu proteinů (Lacki, 1999).

### **2.6.1 Ošetření řepkových produktů**

Jedním z mála způsobů jak zlepšit živinovou hodnotu řepky a řepkových produktů je následné ošetření jak celého semene, tak extrahovaných šrotů či výlisků. Následné ošetření by tak mohlo napomoci případnému zařazování řepky a jejích produktů ve vyšších dávkách do diet pro hospodářská zvířata.

Schopnost rozložit přírodní glukosinoláty v dietě s ŘEŠ použitím sinigrinu (2-propenylglukosinolátu) jako modelové sloučeniny prokázali Brabban a Edwards (1995). Izolovali osm různých druhů mikroorganismů schopných růstu na sinigrinu jako jediném zdroji uhlíku. Převážně to byly G+ bakterie.

### **2.6.2 Ošetření celého semene řepky pro prasata a drůbež**

Tepelné ošetření řepkového semene k inaktivaci myrosinázy je zavedený způsob zpracovatelů, jak snížit obsah síry v oleji (Smithard, 1993). Síra ničí katalyzátory, které se používají k hydrogenaci oleje při výrobě margarínů a také může být příčinou nežádoucího zápachu při vaření. Použití extrudované plnotučné řepky zvýšilo stravitelnost jak tuků tak dusíkatých látek u prasat a to vedlo ke zvýšení průměrného denního přírůstku a zlepšené konverzi krmiva. Plnotučné řepkové semeno vyžaduje před použitím ve výživě hospodářských zvířat mechanickou úpravu, tj. buď drcení nebo šrotování, aby se zpřístupnily obsažené živiny. Castaing et al. (1998) prověřoval účinnost jednotlivých mechanických úprav na stravitelnost živin u prasat. Použil jednak hrubě drcené, jemně drcené a řepkové semeno bez jakéhokoli mechanického ošetření. Celé semeno řepky mělo koeficient stravitelnosti živin mezi 0,1 a 0,2; u hrubě šrotovaného se zvedl na 0,8 a u jemně šrotovaného byl nad touto



hranicí. Při porovnání parametrů užitkovosti jako konverze krmiva a průměrného denního přírůstku byla krmná dávka s obsahem plnotučné řepky horší než konvenční dieta řepku neobsahující. Nicméně pokud se plnotučné semeno prasatům zkrmuje, je použití jak mechanické úpravy, tak i hydrotermického ošetření namístě.

Vlivem extrudovaného semene řepky na užitkové parametry hnědovaječného hybridu ISA Brown se zabývali Lichovníková et al. (2002). Autoři použili tři krmné směsi s obsahem 4,5, 9 a 13,5 % extrudované řepky ve směsích a došli k závěru, že žádná z výše uvedených hladin neměla negativní vliv na intenzitu snášky, hmotnost vajec a množství vaječné hmoty. Naopak poukazují na vyšší pevnost skořápky, která byla zaznamenána u pokusných skupin krmných 9 a 13,5 % extrudovaného řepkového semene v porovnání s kontrolní skupinou.

Smithard (1993) referuje o použití plnotučné řepky u výkrmu brojlerů v dávce až 400 g na 1 kg krmné směsi po předchozím šrotování a extruzi. V této dávce byly živá hmotnost, konverze krmiva a velikost slinivky břišní srovnatelné s krmnou směsí plnotučnou řepku neobsahující. Pokud krmná směs nebyla tepelně ošetřena, byla užitkovost brojlerů při stejné dávce řepky jako v předchozím pokusu signifikantně nižší (Smithard, 1993). Autor na závěr uvádí, že plnotučné řepkové semeno může být použito v krmných dávkách pro prasata a drůbež pouze za předpokladu mechanického a termického ošetření. Dänicke et al. (1998) však v pokusech na nosnicích a brojlerech označují vliv tepelného ošetření plnotučné řepky jako malý. Daleko větší vliv přikládají velikosti částic při mechanické úpravě. V pokusu testovali hydrotermická ošetření jako „jet–sploding“ a „mikronizaci“ při provozních teplotách mezi 98 - 125 °C. Výsledky ukazují, že největší vliv na stravitelnost při krmení plnotučné řepky rostoucím brojlerům spočívá v její mechanické úpravě. Obsah MEN se téměř zdvojnásobil (z 12,4 na 22,0 MJ na 1 kg sušiny) pokud byla v krmné dávce použita jemně šrotovaná řepka namísto celých semen. Rozdíl ve stravitelnosti u nosnic nebyl tak výrazný (vzestup z 18,3 na 23,0 MJ na 1 kg sušiny) ale i tak dostatečně průkazný. Závěrem své práce Dänicke et al. (1998) připomínají, že při zkrmování plnotučné řepky brojlerům a užitkovým nosnicím by měla být průměrná velikost částic po šrotování  $\leq 0,56$  mm. Poté má následná tepelná úprava minimální efekt.

### **2.6.3 Ošetření řepkového extrahovaného šrotu pro prasata a drůbež**

Důvodem ošetření ŘEŠ pro prasata a drůbež je zvýšení jeho stravitelnosti a denaturace antinutričních faktorů jako jsou glukosinoláty. Snížení obsahu sinapinů může být také žádoucí, pokud je ŘEŠ zkrmován užitkovým nosnicím. Pouhé zahřátí může denarovat glukosinoláty, avšak tato neenzymatická hydrolýza může vést k tvorbě produktů s velmi podobnými účinky jako mají glukosinoláty samotné. Tepelné opracování řepky a jejich produktů může také vést ke snížení stravitelnosti bílkovinné frakce. Pokud není tepelné ošetření dostatečně účinné, nemusí dojít k denaturaci všech antinutričních látek. Khattak et al. (2001) použili k ošetření řepkových výlisků autokláv a zahrnuli takto opracovanou surovinu do krmné dávky pro hnědovaječné hybridy slepic v rozdílných dávkách přesahujících 250 g/kg diety. Ačkoliv dávka řepkových výlisků neovlivnila užitkovost či zdravotní stav, bylo zaznamenáno, že obsah dusíkatých látek v bílých vejcích je nižší, což může být nepřímý důkaz přítomnosti trimethylaminu pocházejícího z řepkových výlisků. Autoři došli k závěru, že použití autoklávu není dostačující pro detoxikaci řepkových výlisků v krmné dávce pro drůbež. Řepkové semeno (ve směsi s hrachem a pšenicí) ošetřené pomocí extruze narušilo termolabilní strukturu glukosinolátů (Zeman et al., 2000) a zkrmovaná směs ve výsledku neměla negativní vliv na užitkovost nosnic či kvalitu vajec. Hydrotermické ošetření ŘEŠ mělo za následek snížení obsahu sinapinů ze 152 na 50 mg/kg a glukosinolátů z 13,8 na 1,4

mmol/kg (Jeroch et al., 1999). Produkce vajec a konverze krmiva však zůstaly stále zhoršeny pokud bylo do krmné dávky zařazeno 300 g/kg hydrotermicky ošetřeného ŘEŠ. Pro neošetřenou řepku uvádí maximální hranici zařazení do krmné směsi bez ovlivnění užítkovosti 225 g/kg. Hydrotermicky ošetřený ŘEŠ prokazatelně snížil obsah trimetylaminu ve vejcích a také snížil, i když nevyloučil, ztrátu živé hmotnosti, která se u nosnic krmných vysokými dávkami ŘEŠ vyskytuje.

Tepelně ošetřená směs ŘEŠ a bobu byla úspěšně použita v experimentu popsaném Mutalabem a Smithardem (1994). Tito autoři krmili směs řepky a bobu v množství 200 a 400 g/kg krmné směsi. Zahřátí směsi snížilo obsah goitrinu v krvi a v obsahu lačníku a zvýšilo stravitelnost takto upraveného krmiva. Bylo zaznamenáno, že pokud byla zvířata krmena neošetřenou směsí, konverze krmiva a průměrný denní přírůstek byl nižší. Brojleři krmení ošetřenou směsí ŘEŠ a bobů prokázali zvýšenou živou hmotnost a zlepšenou konverzi krmiva.

Detailní rozbor degradovatelnosti GLS po tepelném ošetření ŘEŠ provedl Jensen (1999). Čtyři odrůdy s různým obsahem glukosinolátu (<10 μmol/g a 15-20 μmol/g v řepkovém semeni) ošetřil teplotou 107 °C po dobu 25 min. Za nejméně odolnou složku glukosinolátů označil 4-hydroxyglukobrassicin, který byl v průměru degradován z 71 %, zatímco alifatické glukosinoláty pouze z 20 až 25 %. Měření celkových a zbytkových množství glukosinolátů provázela realizace krmného pokusu (25 % ŘEŠ v krmné dávce), kde byly testovány produkční a zdravotní parametry u brojlerů a selat. Zvířata spolu se stoupající hladinou glukosinolátů vykazovala nižší příjem krmiva a menší přírůstky. Negativní vliv vyšší hladiny GLS byl doprovázen zvětšením jater, štítné žlázy a vyšší produkcí T<sub>3</sub> hormonu.

Podle Zemana et al. (1990) je třeba ještě prověřit vliv granulace na změnu obsahu GSL v kompletní směsi. V případě, že technologie granulace zahrnuje použití páry, bude ve vyrobené směsi pravděpodobně vyšší obsah GSL a jejich rozkladných produktů.

Selata krmná mléčnou náhražkou, která obsahovala řepkový olej s vysokým obsahem kyseliny erukové, vykazovala snížený počet krevních destiček a zmenšení jejich plochy. To zapříčinilo delší dobu krvácivosti u pokusných selat než u selat odchovaných pod prasnicí anebo krmných mléčnou náhražkou s obsahem sójového oleje (Kramer et al., 1998). Obecně lze tedy říci, že toxicity kyseliny erukové není třeba se obávat pokud zkrmujeme ŘEŠ, jelikož je přítomna ve vyextrahovaném oleji. Problém může nastat pokud zkrmujeme celé řepkové semeno, i když ve dvounulových odrůdách řepky bývá obsah kyseliny erukové velmi malý (méně než 20 mg/kg).

Obsah glukosinolátů ve čtyřech vzorcích řepkového extrahovaného šrotu před (1-4) a po tepelném ošetření (I-IV.) (Jensen, 1999)

Vzorek	μmol/g ŘEŠ					
	Progoitrin	Glukonapin	Glukobrassicinapin	4-hydroxy-glukobrassicin	Glukobrassicin	Celkem
1	1.49	0.55	0	1.26	0.10	3.39
2	8.31	1.74	0.25	1.74	0.13	12.16
3	11.09	2.62	0.91	2.89	0.67	17.86
4	21.59	8.47	2.90	2.71	0.29	35.95
I	1.28	0.38	0	0.28	0.06	1.99
II	6.79	1.37	0.29	0.62	0.09	9.16
III	8.40	2.11	0.79	0.94	0.25	12.49
IV	14.36	5.74	2.03	0.70	0.15	22.97

Práce Schönea et al. (1996) ukazuje, že namáčení řepkových výlisků ve vodě (11 kg vody/kg řepkových výlisků) a následné sušení při teplotě 60 °C sníží celkový obsah glukosinolátů v řepkových výliscích z 18,5 na 0,3 mmol/kg sušiny. Platí však, stejně jako pro další neenzymatická ošetření, že může dojít ke zvýšení obsahu rozkladných produktů z degradace glukosinolátů. Ošetření řepkových výlisků tímto způsobem mělo za následek prokazatelně menší zvětšení štítné žlázy a jater u prasat, které bývá běžné při použití řepkových výlisků do krmné dávky pro prasata. Ošetření však nemělo žádný průkazný vliv na užitkovost prasat.

Pro odstranění GLS je nejlépe vyhnout se jejich hydrolýze. Intaktní složka je totiž daleko lépe odstranitelná než produkty její hydrolýzy. Lieder et al. (1980) doporučuje promytí ve 100 °C horké vodě a následné působení HCl a NaOH. Glukosinoláty se vysráží a jsou odstraněny pomocí gelové filtrace. Pokusy se zkrmováním takto ošetřeného řepkového extrahovaného šrotu naznačily, že se jedná o účinnou metodu (Lieder et al., 1980).

Kombinaci chemického a tepelného ošetření zvolili Barrett et al. (1998). Jejich alkalicko-tepelná metoda ošetření spočívá ve smíchání vstupního materiálu s hydrogenuhličitanem sodným ( $\text{NaHCO}_3$ ) a hydrogenuhličitanem amonným ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ) a v následném zahřátí v peci. Kuřata krmená směsí s neošetřeným řepkovým extrahovaným šrotem dosáhla menšího přírůstku než kuřata krmená dietou na bázi sójového extrahovaného šrotu. Pokusná skupina, které byl předkládán ošetřený ŘEŠ vykázala podobnou intenzitu růstu jako kontrolní skupina se sójovým extrahovaným šrotem. Alkalicko-tepelná úprava podle autorů potlačuje „antithyroidální“ efekt řepkových produktů. Hladina hormonů štítné žlázy byla podobná jako ve skupině krmené sójovým extrahovaným šrotem.

Jedním z alternativních přístupů oproti tepelnému ošetření je potup použitý Yuqinem et al. (2001). Tento autor použil k odstranění antinutričních látek směs mikroorganismů. ŘEŠ ošetřený tímto způsobem způsobil nárůst živé hmotnosti u brojlerů. Obsah takto ošetřeného extrahovaného řepkového šrotu byl 150 g/kg krmné směsi, avšak při dávkování vyšším než 150 g/kg krmné směsi byl zaznamenán pokles živé hmotnosti.

Tepelné ošetření řepkového extrahovaného šrotu nebo extrakce glukosinolátů ve vodě a následné sušení jsou dva způsoby, kterými lze zvýšit nutriční hodnotu řepkových produktů pro drůbež a prasata. Protože antinutriční faktory i po ošetření v malém množství zůstávají v produktech, musí být stanoveny hranice pro dávkování řepkových produktů těmto zvířatům. Ošetření řepkových produktů má význam tehdy, pokud dává možnost zvýšení podílu v krmné dávce. Použitelnost jednotlivých způsobů ošetření závisí na poměru ceny řepkových produktů v závislosti na ceně vlastního ošetření.

Vlivem loupání řepkového semene na kvalitu řepkových produktů se zabývali Kracht et al. (1999). Autoři provedli několik pokusů u výkrmu brojlerů a užitkových nosnic. Výsledky jejich práce jsou shrnuty v následující tabulce. Za zmínku stojí nejen zvýšení obsahu MEN u loupáných produktů, ale také její navýšení u starších kategorií. U výkrmu brojlerů byl průměrný rozdíl v hmotnosti mezi loupáným a neloupáným ŘEŠ 53 g v 35. dni věku, i když při přídávku 21% ŘEŠ do krmné směsi již došlo k celkovému poklesu užitkovosti. Závěrem autoři doporučují použití loupáných řepkových produktů především do krmných dávek pro monogastry a neloupáných pro přežvýkavce (Kracht et al., 1999 a b).

	ŘEŠ		Řepkové výlisky	
	neloupaný	loupaný	neloupané	loupané
MEn-brojler 16 - 20dnů (MJ/kg)	6,17	7,87	8,91	11,26
MEn -brojler 31 - 35dnů (MJ/kg)	6,94	8,27	11,42	13,05
nosnice 21. týdnů (MJ/kg)	8,08	9,91		

Sledování vlivu rozdílných technik zpracování řepkového semene na živinové hodnoty pro brojlery a nosnice provedli Dänicke et al. (1998). Rozdílné techniky ošetření zahrnovaly různé druhy šrotování (válnový šrotovník s vrubovanými válci nebo bez, mačkač nebo celé semeno). Zřetelný vzestup stravitelnosti organické hmoty a vzestup ME byl pozorován při průměrné velikosti částic  $\leq 0,56$  mm. Obsah ME byl stanoven od 21,1 do 22 pro velikost částic nad a od 22,6 do 23 MJ/kg sušiny pod uvedenou velikost částic. Dále autoři různé velikosti částic šrotované řepky tepelně ošetřili (hydrotermické ošetření, mikronizér, jet-sploder). Každé z tepelných ošetření bylo provedeno při dvou různých teplotách. Tepelné ošetření plnotučné řepky zlepšilo zdánlivou stravitelnost tuku, zatímco zdánlivá stravitelnost dusíkatých látek měla tendenci klesat, zvláště při vysokých teplotách. Z toho vyplývá, že při tepelné úpravě dochází k nekonzistentním změnám ve zdánlivé stravitelnosti organické hmoty a obsahu ME. Pouze ošetření horkým vzduchem (jet-sploder) zlepšilo živinové hodnoty jak pro brojlery, tak pro nosnice. U tepelného ošetření se metabolizovatelná energie pohybovala v rozpětí od 18,8 do 21,9 u brojlerů a od 19,0 do 24,3 MJ/kg u nosnic.

## 2.7 Vliv na zdraví

### 2.7.1 Rozvoj strumy

První zmínka o strumigenním působení řepky je z roku 1941 u krys (Kennedy a Purves), posléze v roce 1965 u prasat a drůbeže (Bell a Belzile). Pokud nepublikoval Iwarsson a Nilsson (1973) strumigenní účinky u býků, mělo se za to, že řepkové strumigeny na přežvýkavce nepůsobí (Bell, 1984).

GSL a jejich rozkladné produkty způsobují ve štítné žláze řadu biochemických a histologických změn, které lze shrnout takto (Mawson et al., 1994):

- hyperplazie buněk epiteliální výstelky sekreční tkáně,
  - zpěněná cytoplasma těchto buněk, tj. množství vakuol obklopujících folikulární dutinu,
  - ztráta folikulárního koloidu,
  - nedostatek sekrečních granulí a lysozomů v cytoplasmě sekrečních buněk,
  - zvýšená intrathyroidní koncentrace monojodthyroninu na úkor di-, tri- a tetrajodthyroninu.
- Histologický obraz je doprovázen změnami ve funkci štítné žlázy jako přímý důsledek příjmu GLS.

Příjem a trávení GLS vede k hypothyroidnímu stavu charakterizovaným zvětšenou thyroideální aktivitou a snížením hladin cirkulujících thyroideálních hormonů. Nízké hladiny GLS vyvolaly zvýšení folikulárních epiteliálních buněk společně s výskytem zpěněné cytoplazmy. Hypertrofie štítné žlázy, hmotnost zvětšena 2 až 5krát, vyplynula z trvalého působení glukosinolátů.

V krevním séru je pravděpodobně snižená vazebná schopnost albuminu k thyroxinu. Pokles koncentrace trijodthyroninu ( $T_3$ ) a thyroxinu ( $T_4$ ) v séru vede ke zvýšené sekreci

thyreotropního hormonu (TSH) v adenohypofýze a jeho vyplavení do krevního oběhu, což vyvolá zvýšenou thyroideální aktivitu a zvětšení štítné žlázy. Při dlouhodobé expozici GSL může být zvětšení až několikanásobné oproti původní hmotnosti (Mawson et al., 1994).

Hydrolyza glukosinolátů myrosinázou přináší odlišné množství nitrilů, isothiokyanátů, oxazolidinethionů a thiokyanátového iontu závislých na podmínkách, zvláště na pH a chemické povaze rodičovského glukosinolátu. Všechny tyto rozkladné produkty mohou přispět ke glukosinolátem vyvolanému hyperthyroidismu, i když s různou mírou. Oxalinethiony jsou důležitější, protože zasahují do syntézy thyroideálních hormonů (Greer, 1962). Tento účinek se nezmenší doplňkem jodu.

Přídavek thiokyanátů do diety bez zdroje jodu, vyvolal u pokusných potkanů významné snížení hladiny cirkulujícího hormonu T<sub>4</sub>, signifikantně nižší byl obsah nukleových kyselin a bílkovin v některých oblastech mozku (Rao a Lakshmy, 1995). Thiokyanáty tlumí sekreční aktivitu štítné žlázy tím, že brání zachycování jodidu z krve. Jak uvádí Wright (1970), jejich působení je kompetiční a lze mu předcházet velkými dávkami jodidu. Odlišný názor tradují Schöne et al. (1993 a; 1994). Suplementace jodu může zmírnit antithyreoidní působení GSL, ale jen jejich nízká koncentrace v krmivu (pod 0,7 mmol/kg krmiva) nenaruší funkci štítné žlázy. Při vysokém příjmu GSL jod preventivně nepůsobí.

Ačkoli nadměrné množství GSL v krmivu může snížit růst a přírůstek hmotnosti zvířat a způsobit poškození štítné žlázy, jater a ledvin u zvířat, je málo důkazů o obdobných účincích u člověka. Naopak bylo publikováno, že produkty enzymatického rozkladu nebo metabolismu GSL mohou zmírnit nebo zvrátit karcinogenní procesy (Heaney a Fenwick, 1995).

### ***Přežvýkavci***

Strumigenní účinek řepkových GSL u přežvýkavců je doložen v relativně málo pracích. Obecně se soudí, že strumigeny jsou činnostmi bachorové mikroflóry v bachoru destruovány (Virtanen et al., 1958), dále pak, že ŘEŠ tvoří u přežvýkavců proporcionálně menší podíl krmné dávky než u monogastrů. Pokud však byl rostoucím býčkům podáván ŘEŠ s obsahem GSL a seno ad libitum, došlo k významnému zvýšení hmotnosti štítné žlázy (Iwarsson a Nilsson, 1973). V oblastech s relativním nedostatkem jodu doporučují Zech et al. (1995) přídavek 10 mg jodu na krávu a den, aby nedošlo k poškození funkce štítné žlázy.

### ***Telata, jehňata***

Vzhledem ke strumigennímu účinku GSL je nutné zvážit zkrmování ŘEŠ telatům a jehňatům, která mají zvýšený požadavek na thyroideální hormony a zároveň malou schopnost detoxikovat isothiokyanáty a 5-vinyloxazolidin-2-thion v bachoru (Mawson et al., 1994). Statisticky významné zvýšení hmotnosti štítné žlázy u telat zaznamenal Papas et al. (1979) při podávání jaderného krmiva s obsahem 5 a 26 μmol/g GSL. U rostoucích jehňat, přijímajících koncentrát s řepkovým šrotem s hladinou GSL od 0 do 17 μmol/g, byla zaznamenána statisticky významná korelace s velikostí štítné žlázy (Vincent et al., 1990).

Urbaniak a Potkanski (1991) zjistili stejné hladiny T<sub>3</sub> a T<sub>4</sub> v krevním séru tři měsíce starých jehňat bez ohledu na to, zda byla krmena dietou s přidáním sójovým extrahovaným šrotem (SEŠ) nebo dietou obsahující 18 % ŘEŠ s nízkým obsahem GSL, odpovídající 1,18 mg ITC a 1,45 mg VTO/kg diety.

## *Prasata*

Prasata reagují významně na strumigenní aktivitu GSL. Hmotnost štítné žlázy při stejné hladině ŘEŠ v krmivu (5 - 10 %), pokud se krmilo nízkoglukosinolátovým ŘEŠ, vzrostla o 10-20 %, a když dieta obsahovala vysokoglukosinolátový ŘEŠ, o 140 - 160 %. Podobné účinky byly zjistitelné i když prasata byla krmena dvakrát nižšími dávkami vysokoglukosinolátového ŘEŠ, u kterého nepřesáhl celkový obsah glukosinolátů 5  $\mu\text{mol/g}$  diety. Účinek byl také patrný, pokud obsah progoitrinu v šrotu byl znatelně nad 2-3  $\mu\text{mol/g}$  diety (Eggum et al., 1985). Goitrogenní aktivita může být značně omezena, když je ŘEŠ vhodně ošetřen, např. s  $\text{Cu}^{2+}$  ionty (Schöne et al., 1991). Schöne et al. (1990) dále zjistili, že diety prasat s ŘEŠ (více než 10 mmol glukosinolátů a aglukonů/kg) by měly obsahovat nejméně 0,5 mg I/kg, ale 0,1 mg doplňkového jodu na kg je dostatečné u diet bez nebo s nízkým obsahem (méně než 1 mmol glukosinolátů a aglukonů/kg) antithyroidních sloučenin.

Krmivo pro výkrm prasat by nemělo obsahovat více než 2,5 mmol GSL/kg krmiva (Schöne, 1995). Řepkový šrot s obsahem GSL 10 mmol/kg krmiva vyvolal u prasat a drůbeže zvýšení hmotnosti štítné žlázy (Schöne et al., 1994). Doplněk jodu snížil antithyroidní efekt, ale neodstranil jej.

Warnants et al. (1995) zaznamenali, u prasat přijímajících více než 5,25 % ŘEŠ, snížený denní přírůstek hmotnosti a nižší příjem krmiva. Více nenasycené mastné kyseliny z ŘEŠ ovlivnily kvalitu masa. Zkrmování 15 % řepkových pokrutin v dietě, obsahující GSL a goitrin, vyvolalo hypothyroidismus, sérový thiokyanát byl zvýšen. Uvedené změny byly provázeny sníženým příjmem krmiva a růstem (Spiegel et al., 1993).

Ke zjištění stravitelnosti živin a vlivu řepkových pokrutin (ŘP) na štítnou žlázu, při zařazení a vyloučení přídatku jodu, byly uskutečněny bilanční pokusy na vepřích (Písaříková et al., 1999). ŘP s obsahem 19,1  $\mu\text{mol GSL/g}$  beztukové hmoty, přijímala prasata jako 10% podíl krmné směsi. Výsledky pokusů ukázaly, že ŘP s obsahem 19,1  $\mu\text{mol GSL/g}$  v krmné směsi pro prasata se při nevyvážení potřeby jodu projevily nižší stravitelností dusíku a nižším ukládáním stráveného dusíku. Při použití přídatku jodu k ŘP v krmné směsi, byla bilanční stravitelnost dusíku srovnatelná se skupinami bez ŘP a ukládání stráveného dusíku se zvýšilo jen nepatrně. Negativní vliv ŘP na štítnou žlázu dokládá vyšší vylučování jodu výkaly, snížení hladin  $\text{T}_3$  a  $\text{T}_4$  v krevním séru, snížení obsahu jodu ve štítných žlázách a výskyt strumy u skupiny prasat přijímající ŘP. Obsah jodu ve štítných žlázách byl nižší o 48 % u skupiny s ŘP ve srovnání s kontrolou. Vyrovnání potřeby jodu negativní účinky řepkových pokrutin eliminovalo jen částečně.

V pokusných krmných směsích pro prasata (Suchý et al., 1999) byl sójový extrahovaný šrot nahrazen z 33, 66 a 100 % chemicko-termicky upravenými řepkovými výlisky se sníženým obsahem glukosinolátů na méně než 1 mmol/kg, přičemž hmotnost štítné žlázy, hladiny  $\text{T}_3$  a  $\text{T}_4$  v krevním séru byly i touto nízkou hladinou GSL významně ovlivněny.

	Hmotnost štítné žlázy (g)		T <sub>3</sub> (nmol/l)		T <sub>4</sub> (nmol/l)		T <sub>3</sub> /T <sub>4</sub> (x 1000)	
	X	t	x	t	x	T	X	T
Kontrola	9,1	-	1,54	-	58,9	-	26,8	-
P-1	9,2	0,1665	1,39	2,0665	44,4 **	4,6792	31,7	3,3240
P-2	11,1	2,8077	1,35	2,5529	48,2	3,2726	28,2	0,8968
P-3	11,9 *	3,9750	1,18 **	5,0646	67,1	2,6464	17,9 **	6,0140

Statistická významnost: \* P ≤ 0,05; \*\* P ≤ 0,01

### Změny na játrech

O zvětšení jater dojnic zatím nejsou informace, zatímco u telat přijímajících řepkové semeno došlo ke zvýšení hmotnosti jater o 11 až 38 % oproti kontrolním zvířatům krmeným SEŠ (Papas et al., 1979; Witowski et al., 1981). Papas et al. nepozorovali žádné histologické změny a Witowski et al. účinek GSL částečně vyrovnali dietním doplňkem L-thyroxinu. Odlišné výsledky byly publikovány u jehňat. Blafeld (1976) pozoroval zdvojnásobení hmotnosti jater, zatímco Barry et al. (1981) pozorovali významné snížení hmotnosti orgánu (Mawson et al., 1994).

Hmotnosti orgánů prasniček a fetů po podávání ŘEŠ (Etienne et al., 1991)

ŘEŠ	%	0	7	14	20	RSD	Sign
GSL	μmol/g	0	26,0	52,1	74,4		
Prasničky							
Štítná žláza	g	12,96 <sup>a</sup>	13,13 <sup>a</sup>	15,81 <sup>b</sup>	16,29 <sup>b</sup>	4,7	***
Játra	kg	2,10 <sup>a</sup>	2,44 <sup>b</sup>	2,68 <sup>b</sup>	2,84 <sup>c</sup>	0,37	***
Fety							
Štítná žláza	g	0,23 <sup>a</sup>	0,27 <sup>ab</sup>	0,32 <sup>b</sup>	0,39 <sup>c</sup>	0,13	***
Játra	g	37,04 <sup>a</sup>	32,68 <sup>b</sup>	32,88 <sup>b</sup>	31,46 <sup>b</sup>	6,82	**

Statistická významnost: \*\* P < 0,001; \*\*\* P < 0,0001

Možný vliv diety s obsahem GSL na vybrané ukazatele u nosnic během 196denní periody krmení ukazuje následující tabulka (Campbell et al., 1979).

Dieta	GSL	Živá hmotnost	LHM <sup>1</sup>	Hmotnost jater	Jaterní skóre <sup>2</sup>	Jaterní glutathion	Hmotnost štítné žl.
	( $\mu\text{mol/g}$ )	(kg)	(%)	(g/kg ž.hm.)	(1-6)	(mg/g jater)	(mg/100 g ž.hm.)
1	0,00	1,70	0,0	23,8	1,0	1,14 <sup>d</sup>	9,5 <sup>a</sup>
2	0,19	1,68	0,0	24,9	1,0	1,39 <sup>cd</sup>	9,6 <sup>a</sup>
3	0,71	1,69	0,7	24,6	1,2	1,33 <sup>cd</sup>	9,5 <sup>a</sup>
4	1,43	1,70	1,3	24,7	1,0	1,48 <sup>bc</sup>	11,7 <sup>ab</sup>
5	2,08	1,67	2,0	23,8	1,0	1,54 <sup>abc</sup>	13,2 <sup>bc</sup>
6	2,84	1,64	2,6	26,1	1,0	1,72 <sup>ab</sup>	15,8 <sup>cd</sup>
7	3,46	1,65	2,6	24,7	1,2	1,68 <sup>ab</sup>	15,7 <sup>cd</sup>
8	3,84	1,67	2,6	24,8	1,2	1,81 <sup>a</sup>	19,2 <sup>d</sup>
P <		0,045	0,202	0,170	0,660	0,0001	0,0001

1) LHM - liver haemorrhage mortality

2) jaterní skóre bylo stanoveno následovně: 1 bez hemoragií, 2 několik petechií, 3 petechie intenzivně, 4 malé hematomy (< 2 cm), 5 velké hematomy (>2 cm), 6 masivní hematomy

#### ***Vliv zkrmování řepkových produktů na zdravotní stav drůbeže.***

Vlivem zkrmování řepkových produktů na zdraví nosnic se zabývalo několik autorů, kteří upozorňují na vyšší úhyny v důsledku výskytu jaterních hemoragií. Butler et al. (1982) doložili, že úhyny byly spojeny s degenerací hepatocytů, abnormalitami v biliárním systému a s únikem buněčných enzymů do krevní plazmy. Konkrétního původce autoři neurčují, jelikož výše uvedené patologické nálezy se vyskytují spolu s tukovou degenerací jater, která může mít několik příčin. Jako zajímavější, z hlediska odhalení možné příčiny, se jeví práce autorů Campbella a Slominskiho (1991). Tito autoři zkrmovali ŘEŠ z různých odrůd řepky a s rozdílným obsahem glukosinolátů v podílu 25 % v krmné směsi. Výsledky ukazují lineární vzrůst výskytu jaterní hemoragií spolu se vzestupem obsahu glukosinolátů. Hmotnost štítné žlázy taktéž rostla spolu s obsahem GLS v krmné směsi (Campbell a Slominski, 1991).

Krmná směs	Glukosinoláty ( $\mu\text{mol/g}$ )	Intenzita snášky (%)	% úhynů na jaterní hemoragie	Hmotnost štítné žlázy (mg/100 g ž. hm.)
1	0,00	87,7	0,0	9,5
2.	0,19	87,0	0,0	9,6
3	0,71	85,9	0,7	9,5
4	1,43	87,5	1,3	11,7
5	2,08	88,7	2,0	13,2
6	2,84	87,1	2,6	15,8
7	3,46	87,2	2,6	15,7
8	3,84	84,0	2,6	19,2

Další ověření vlivu řepkových produktů na zdravotní stav nosnic uskutečnili Smith et al. (1979). Pokus byl proveden na nosnicích Leghorn Hyline. Dvanáct kusů bylo po zkrmování ŘEŠ zabito v různých časových intervalech (15, 30, 60 minut) a obsah částí zažívacího traktu



byl analyzován na přítomnost rozkladných produktů progoitrinu. Nitrilové sloučeniny byly přítomny ve všech částech trávicího traktu v daleko větším podílu než byl oxazolidinthion. ŘEŠ s vysokým obsahem GLS snížil prokazatelně vaječnou produkci ( $P < 0,05$ ) více než ŘEŠ s nízkou hladinou GLS. Histologické vyšetření jaterní tkáně nosnic potvrdilo výskyt jaterních hemoragií a prokázalo závažnou retikulolýzu.

Krmná dávka s obsahem 10 % ŘEŠ zhoršila průběh onemocnění jaterní hemoragií (Pearson a Butler, 1978). U pokusné skupiny došlo ke snížení živé hmotnosti a obsahu jaterních tuků. Plazmatické enzymy aspartát-transamináza a  $\beta$ -glukuronidáza mají tendenci zvyšovat svoji koncentraci spolu s vyšším výskytem hemoragického syndromu. Krmná dávka obsahující ŘEŠ byla původcem hypertrofie štítné žlázy a takto postižené nosnice snášely skvrnitá vejce, což bylo v korelaci s obsahem trimethylaminu (TMA) ve vejcích. Snížená aktivita TMA-oxinázy, ale nesouvisí s hemoragickým syndromem, steatózou, retikulolýzou nebo aktivitou lysozomálních enzymů a transamináz v krevní plazmě. Při zkrmování naprosto stejného množství ŘEŠ naopak uvádí Smith et al. (1976), že žádný z produkčních parametrů nebyl ovlivněn, nicméně došlo k mírnému zvětšení hmotnosti štítné žlázy a k neprůkaznému poklesu  $T_3$  a  $T_4$  hormonu v plazmě. Výskyt jaterních hemoragií nezaznamenali Smith et al. (1976). Rozdíly mezi závěry autorů mohou být způsobeny skutečností, že testovali řepkové produkty s rozdílným obsahem glukosinolátů.

Martland et al. (1984) po zkrmování obou typů řepkového extrahovaného šrotu (nízká a vysoká hladina GLS) konstatují, že oba typy ŘEŠ zhoršují hemoragie, zvyšují retikulolýzu, lymfoproliferaci v játrech a snižují počet erytrocytů. Jaterní hemoragie jsou důsledkem prasklin ve větvích portální žíly uvnitř jater a prasklin v kapilárách a sinusoidách. Hemoragie a obsah retikulinu byly v pozitivní korelaci. Nekrózy jaterního parenchymu se vyskytovaly pouze v okolí velkých hematomů a způsobily zvýšení aktivity aspartát transaminázy v plazmě. Oba druhy extrahovaných šrotů způsobují hyperglykémii a snižují obsah plazmatických triglyceridů. Pouze ŘEŠ s vysokým obsahem GLS však způsobuje snížení intenzity snášky, zvětšení jater a redukci obsahu kyseliny močové v plazmě. Přídavek enzymu myrosinázy prohloubil negativní vliv na snášku, ale nezvyšuje hepatotoxicitu.

Bromidge et al. (1985) pokusným nosnicím předkládali 400 g/kg ŘEŠ. U pokusné skupiny byla prokazatelně ( $P < 0,01$ ) vyšší hladina žlučových kyselin v krevní plazmě (154  $\mu\text{mol/l}$ ) než u kontrolní (116  $\mu\text{mol/l}$ ). Stejně tak výskyt jaterních hemoragií byl u pokusné skupiny vyšší (36%) než u kontrolní (21%). Histologické vyšetření jater nosnic krmených ŘEŠ neprokázalo degeneraci hepatocytů v bezprostředním okolí hematomů a žlučové kameny nebyly objeveny. Částečné řešení problému bylo zaznamenáno při podání  $\beta$ -aminopropionitrilu v dávce 0,5 g/kg krmné směsi. U nosnic došlo ke snížení výskytu jaterních hemoragií (13 %) a snížení hladiny žlučových kyselin (85  $\mu\text{mol/l}$ ) v plazmě. Naopak akutní podávání hepatotoxinu  $\alpha$ -naftylisothiokyanátu po čtyři dny vedlo k degeneraci hepatocytů a ke zvýšení hladiny žlučových kyselin (262  $\mu\text{mol/l}$ ) v porovnání s kontrolou (73  $\mu\text{mol/l}$ ), které byl v dietě podáván podzemnicový olej. Z výše uvedených údajů autoři vyvozují, že vysoké dávky ŘEŠ způsobují cholestázu.

Za původce jaterních hemoragií považují Wight et al. (1970) další faktory přítomné v řepkovém extrahovaném šrotu, které působí samostatně nebo za spoluúčasti GLS. Pro důkaz tohoto tvrzení byly GLS izolovány extrakcí horkou vodou a zbylé množství bylo zničeno tepelným ošetřením. Takto ošetřený ŘEŠ byl zkrmován nosnicím v dávce 300 g/kg. Druhá pokusná skupina dostávala v téže dávce ŘEŠ neošetřený. Výskyt jaterních hemoragií u obou pokusných skupin byl podobný, nicméně prokazatelně vyšší než u kontrolní skupiny, které

byl v krmné směsi podáván sójový extrahovaný šrot. Úhyny z jiného důvodu než na jaterní hemoragie byly vyšší u nosnic krmných řepkovými produkty než u kontrolní skupiny, což naznačuje, že zkrmování řepkových produktů má všeobecný vliv na obranyschopnost organismu.

Méně významným problémem je strumigenní aktivita GLS u brojlerů, naopak velká může být u nosnic, vzhledem k rozdílu v délce života a přijímání diet s obsahem ŘEŠ (Papas et al., 1979). Elwinger (1986) pozoroval thyrooidní hypertrofii při nejnižším obsahu ŘEŠ v dietě (4,5 %) odpovídající asi 1,4  $\mu\text{mol}$  celkových glukosinolátů v 1 g diety. Totéž zaznamenal u slepic při stejném obsahu glukosinolátu v dietě Campbell et al. (1991).

## 2.8 Vliv na užitkovost

Užitkovost úzce souvisí s nutriční hodnotou řepky. Není jasné, v jakém poměru ovlivňují užitkovost GSL, resp. jejich rozkladné produkty nebo jiné látky obsažené v řepce a v ŘEŠ (např. vláknina). Mnoho autorů se zabývalo vlivem ŘEŠ i samotných GSL na růst a vývoj zvířat, zejména na přírůstky. Vliv na užitkovost je závislý na obsahu GSL v krmivu, na druhu a věku zvířete a na složení krmné dávky. Většina autorů zkoušela a doporučuje k využití pouze ŘEŠ s nízkým obsahem GSL (Mawson, 1995).

### *Přežvýkavci*

Přežvýkavci jsou méně citliví na příjem ŘEŠ s vysokým obsahem GSL než monogastrická zvířata. Redukce příjmu krmiva a váhového přírůstku závisí na váze a věku zvířete (Mawson, 1994). Přírůstek hmotnosti rostoucích býčků nebyl ovlivněn obsahem 10 – 15  $\mu\text{mol}$  GSL/g krmiva, což odpovídalo 16 % ŘEŠ s vysokým obsahem GSL v krmivu. Růst telat nebyl ovlivněn obsahem GSL 0 - 7,7  $\mu\text{mol/g}$  krmiva (Clandinin, 1986).

Pullar et al. (1995) srovnávali ve výživě býků směsi ŘEŠ/pšenice, ŘEŠ/ječmen, ječmen/kukuřice, ječmen/bílkovinný koncentrát. Nenalezli signifikantní rozdíly u denního přírůstku ani v porážkové hmotnosti. Výtěžnost masa byla největší u kombinace ječmen/ bílkovinný koncentrát, dále pak ječmen/ŘEŠ, ječmen/kukuřice a nakonec pšenice/ŘEŠ.

Ovce krmené ŘEŠ snížily během 21 dní přírůstek hmotnosti a metabolizovatelnou energii oproti rybí moučce přidávané do kukuřičné siláže, oboje snížilo příjem krmiva (Kossabati a Bryant, 1994 a b).

### *Prasata*

Vzhledem k vyšší citlivosti je nejdůležitější podmínkou co nejnižší obsah škodlivých látek, aby prasata dosahovala optimálních výsledků užitkovosti při minimálních nákladech. Není vhodné zkrmovat sajícím selatům extrahovaný šrot z řepky jednonulových nebo dvounulových odrůd. ŘEŠ vyrobený z odslupkovaných semen má výrazně méně vlákniny a je proto vhodný pro mladší kategorie prasat, protože se touto metodou zvýší obsah energie i stravitelnost dusíkatých látek. Při zařazování ŘEŠ do krmných směsí je nutné dodržovat zásadu, že ŘEŠ nesmí být jediným zdrojem doplňovaných dusíkatých látek (Zeman, 1990).

Pokud jsou prasata krmena směsí s ŘEŠ není vhodné takovou krmnou dávku zvlhčovat. Po navlhčení začne krmná dávka během velmi krátké doby zapáchat (po křenu, hořčici nebo

česneku) a prasata odmítají takovou směs přijímat. Pokud je voda teplá nebo vlažná, je zápach vždy intenzivnější (Zeman et al., 1990).

Clandinin (1981) doporučuje dávky ŘEŠ s nízkým obsahem GSL pro různé věkové kategorie, aniž by byl ovlivněn váhový přírůstek: pro mladá selata max. 8 %, pro rostoucí prasata ve výkrmu max. 12 % a pro prasata před porážkou 100 % denního příjmu bílkovin nahradit ŘEŠ.

Odstávkata (pod 20 kg) reagují na příjem ŘEŠ větším snížením hmotnostního přírůstku než prasata starší, a to i v případě zkrmování ŘEŠ s nízkým obsahem GSL (McIntosh, 1982).

Bell a Keith (1991) dosáhl snížení denního příjmu krmiva při zkrmování ŘEŠ s nízkým i velmi nízkým obsahem GSL.

Schöne (1990) pozoroval snížení přírůstku hmotnosti o 5 % při zkrmování ŘEŠ s obsahem 48  $\mu\text{mol}$  GSL/kg krmiva a o 9 % při zkrmování ŘEŠ s obsahem 136  $\mu\text{mol}$  GSL/kg. Siljanderrasi (1996) zkrmoval ŘEŠ hydrotermicky upravený a obohacený syntetickým lysinem, 0, 33, 66 a 100 % SEŠ v KD bylo nahrazováno tímto ŘEŠ. Ani 100% nahrazení SEŠ za ŘEŠ neovlivnilo denní přírůstek hmotnosti, konverzi živin a výtěžnost masa.

Naopak po zkrmování řepky (Kracht et al., 1996) a řepkových pokrutin (Schöne et al., 1997) došlo ke snížení hmotnostního přírůstku.

Srovnání příjmu krmiva (kg/den), přírůstku(kg/den) a konverze(kg krmiva/kg hm.) podle Gilla (1995):

SEŠ	2,37	0,87	2,72
ŘEŠ	2,21	0,70	3,17
ŘEŠ+SEŠ	2,47	0,82	3,01

Z publikovaných prací vyplývá, že ve výživě prasat je z řepkových produktů vhodné pouze použití 00-ŘEŠ, a to se zřetelem na věk zvířat a ekonomiku chovu. Úprava snižující obsah GSL umožňuje ještě větší náhradu SEŠ za ŘEŠ a zlevní tím živočišnou výrobu.

### *Drůbež*

Negativní vliv GSL na příjem krmiva, růst a přírůstek hmotnosti byl publikován u brojlerů, nosnic, kachen, hus a krůt. Vliv je závislý na druhu drůbeže a kultivaru použité řepky (Mawson, 1994). Mawson (1994) shrnul výsledky z prací publikovaných do roku 1994 takto:

GSL v dietě nad 10  $\mu\text{mol/g}$  způsobí signifikantní depresi přírůstku hmotnosti, obsah 6 – 10  $\mu\text{mol/g}$  může způsobit snížení přírůstku až o 10 %, redukce přírůstku je iniciována u brojlerů při obsahu 2 – 4  $\mu\text{mol}$  GSL/g krmiva.

Zkrmováním řepkového semene „00“ nosnicím došlo již od hladiny 5 % v KD ke snížení příjmu krmiva, přírůstků, velikosti a hmotnosti vajec (Rothmaier a Kirchgessner, 1995, Richter et al., 1996 a b). Po hydrotermální úpravě je tato hranice 22,5 % (Dänicke et al., 1995), pro ŘEŠ „00“ je to 10 % (Richter, 1996). Podle Jerocha et al., (1999) hydrotermálně upravená řepka v množství vyšším než 7,5 % snížila snůšku a velikost vajec, ale naopak zvýšila příjem krmiva a konverzi živin. Přesto autoři nedoporučují hladinu 7,5 % v KD nosnic překračovat. Podle Obadálka et al. (1997) ani 9% podíl řepkových pokrutin ve směsi pro

nosnice nezpůsobuje výraznější pokles snůšky nosnic. Naopak 5% zastoupení řepkových pokrutin má tendenci snůšku zvýšit (Angelovičová et al., 1994).

Zařazení ŘEŠ s obsahem 21  $\mu\text{mol}$  GSL/g v množství 6 a 12 % do krmných směsí BR1 a BR2 vysoce průkazně zvýšilo spotřebu krmiva na 1 kg přírůstku brojlerů, aplikace 1 % lecitinových kalů tento efekt zmírnila (Zobač et al., 1998). Poloviční i úplná náhrada SEŠ v krmné směsi HYD-02 a HYD-03 řepkovými pokrutinami způsobila snížení přírůstku brojlerů, poloviční náhrada však měla lepší konverzi živin než kontrola. Úplná náhrada neovlivnila spotřebu krmiva na jednotku produkce, ale zhoršila konverzi krmiva a snížila intenzitu růstu (Haščík et al., 1994). Zařazení 5 a 10 % řepkových pokrutin do směsí BR1 a BR2 signifikantně zlepšilo intenzitu růstu brojlerů, 15% hladina měla stejné výsledky jako kontrola bez řepky. V ukazatelích úhynu, spotřeby krmiva a jateční výtěžnosti nebyly shledány významné rozdíly. Použití řepky se ukazuje jako ekonomicky výhodné a do hladiny 4 mmol GSL/kg krmné směsi nepřináší u brojlerových kuřat depresi růstu a konverze krmiva (Výmola et al., 1995).

Dieta ve výkrmu housat obsahující 10 % řepkového semene „00“ měla velmi dobré účinky na živou hmotnost housat, ale konverze živin byla horší než u diety bez řepky. Spotřeba krmiva a úhyn nebyly ovlivněny (Soukupová et al., 1995).

Salmon et al. (1981) uvádějí, že intenzita kuřecího pachu se zmenšila a výskyt cizích pachů se zvýšil při krmení brojlerů startérem a finišerem obsahující 28,1 % a 12,1 % kanolového šrotu. Larmond et al. (1983) pozorovali nepatrné zvýšení cizích pachů u krůtího masa, když se přidalo k dietě 7,3 % kanolového šrotu.

## 2.9 Vliv na reprodukci

Nezvratný důkaz, který by doložil vliv GSL na reprodukci zvířat, zatím není k dispozici. Vysvětlení je možné hledat v tom, že citlivost použitých metod je malá a závažnost následků často nevýznamná (Hill, 1991). Předpokládá se, že hlavní účinek goitrogenů je pozdržená sexuální zralost (Schuld a Bowland, 1968).

### *Přežvýkavci*

Pokusy prováděné v Kanadě vedly k doporučení zařazovat v dietách maximálně 10% podíl ŘEŠ s vysokým obsahem GSL, ŘEŠ s nízkým obsahem GSL může být používán ve vyšších hladinách (22 - 24 %) bez negativních účinků (Fisher, 1978). Vincent et al. (1986) nezaznamenali vliv 25 - 30% podílu ŘEŠ s vysokým obsahem GSL na změny pohlavního cyklu nebo zabřezávání jalovic. Plody těchto jalovic byly nepatrně menší než u kontrolních jalovic ( $P < 0,05$ ). K jiným závěrům dospěli u dlouhodobých pokusů (Emanuelson et al., 1993). Zvýšený podíl řepkových produktů v dietách krav (nižší dávka ŘEŠ 24-30 mmol/kus a den, vyšší dávka ŘEŠ 40-58 mmol/kus a den) prodlouží servis periodu ( $P < 0,1$ ), sníží počet zabřeznutí po první inseminaci a zvýší počet inseminací na zabřeznutí v první laktaci krav.

Studie uskutečněné s gravidními ovcemi ve Velké Británii (Griffiths a Evans, 1985; Vincent et al., 1985) neukázaly žádné negativní vliv vysokoglukosinolatového ŘEŠ na reprodukci. Vincent et al. (1986) prokázali, že ovce mohou tolerovat vysoké hladiny glukosinolatů lépe než jalovice.

## *Prasata*

Poněkud jiná je situace u prasat, kde byly zaznamenány tendence ke snížení živé hmotnosti vrhu (Bell a Aherne, 1978; Danielsen et al., 1987), zmenšení dělohy a menšímu počtu plodů (Etienne et al., 1991), ale i odlišné citlivosti selat k strumigenům (Lee a Hill, 1985).

V Kanadě je obvykle zařazení vysokoglukosinolátového ŘEŠ limitované do 3 %, protože několik pokusů ukázalo špatné zabřezávání a sníženou početnost vrhů, když byla hladina vysokoglukosinolátového ŘEŠ v dietě 7 až 8 % (Bell a Aherne, 1978). Pokud byl příjem GLS 8,4 mmol/prase/den nebo méně, tj. < 4,0 μmol GLS/g diety nevyskytly se žádné negativní odezvy (Hill, 1979). Naproti tomu Marangos a Hill (1977) prokázali sníženou reprodukci, když selata přijímali 7,9 mmol/den allylisoithiokyanátu. Selata se mohou lišit ve své citlivosti k goitrogenům, což může komplikovat vysvětlení nálezů (Lee a Hill, 1985).

Zajímavé výsledky získali Danielsen et al. (1987), kteří dlouhodobě krmili prasnicím diety se dvěma hladinami nízkoglukosinolátových ŘEŠ (4 a 12 μmol celkových GLS/g). Nízkoglukosinolátový ŘEŠ tvořil 10 nebo 20 % diety a dodávalo, v závislosti na typu diety, 0,24 nebo 0,61 a 0,58 nebo 1,59 μmol celkových glukosinolátů/g diety. Během čtyř reprodukčních cyklů se nenašly žádné rozdíly v živé hmotnosti prasnic, mléčnosti, chemickém složení mléka, delky servis periody nebo velikosti vrhu narozených selat. Ve skupině krmené vyšším množstvím nízkoglukosinolátového ŘEŠ (20 %) s vyššími hladinami glukosinolátů (1,59 μmol/g) bylo zaznamenáno snížení živé hmotnosti vrhu. Etienne et al. (1991) nenašli žádné negativní účinky na plodnost prasnic ještě při denním příjmu glukosinolátu 17 mmol, ale počet plodů a velikost dělohy se zmenšily.

## *Drůbež*

Z většiny studií vyplývá, že diety obsahující vysokoglukosinolátový nebo nízkoglukosinolátový ŘEŠ nemají žádný významný vliv na kriteria užitkovosti (např. Summers et al., 1978). Oproti tomu Lipinska (1967) ve studii s polským ŘEŠ uvádí, že nízké zařazení ŘEŠ do diety způsobilo významné snížení hmotnosti varlat u kohoutů, sníženou líhivost, zvýšené množství mrtvých embryí a deformovaná kuřata.

Při použití nízkoglukosinolátového ŘEŠ se významně snížil poměr oplození vajec u slepic krmených dietami s 15 a 20 % ŘEŠ (Uzieblo et al., 1988). V pozdějším pokusu Uzieblo et al. (1992) s 18 % nízkoglukosinolátového ŘEŠ nenašli žádný vliv na produkci vajec nebo líhivost, ačkoli hmotnost vejce byla významně snížena v porovnání s nosnicemi krmenými kontrolní dietou založenou na sóji. Toto lze porovnat s údaji Summerse et al. (1988), kteří nosnice krmili ad libitum dietou s 10 až 33 % ŘEŠ. Hmotnost vajec byla nižší, zatímco množství vajec bylo téměř stejné. Procento žloutku, bílku a skořápky zůstalo nezměněné. Na základě pokusu s různou záměnou ŘEŠ za SEŠ doporučili Rothmaier a Kirchgessner (1988) omezené zařazení nízkoglukosinolátového ŘEŠ do 15 %.

## 2.10 Vliv na kvalitu masa, mléka a vajec

### 2.10.1 Maso a tuková tkáň

Do roku 1995 nebyly žádné údaje o obsahu GSL v maso publikovány, pouze u drůbeže krmené ŘEŠ s nízkým obsahem GSL bylo nalezeno v játrech a ledvinách malé množství GSL (Mawson et al., 1995).

GSL v ŘEŠ mají velmi malý, resp. žádný vliv na organoleptické vlastnosti (barva, vůně, chuť) masa hovězího, vepřového a drůbežího (Dransfield et al., 1985; Kreuzer et al., 1995; Gill et al., 1995; Siljanderrasi et al., 1996; Kirchheim et al., 1998). Podle Kreuzera (1995) ŘEŠ u býků a podle Siljanderrase et al. (1996) u prasat nebyla ovlivněna ani výtěžnost masa. Podle Gilla et al. (1995) se zkrmováním ŘEŠ zvýšila tloušťka hřbetního tuku u prasat. Naopak podle Warnantse et al. (1995) přidavkem řepky do krmiva prasat byl hřbetní tuk slabší, řídký a narůžovělý, prasničky měly libovější maso.

V závislosti na množství tuku s vysokým obsahem nenasycených MK v krmivu (ŘEŠ, ŘP, řepkové semeno, olej) se zvyšuje podíl těchto MK v tkáni tukové a v tuku svalovém (Kreuzer et al., 1995; Flachowski et al., 1994; 1997; Kirchheim et al., 1998; Kessler a Pallauf, 1995; Petit et al., 1997; Brand et al., 1999; Warnants et al., 1995.). Tuková tkáň se tím stává řídký a může mít zhoršenou oxidační stabilitu. Pro zlepšení oxidační stability tukové i svalové tkáně někteří autoři přidávali do krmiva vitamín E nebo jeho deriváty, čímž se zvýšil i jeho obsah ve tkáních (Flachowski et al., 1994; 1997; Jensen et al., 1998; Onibi et al., 1998), a to v tomto pořadí: nejvíce játra, podkožní tuk, sérum a nejméně sval (Flachowski et al., 1997). Podle Onibiho et al. (1998) se přidavkem  $\alpha$ -tokoferolacetátu snížila ztráta masa odkapáváním a zvýšil bod tání tuku a oxidační stabilita tuku i masa, bez přidavku  $\alpha$ -tokoferolacetátu se obě hodnoty naopak snížily. Podle Jensena et al. (1998) lze do krmiva prasat přidat až 6 % kanolového oleje s přidavkem vitamínu E, aniž by byla oxidační stabilita masa a tuku ovlivněna.

Thomke et al. (1998) zkrmovali ŘEŠ „00“ prasatům v množství 0, 100 a 200 g/kg diety a sledovali obsah goitrinu ve tkáni m. longissimus dorsi. Jeho obsah se zvyšoval v závislosti na množství ŘEŠ v krmivu, ale nepřekročil hranice hygienických norem.

Dostupné informace nepředpokládají, že by zkrmováním ŘEŠ u prasat vznikl problém s pachem masa. Salo (1982) zahrnul do diety řepkové semeno do 17 % (odpovídající 6,3  $\mu\text{mol/g}$  diety). Nepozoroval žádné účinky GLS na barvu masa nebo na tuhost tuku ani žádnou zvláštní chuť nebo rybí pach. Britské studie (Dransfield et al., 1985; Rowan, 1983) zkoumaly interakce mezi dietními hladinami nízkoglukosinolátového ŘEŠ, pohlavím a konečným svalovým pH s ohledem na kvalitu vepřového. Žádné významné účinky nízkoglukosinolátového šrotu na pach vepřového nepozorovali v porovnání s kontrolou, která přijímala sóju.

### 2.10.2 Mléko

Je všeobecně známo, že krmením krav vhodných pro produkci mléka křížatými rostlinami může vést ke zhoršení chuti mléka a proto se už dlouho předpokládá, že glukosinoláty nebo jejich rozkladné produkty mohou proniknout do mléka, masa, vajec, což poškozují jejich chuťové vlastnosti.

Již dříve Virtanen et al. (1958, 1963) prokázali přenos OZT do mléka. Hovoří o přechodu 0,05 - 0,1 % OZT přijatého v krmivu. Bachmann et al. (1985) přidáváním různých množství řepkových pokrutin dojnícím do krmiva (0,39; 1,9 a 3,9 %) obsahujícího 6 g goitrinu/kg naměřil goitrinové hladiny 37, 163 a 707 µg/l mléka. Tyto hodnoty odpovídají přenosu zhruba 0,1 % původního goitrinového obsahu v krmivu. 12 hodin po posledním krmení řepkou bylo množství goitrinu v mléce pod detekčním limitem 7 ppb.

Ve všech pokusech způsobilo zařazení ŘEŠ do krmiva zvýšení koncentrace SCN v mléce. Barrefors et al. (1987) dodával dojnícím denně 1,5 nebo 3 kg řepkových pokrutin, koncentrace SCN v mléce vzrostla ze 4,9 a 4,3 mg/l na počátku laktace, na 9,35 a 7,7 mg/l za 300 dnů laktace. V podobném pokusu Emanuelsona (1989) došlo ke zvýšení SCN z 0,04 mmol/l na počátku laktace na 0,08 – 0,09 mmol/l za 90 dnů. Toto mléko se zkrmovalo krysám a nemělo žádný vliv na jejich růst ani na hmotnost vnitřních orgánů. Podle Subuha et al. (1995) došlo po zkrmování ŘEŠ s obsahem 29 a 60,7 mmol GSL/kg ke zvýšení koncentrace SCN a CHB, ITC ani OZT nebyl v mléku nalezen.

Práce zabývající se vlivem GSL na vlastnosti mléka prokázaly, že GSL neovlivňují jeho organoleptické vlastnosti. Vyskytla-li se negativní změna těchto vlastností, nebylo jasné, zda to bylo způsobeno přechodem pachů z okolí nebo přenosem endogenních pachů vzniklých činností bachorové mikroflóry (Mawson et al., 1995). Naopak zkrmování řepkového oleje zabraňuje vzniku, tzv. prázdné chuti mléka, kterou ovlivňuje bachorová mikroflóra (Astrup, 1966).

Zkrmováním řepky a na tuk bohatých produktů se podobně jako u tukové tkáně mění složení mléčného tuku. Snižuje se obsah MK s krátkým řetězcem C4 – C16 a nasycených ve prospěch MK s dlouhým řetězcem (C18 – C20) a nenasyčených (Lacount et al., 1994; Jahreis et al., 1994; 1996; Murphy et al., 1995; Enjalbert et al., 1997; Schöne et al., 1998; Focant et al., 1998). Tím se zlepší roztíratelnost a nutriční kvalita másla, ale zhorší se jeho oxidační stabilita. Proto je nutno fortifikovat krmivo vitamínem E (Focant et al., 1998).

Příjem řepkových semen s doplněným vitamínem E zvýšil obsah proteinu a tuku v mléce a poměr části C18 mastných kyselin. Koncentrace vitamínu E v mléce stoupla přibližně o 45 % a byla dostatečná k tomu, aby zabránila oxidaci mléčného tuku, který obsahoval více nenasyčených mastných kyselin. Toto mléko by se mohlo použít k výrobě másla s vysokým obsahem kyseliny olejové, dobrou roztíratelností a odolností vůči oxidaci (Focant et al., 1998).

Množství a složení mléka je podle většiny autorů obsahem řepky a jejích produktů v KD ovlivněno pozitivně, ale některé výsledky jsou opačné. Podle Lacounta et al. (1994) se aplikací kanolových MK zvýšilo množství produkovaného mléka, obsah tuku i bílkovin. Přídavkem ŘEŠ k pastvě a senu vzrostla produkce mléka i obsah proteinů a sušiny (Gonda et al., 1995). Podle Zecha et al. (1995) ŘEŠ v krmné dávce krav produkci mléka nezvýšil, ale obsah proteinů ano. Podle Subuha et al. (1995) byla produkce mléka signifikantně vyšší, než při krmení SEŠ. Zkrmováním řepkového semene kravám došlo ke snížení množství mléka a obsahu proteinů (Murphy et al., 1996), k podobnému závěru došel Schöne et al. (1998) u prasnic při obsahu 4,2 mmol GSL/kg krmiva. Z těchto prací vyplývá, že produkce a složení mléka i kolostra je závislé na druhu řepkového produktu (hlavně na obsahu tuku), množství celkových GSL v krmivu a na druhu zvířete. Vysoké procento tuků v dietě zhoršuje využitelnost živin a tím i produkci mléka, obsah GSL produkci mléka ovlivňuje nepřímo působením na zdravotní stav a z tohoto pohledu jsou více ovlivněná monogastriční zvířata.

Příznivé působení řepkových GLS na kvalitu mléka zkoumal Astrup (1983). Krmením řepkových semen nebo ŘEŠ se snížil výskyt oxidovaných pachů mléka v porovnání dietami obsahující lněný šrot nebo SEŠ. Dokázal také zvýšit obsah polyenových kyselin v mléce podáváním diet bez thyroxinu. Strumigenní vlastnosti ŘEŠ mohou potlačit thyroxin, což je dostatečné ke zlepšení mléčných pachů, protože thyroxin patrně zvyšuje obsah oxidovaných pachů mléka.

Když se kravam dodává doplněk 550 g lipidů z vylisovaných řepkových a lněných semen a doplněk 9616 IU vitamínu E, zvýší se obsah proteinu a tuku v mléce, zvýší se obsah částí C 18 mastných kyselin, koncentrace vitamínu E v mléce o přibližně 45 %, která byla dostatečná k zabránění snížení mléčného tuku a oxidaci. Toto mléko by se mohlo použít k výrobě másla s vysokým obsahem kyseliny olejové, dobrou roztíratelností a odolností vůči oxidaci (Focant et al., 1998).

### 2.10.3 Vejce

Při zkrmování ŘEŠ drůbeži je nutné postupovat velmi opatrně. Zejména u nosnic produkujících vejce s hnědou barvou skořápky může trimethylamin (TMA), vznikající v nadbytečném množství, způsobovat rybí pach vaječného žloutku.

TMA vzniká působením enterobakterií na cholin (March a MacMillan, 1979; March a MacMillan, 1980), ten je přítomný v křížatých olejových semenech jako lecitin a jako ester 3,5-dimethoxy-4-hydroxyskořicové kyseliny (sinapin). ŘEŠ obsahuje 6-18 g sinapinu/kg (Curtis et al., 1978; Mueller et al., 1978). TMA vzniká především ve slepém střevě (Emmanuel et al., 1984). I když množství TMA ve vejcích je malé, je detekovatelné už při hladině 0,8 µg/g vaječného žloutku (Griffiths et al., 1979).

U ptáků s genetickou náchylností (tmavá vejce) se může zaznamenat rybí pach vajec při 0,3 µmol/g progoitriu, tj. přibližně při 0,5 µmol/g celkových glukosinolatů v 1 g směsi. U ptáků snášejících bílé vejce je práh třikrát vyšší (1 M progoitriu v 1 g diety), rybí pach se registruje nad 10 % nízkoglukosinolatového ŘEŠ. Proto se doporučuje 3% podíl kanolového šrotu v dietě pro nosnice snášející hnědá vejce a 10% pro nosnice snášející bílá vejce (McKinnon a Christensen, 1992).

Goittrin přidaný do krmiva neobsahujícího řepku blokuje rozklad TMA v organismu a podílí se tím na vzniku rybího pachu (Pearson et al., 1980; 1981). Řada studií dokládá, že souvislost rybího pachu s obsahem goitriu v krmivu je větší než s celkovým obsahem GSL. U nosnic geneticky citlivějších vůči působení GSL, snášejících vejce s hnědou skořápkou, rybí pach způsobí obsah progoitriu 0,3 µmol/g krmiva, u nosnic snášejících bílá vejce 1 µmol progoitriu/g krmiva (Mawson et al., 1995). Proto např. McKinnon a Christensen (1992) doporučuje krmení kanolovým šrotem u nosnic snášejících hnědá vejce do 3 % a u nosnic snášejících bílá vejce do 10 % v dietě. Krmení ŘEŠ s vysokým obsahem GSL se vůbec nedoporučuje (Mawson et al., 1995). Jeroch et al. (1998) detekovali ve vejcích slepic, které nebyly krmeny řepkou, 0,43 µg TMA/g žloutku. Zkrmováním neupravené řepky (7,5 % KD) se TMA zvýšil, po hydrotermální úpravě řepky jeho hladina klesla na 0,64 µg TMA/g žloutku. Proto autoři doporučují maximální množství hydrotermálně upravené řepky 7,5 % v KD nosnic.



V současné době přestává být otázka TMA aktuální, protože obsah GSL v krmivu je značně omezen šlechtěním a úpravou a z důvodu vyšší citlivosti drůbeže je použití řepky a jejích produktů limitováno.

Řepka jako součást krmiva drůbeže ovlivňuje kvalitu vajec. V pokusu Dänickeho et al. (1995) se se zvyšujícím procentem řepkového semene snižovalo procento nasycených MK ve žloutku. Senzorické vlastnosti vajec nebyly ovlivněny ani 25 % řepky „00“, zvýšil se podíl esenciálních MK (Rothmaier a Kirchgessner, 1995). Řepkové výlisky do 9 % KD nezpůsobily změnu snášky ani kvality vajec, pouze hladina 9 % měla mírný depigmentační efekt na zbarvení žloutku (Obadálek et al., 1997). Zastoupením 10 % řepkových pokrutin, 3,5 mmol GSL/kg beztukové sušiny krmiva, nebyla ovlivněna technologická hodnota skořápky, vyjádřená její hmotností na kus a podílem hmotnosti vejce (Angelovičová et al., 1994).

#### 2.10.4 Vlna

Vliv řepky a jejích produktů na kvalitu a růst vlny není ještě dostatečně experimentálně doložen. Zdá se, že působení GSL na vlnu bude nepřímé, v závislosti na zdravotním stavu. Krmení ŘEŠ po dobu 21 dní nemělo na růst vlny vliv (Kossaibati a Bryant, 1994).

### 2.11 Změny na orgánech

Publikovaná literatura se zabývá účinky glukosinolátů na funkci jater. Studie jsou orientované především na hemoragie jater u drůbeže, zatímco u prasat a přežvýkavců se hemoragie jater nezdají být významným problémem.

#### *Přežvýkavci*

U krav, které přijímaly řepkové semeno, došlo ke zvýšení hmotnosti jater o 11 - 38 % oproti kontrolním zvířatům (Papas et al., 1979, Witowski et al., 1981). Tato změna však nesouvisela s příjmem glukosinolátů. Papas et al. (1979) nepozorovali žádné histologické abnormality a Witkowski et al. (1981) účinek částečně vyrovnali dietním doplňkem L-thyroxinu. Odlišné výsledky byly publikovány u jehňat. Blafeld (1976) pozoroval zdvojnásobení hmotnosti jater, zatímco Barry et al. (1981) objevili významné snížení hmotnosti orgánu.

#### *Prasata*

Příliš velké dávky ŘEŠ mohou ovlivnit štítnou žlázu prasat ve výkrmu (zvýší se její hmotnost, sníží se produkce hormonu thyroxinu), játra (zvýší se hmotnost jater, což je pravděpodobně způsobeno obsahem taninů v ŘEŠ) a srdce (vyšší četnost intravaskulárních tukových kuliček v srdci, výskyt intersticiálního edému srdce a zvýšení jeho hmotnosti) (Zeman et al., 1990).

Zvýšení hmotnosti jater bylo prokázáno u časně odstavených selat, rostoucích prasat, prasat ve výkrmu a prasnic po příjmu diety s vysokoglukosinolátovým ŘEŠ. Hmotnost byla o 6 až 25 % vyšší než u kontroly a játra byla těžší pokud se krmila ŘEŠ s vysokým obsahem GLS (Bourdon et al., 1981; Fritz et al., 1983; Thomke et al., 1983), nebo lisovanými pokrutinami (15 % v dávce), obsahující relativně vysoká množství GLS a goitrinu (Spiegel et al., 1993). Krmením nízkoglukosinolátových ŘEŠ (francouzská „00“, Tower, Erglu) způsobilo malé, ale úměrné, zvýšení hmotnosti jater (Bourdon et al., 1981). Potvrdilo se, že dietní hladiny do 20  $\mu\text{mol}$  a nad 40  $\mu\text{mol}$  glukosinolátů/g diety bude způsobovat malé (10 %) a velké (> 20 %) zvýšení hmotnosti štítné žlázy než u kontrol.

## *Drůbež*

Zvětšení jater souvisí s obsahem GLS v dietě a snižuje se při podávání nízkoglukosinolátového ŘEŠ (Elwinger, 1986). Celkové hladiny glukosinolátu pod 1,5  $\mu\text{mol/g}$  diety mají minimální vliv.

Obsah produktů z řepkových semen v dietách nosnic je spojován s postupným poškozením jater, tzn. krváceními a zvýšenou úmrtností (Fenwick a Curtis, 1980).

Jaterní nekróza vede ke zkřivení retikula, cévním defektům a následným krvácení (Papas et al., 1979). Martland et al. (1984) pozorovali, že retikulóza byla významně horší u slepic krmených řepkovým semenem a zdá se, že toto mohlo souviset s obsahem glukosinolátu v dietě. Ibrahim et al. (1980) prokázali histologicky několik abnormalit hepatocytů u nosnic přijímajících diety s ŘEŠ, a to zvětšení mezibuněčných prostorů, otok mitochondrií, zkřivení profilu endoplazmatického retikula a narušení jaterních sinusoid.

U slepic krmených dietou s ŘEŠ (400 g/kg), obsahující aminopropionitril (0,5 g/kg) – známý latyrogen, byl výskyt hemoragií jater (13 %) a plazmových žlučových kyselin (85  $\mu\text{mol/l}$ ) nižší než u kontroly krmené SEŠ (Bromidge et al., 1985). Také Yamashiro et al. (1977) zjistili ze sdružení jaterní nekrózy s hemoragií jater a absencí argyrofilických vláken, že jaterní nekróza je hlavní synergický faktor rozvoje jaterního krvácení.

Výskyt zvětšení jater bez současného poškození podporují mikrozomální enzymy (Crampton et al., 1977). Zvětšení jater může být doprovázeno změnami v hmotnosti jednotlivých částí zažívacího traktu, hlavně žaludku a střev, způsobené přítomností ŘEŠ v dietě (Kinal et al., 1981).

S krmáním ŘEŠ souvisí i různé abnormality běháků (perosa). Hlavním předpokladem je perotický syndrom, který v jeho časných fázích se projeví zvětšením hlezenního kloubu, zkrácení nártu a v pozdějších fázích obnažením Achilovy šlachy z kondylů (Timms, 1983). Těžší ptáci jsou k problému náchylnější, což by mohl vysvětlit vyšší výskyt u kohoutů (Seth a Clandinin, 1973). U kuřat, krmených dietami obsahující ŘEŠ nebo kanolový šrot, se v srdeční tkáni objevila degenerace svalových vláken, i když relativní hmotnost srdce byla stejná jako u kontroly s SEŠ (Barrett et al., 1998).

## **2.12 Změny biochemické**

Krmiva bohatá na glukosinoláty snižují koncentraci celkového cytochromu P450 (o 34 %) (Nugon-Baudon et al., 1998) a indukci uridin difosfát-glukuronosyltransferázy v játrech (Roland et al., 1996).

## *Přežvýkavci*

Dieta s řepkovým šrotem ovlivnila složení mastných kyselin a cholesterolu. Jehňata krmená řepkovým šrotem mají ve srovnání s dietou s SEŠ v tkáni bez tuku vyšší obsah kyseliny palmitové a palmitoolejové a nižší obsah kyseliny stearové, zatímco v tukové tkáni je nižší množství kyselin myristoolejové, pentadekylolajové a palmitoolejové a vyšší kyseliny stearové. Obsah cholesterolu je nižší u jehňat krmených dietou s řepkovým šrotem než u jehňat krmených dietou se SEŠ (Solomon et al., 1991).

Přidáváním řepkového oleje a na olej bohatých pokrutin k dietám dojníc se zlepšil složení mastných kyselin mléčného tuku. Zvýší se jodové číslo, procento kyseliny stearové, olejové, ale i oktadecenové a sníží se obsah hypercholesterolových kyselin laurové, myristové, palmitové o 18 %. Z tohoto mléka vyrobené máslo má nutričně lepší vlastnosti, charakterizované zvýšením cholesterol snižujícími mastnými kyselinami a snížením cholesterol zvyšujícími mastnými kyselinami (Jahreis et al., 1996). Flachowsky et al. (1994) doplněním diety řepkovým semenem snížili C16 mastné kyseliny a zvýšili C18 mastné kyseliny v zásobním a svalovém tuku. Tento doplněk rovněž významně zvýšil koncentraci vitamínu E ve všech tělesných vzorcích.

### *Prasata*

Jin et al. (1994) zjistili, že u prasat, přijímajících krmnou dávku obsahující 8 - 16 % ŘEŠ, se významně zvýšily  $T_4$  a poměr  $T_4/T_3$  a projevil se hyperthyroidismus. Diety, podávané prasnicím během pozdní březosti a laktace bez doplňku jodu, ale obsahující glukosinoláty (ŘEŠ), významně snížily koncentrace sérového thyroxinu u selat, zatímco v séru prasnic se nezměnil. Thiokyanát se významně zvýšil v séru matek. Koncentrace jodu v mléce se snížila kvůli glukosinolátům. Schöne et al. (1997) ze získaných údajů usoudili, že důvodem je zhoršení jodového a thyroidního hormonálního postavení selat od prasnic, kterým bylo podáváno krmivo z řepkových semen. Schöne et al. (1997) prokázali snížení produkce thyroxinu, když byla prasata krmena dietou s methimazole (MMI) nebo s thiokyanátem (SCN), antithyroidními sloučeninami. MMI (250 mg.kg<sup>-1</sup>) produkci thyroxinu potlačila bez ohledu na dávku doplňkového jodu a vyvolala strumu, myxoedem a kretenismus. SCN (1000 mg/kg) vyvolal klinický hypothyroidismus, když nebyl podáván doplňkový jod.

### *Drůbež*

U slepic krmných dietou s vysokým podílem ŘEŠ se projevila zvýšená aktivita plazmové izocitrát dehydrogenázy a malát dehydrogenázy, které signalizují poškození jater (Ibrahim et al., 1980).

Uvolnění enzymů do oběhu je dobrým signálem pro jaterní degeneraci a jaterní poškození. Zvýšení aktivit aspartát a alanintransaminázy a izocitrát a malátdehydrogenázy bylo detekováno v plazmě (Butler, 1980, Pearson et al., 1983), ale hodnota dalších enzymů jako signálu byla popřena (Fenwick a Curtis, 1980). U ptáků krmných řepkovými semeny zaznamenali Bromidge et al. (1980) zvýšení žlučových kyselin a Pearson et al. (1979) zvýšení plazmové hladiny alfa-glutamyl transpeptidázy a alkalické fosfatázy, což naznačuje poškození žlučového systému.

## **2.13 Vliv na obsah jodu v mléce**

Jak dokládá řada literárních údajů, koncentrace jodu v mléce se při zkrmování ŘEŠ významně snižuje. V pracích Papase et al. (1978; 1979) základní dieta obsahovala 0,25 mg jodu/kg bez dalšího doplňku, zatímco u Laarvelde et al. (1981) při stejném základu, ale po přidání suplementu 0,75 mg/kg byly hodnoty koncentrace jodu v mléce řádově vyšší. V dalším pokusu při podávání ŘEŠ a doplňku jodu se hladina jodu v mléce sice zvýšila, relativně vysoký doplněk však koncentraci jodu ve srovnání s kontrolní dietou nezvýšil (Laarveld et al., 1981). Nicméně hladina od 93 do 400 µg jodu/l byla normální. V situaci, kdy obsah jodu v mléce široce kolísá, je obtížné stanovit jakou koncentraci považovat za normální, nízkou nebo vysokou. Wilson (1975) např. považuje za nízkou hladinu 20, středně nízkou 20-30,

normální 30-150 a vysokou 150 µg/l. V podmínkách jihočeského regionu zjistili Kurša et al. (1999) v letech 1982 až 1998 v 18,6 % chovů dojnic hladiny jodu v mléce nižší než 20 µg/l, v 51,1 % v rozmezí 20-50 µg/l a v 30,3 % vyšší než 50 µg/l.

### Hladiny jodu v mléce dojnic při podávání ŘEŠ

Koncentrát GSL (mmol/den)	Příjem GSL (mmol/den)	Jod v mléce (µg/l)	Literatura
SŠ 0,00	-	43	Iwarsson et al. (1973)
ŘŠ 0,08	67,6	21	
SŠ 0,00	-	127	Papas et al. (1978)
ŘŠ 0,26	33,0	60	
SŠ 0,00	-	158	
ŘŠ 0,25	23,4	45	
SŠ 0,00	-	136	Papas et al. (1979)
ŘŠ 0,25	43,9	30	
ŘŠ 0,25	73,1	33	
SŠ 0,00	-	326	Laarveld et al. (1981)
ŘŠ 0,12	14,2	238	
ŘŠ 0,26	30,6	226	
ŘŠ 0,38	47,0	195	
SŠ 0,00	-	296	Laarveld et al. (1981)
ŘŠ 0,12	117,7	242	
ŘŠ 0,26	224,8	230	
ŘŠ 0,38	314,2	213	

SŠ - sójový šrot; ŘŠ – řepkový šrot

V pokusech na dojnicích prokázali Suchý et al. (1998) snížení obsahu jodu v mléce při zkrmování 25% podílu řepkových pokrutin (5,095 g GSL/kus/den) v produkční směsi pro dojnice. Průměrná hladina jodu v mléce činila u kontrolní skupiny 558 a u pokusné 371 µg/kg, průměrné denní vylučování jodu mlékem bylo u kontrolní skupiny 9007 a u pokusné skupiny 5853 µg/kus/den.

### Vztah k jodu a k dalším prvkům

Prasata postrádající jod stráví méně krmiva s ŘEŠ (0,5-19 mmol glukosinolátů/kg). Růst je silně zpomalený, vyskytuje se hypothyroidismus. Silně zvětšená štítná žláza obsahuje pouze málo jodu. Status Zn se poškodí, koncentrace vitamínu A v séru se zvětší a Cu se hromadí v játrech. Podáním jodu jsou pak glukosinoláty bez účinku nebo účinky byly oslabené (Schöne, 1993). Při vysokém příjmu jodu, když je nedostatek Se, se může poškodit tkáň štítné žlázy jako výsledek nízké aktivity thyroïdní glutathion peroxidázy GSH-Px (Hotz et al., 1997).

Doplňek I- a Fe<sup>2+</sup> k dietě s ŘEŠ (15 mmol/kg sušiny) má negativní účinky na příjem potravy, hmotnostní přírůstek a hmotnost ledvin, ale také příznivé účinky na hmotnosti jater a štítné žlázy a na hladiny plazmových hormonů štítné žlázy. Nízká hladina doplňku I- a Cu<sup>2+</sup> potlačuje depresivní účinky ŘEŠ na příjem krmiva a hmotnostní přírůstek a snižuje škodlivé

účinky na hmotnost ledvin, jater a štítné žlázy a na hladiny plazmatických hormonů štítné žlázy, zatímco vyšší hladina I- a Fe<sup>2+</sup> je téměř potlačila (Vermorel a Evrard, 1987).

Přidáním zinku k dietě s ŘEŠ se zvrátí zhoršení růstu. Interakce Ca-Zn je možná díky formaci fytátových komplexů. Přísada Ca ovlivňuje Ca, P, Mg, Zn a Fe bilanci, ale ne Cu bilanci. Přídavek vnějších minerálů k dietě bohaté na fytáty může významně zhoršit růst a využití minerálu (Larsen a Sandström, 1992). Sandberg et al. (1993) zjistili, že vysoké hladiny Ca v dietě snižují degradaci fytátu v tlustém střevě, ale ne v žaludku a tenkém střevě, u prasat krměných dietou z řepkových semen.

Stravitelnost fosforu v řepkových semenech a ŘEŠ byla u prasat 42 a 24 %. Doplněk mikrobiální fytázy (750 U/kg diety) zlepšil významně koeficient stravitelnosti na 66 a 73 % (Rodehutsord et al., 1997).

### **3. Souhrn literárních poznatků o zkrmování řepky a řepkových produktů**

Plnotučná řepka a řepkové produkty z dvounulových odrůd řepky olejné jsou cenným krmivem pro všechny druhy hospodářských zvířat. Genotyp, agrotechnika, hnojení a následná ošetření, kterému jsou tato krmiva vystavena mohou ovlivnit výslednou živinovou hodnotu. Nenašlo se však mnoho důkazů, že by žluté, trojnulové odrůdy řepky vykazovaly vyšší stravitelnost u některých druhů hospodářských zvířat než tradiční hnědé dvounulové odrůdy. Podobně rozdíly v chemickém složení a v živinových hodnotách u malých a velkých semen se zdají být v praxi bezvýznamné. Nedostatek informací máme o současných odrůdách řepky, které by mohly ukázat lepší kvalitativní parametry než starší odrůdy. Co se týče problému s obsahem glukosinolátů, můžeme se domnívat, že problémy, které pramenily v minulosti z jejich vysoké koncentrace nebudou v současnosti tak aktuální. Omezení při použití řepkových produktů ve výživě hospodářských zvířat jsou často výsledkem starších pokusů, kdy obsah antinutričních látek byl daleko vyšší než je v současnosti. Nicméně je třeba počítat i s možností změny genetických vlastností nových odrůd.

Antinutriční faktory, které jsou důležité při zkrmování řepkových produktů jsou hlavně glukosinoláty a v případě užitkových nosnic také sinapiny. Obsah obou faktorů se liší u jednotlivých odrůd a od použití agrotechniky. Redukce hnojení dusíkem a sírou má za následek snížení celkového obsahu glukosinolátů a snížení poměru goitrinu (nejdůležitějšího strumigenního faktoru z glukosinolátů) z celkového množství glukosinolátů. Sinapiny jsou původcem problému „rybího zápachu“ ve vejcích hnědovaječných hybridů. V některých zemích je producentům vajec právě proto zakázáno zkrmovat řepkové produkty užitkovým nosnicím.

Dvounulové varianty řepkového extrahovaného šrotu mohou být v obecné rovině používány stejně jako sójový extrahovaný šrot v krmných dávkách pro přežvýkavce. ŘEŠ byl zařazen do krmné dávky pro dojnice v množství 360 g/kg produkční směsi bez způsobení jakýchkoli problémů, i když doposud platná doporučení omezují obsah na 150 g/kg produkční směsi. Několik výzkumů bylo provedeno za účelem zjištění, zda zařazení řepkových produktů nezpůsobuje horší zabřezávání či udržení březosti u jalovic.

Příjem krmiva může být snížen pokud se řepkové produkty zkrmují ve vysokých dávkách u prasat a drůbeže, ale je možné zvýšení dávky dvounulové variety řepkového extrahovaného šrotu nad hranici 150 g/kg krmné směsi pro rostoucí prasata a 200 g/kg krmné směsi pro

výkrm brojlerů. U prasnic se můžeme setkat s omezeným použitím řepkových produktů do výše 120 g/kg krmné směsi.

Poznatky z literatury naznačují, že odrůdy a procesy při získávání oleje mají pouze malý vliv na zvýšení živinové hodnoty řepky a proto změna těchto ukazatelů nemá velký vliv na potenciální zvýšení dávek řepkových produktů do krmných dávek pro hospodářská zvířata. Naopak následná ošetření jak řepky tak i řepkových produktů mohou toto dávkování zvýšit. Plnotučná řepka krmená prasatům potřebuje oba způsoby ošetření (teplo a šrotování) pro dosažení maximální stravitelnosti. Plnotučné řepkové semeno musí být v krmivu pro brojlery šrotováno na velikost částic  $\leq 0,56$  mm pokud má být optimálně využito. Přínos následného tepelného ošetření nebyl významný. Výhoda zkrmování plnotučné řepky přežvýkavcům spočívá v ochraně celého řepkového semene před ruminální degradací. Podobně dochází i k ochraně řepkového tuku před bachorovou biohydrogenací. Tepelným ošetřením můžeme dosáhnout ještě vyššího stupně chráněnosti. Nicméně při vysokých teplotách zpracování může dojít ke snížení stravitelnosti v dalších úsecích trávicího traktu. Teplota může snížit nebo zvýšit ruminální degradovatelnost dusíkatých látek v závislosti na vytvoření globulárních útvarů tuku v krmivu. Příjem vyššího množství vitamínu E při zkrmování řepkových produktů může zamezit nadměrné oxidaci mléčného tuku.

Nejúčinnějším způsobem následného ošetření řepkových produktů za účelem zvýšení jejich živinové hodnoty, je extrakce glukosinolátů horkou vodou, ačkoli to nemusí mít nezbytně za následek prokazatelné zlepšení užitkovosti. Tepelná úprava řepkového extrahovaného šrotu při teplotách přesahujících 125 °C může způsobit zlepšení užitkovosti u prasat a drůbeže a zároveň snížit degradovatelnost dusíkatých látek v bachoru u přežvýkavců bez ovlivnění stravitelnosti v tenkém střevě. Byla však publikována řada zpráv, ve kterých tepelné ošetření řepkových produktů u přežvýkavců nemělo za následek zlepšení užitkovosti.

Použití řepkových produktů v krmných směsích pro užitkové nosnice může být zvýšeno pečlivým výběrem odrůd, které mají nízký obsah sinapinů. Plnotučná řepka zkrmovaná prasatům a drůbeži musí být optimálně šrotovaná, aby bylo zajištěno její maximální využití, navíc může být ošetřena extrakcí glukosinolátů teplou vodou pro snížení rizika nižšího příjmu v systému adlibitního krmení. Výše uvedené zásady mohou napomoci k vyššímu zařazování řepky a jejich produktů do krmiv pro hospodářská zvířata.

Z uvedeného literárního přehledu lze vyvodit, že existuje několik způsobů, jak s relativně malým rizikem úspěšně používat řepkové produkty ve výživě zvířat. První způsob – preventivní – znamená pečlivou kontrolu osiva a setí pouze těch odrůd, které jsou nejvhodnější pro zkrmování. Je třeba ovšem počítat s pěstováním vysokoerukových odrůd řepky pro průmyslové využití a jejich problém tento způsob neřeší.

Laboratorní kontrola řepkových produktů před zapracováním do krmných dávek je efektivní metoda. Na základě konkrétních analýz se můžeme rozhodnout kterým kategoriím resp. druhům zvířat budeme řepkové produkty zkrmovat. Nevýhodou je jednak finanční náročnost a také zdlouhavost, což omezuje tuto metodu pouze pro použití ve speciálních případech. Poslední metodou je metoda preventivního ošetření řepkových produktů za účelem eliminace antinutričních faktorů a zlepšení jejich výživné hodnoty pro hospodářská zvířata.

## II. Souhrn výsledků získaných při laboratorních analýzách

### 4. Charakteristika analyzovaných odrůd řepky olejky

V práci jsou uvedeny výsledky chemických analýz semen řepky olejky (*Brassica napus* L. convar. napus) pocházející ze „Seznamu doporučených odrůd řepky olejky“ Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Brně. Semena doporučených odrůd řepky olejky pocházejí z lokality Opava. Uvedená lokalita je charakterizována jako teplá oblast, s dlouhodobou průměrnou teplotou v rozmezí 7,5 – 9,1 °C, nadmořskou výškou 170 – 460 m a dlouhodobým průměrným úhrnem srážek 450 – 800 mm. Jedná se o oblast s velmi dobrými podmínkami pro pěstování řepky olejky. Uvedená lokalita zahrnuje převážně zemědělskou výrobní oblast řepařskou a bramborářskou.

Řepka ozimá (*Brassica napus* L. convar.napus) je velmi významnou tržní plodinou. V současnosti zaujímá po pšenici ozimé a jarním ječmeni pozici třetí nejvýznamnější plodiny na orné půdě (zdroj UKZUZ). Řepkové semeno je široce využívané a v současné době se zpracovává následujícími způsoby:

- Výroba potravin
  - rafinované jedlé oleje
  - ztužené tuky (margaríny)
- Průmysl chemie a paliv
  - oleochemie
  - glycerin
  - paliva pro vznětové motory
- Výroba krmiv
  - krmné směsi s podílem řepkových extrahovaných šrotů
  - řepkové semeno pro krmné účely
  - řepkový olej pro krmné účely

#### 4.1 Odrůdová skladba

Současnou odrůdovou skladbu řepky ozimé tvoří pět skupin odrůd (zdroj UKZUZ):

- **Odrůdy liniové**  
zahrnují běžné odrůdy různého typu, pěstování těchto odrůd se řídí obvyklou agrotechnikou
- **Odrůdy pylově fertlní (restaurované hybridy)**  
jedná se o hybridní odrůdy tvořící v květech pyl u všech rostlin, vyznačují se rychlejším a mohutnějším nárůstem během podzimní i jarní vegetace
- **Hybridy pylově sterilní /sdružené odrůdy (sdružené odrůdy)**  
odrůdy, které jsou uváděny do oběhu jako sdružené odrůdy tvořené směsí pylově sterilní hybridní složky (rostliny netvoří pyl) a různého podílu liniových odrůd jako opylovačů
- **Hybridy třiliniové**  
odrůdy se skládají z 50 % hybridních rostlin fertlních (tvořících v květech pyl) a z 50 % hybridních rostlin sterilních (bez produkce pylu)

➤ **Hybridy topcross**

hybridní odrůdy složené ze 70 % hybridních rostlin fertálních a z 30 % hybridních rostlin sterilních

Z hlediska doporučení jsou odrůdy řepky olejky rozděleny do několika kategorií:

**Odrůdy nově registrované** – odrůdy dosud zkoušené pouze v pokusech pro registraci, u kterých není k dispozici srovnatelný počet informací.

**Odrůdy předběžně doporučené** – odrůdy zkoušené 1 rok v pokusech pro seznam doporučených odrůd a obvykle 2 až 3 roky v pokusech pro registraci.

**Odrůdy doporučené** – odrůdy zkoušené nejméně 2 roky v pokusech pro seznam doporučených odrůd a splňující požadovaná kritéria.

**Odrůdy ostatní** – odrůdy zkoušené minimálně 2 roky v pokusech pro seznam doporučených odrůd a nesplňující některý z požadovaných kritérií.

## 4.2 Popis odrůd zařazených do sledování

➤ **Odrůdy liniové**

Typ „00“ (minimální obsah kyseliny erukové a nízký obsah glukosinolátů)

**AVISO**

odrůda doporučená

- středně raná odrůda
- středně odolná proti polehávání
- středně vysoký až vysoký obsah oleje v semeni
- velmi nízký obsah glukosinolátů

**BAROS**

odrůda doporučená

- středně raná odrůda
- méně odolná proti polehávání
- vysoký obsah oleje v semeni
- velmi nízký obsah glukosinolátů

**CALIFORNIUM**

odrůda předběžně doporučená

- středně raná odrůda
- středně odolná proti polehávání
- nízký až středně vysoký obsah oleje v semeni

**CARACAS**

odrůda předběžně doporučená

- polopozdní odrůda
- středně odolná proti polehávání
- středně vysoký až vysoký obsah oleje v semeni
- nadlimitní obsah glukosinolátů



- CATONIC** odrůda doporučená
- středně raná odrůda
  - středně odolná až odolná proti polehávání
  - vysoký obsah oleje v semeni
- JESPER** odrůda doporučená
- polopozdní až pozdní odrůda
  - středně odolná proti polehávání
  - středně vysoký obsah oleje v semeni
  - velmi nízký obsah glukosinolátů
- LABRADOR** odrůda předběžně doporučená
- pozdní odrůda
  - méně až středně odolná proti polehávání
  - nízký až středně vysoký obsah oleje v semeni
  - velmi nízký obsah glukosinolátů
- LASER** odrůda předběžně doporučená
- pozdní odrůda
  - méně až středně odolná proti polehávání
  - nízký až středně vysoký obsah oleje v semeni
  - velmi nízký obsah glukosinolátů
- LIPRIMA** odrůda doporučená
- polopozdní odrůda
  - středně odolná proti polehávání
  - středně vysoký až vysoký obsah oleje v semeni
- LISEK** odrůda ostatní
- polopozdní až pozdní odrůda
  - méně až středně odolná proti polehávání
  - nízký obsah oleje v semeni
  - velmi nízký obsah glukosinolátů
- MANITOBA** odrůda předběžně doporučená
- pozdní odrůda
  - vyhovující odolnost proti polehávání
  - středně vysoký až vysoký obsah oleje v semeni
- NAVAJO** odrůda ostatní
- středně raná odrůda
  - středně odolná proti polehávání
  - nízký až středně vysoký obsah oleje v semeni
- SLOGAN** odrůda doporučená
- středně raná odrůda
  - středně odolná proti polehávání
  - vysoký obsah oleje v semeni

- SMART** odrůda předběžně doporučená
- polopozdní až pozdní odrůda
  - středně odolná proti polehávání
  - středně vysoký až vysoký obsah oleje v semeni

- VIKING** odrůda doporučená
- středně raná odrůda
  - středně odolná až odolná proti polehávání
  - středně vysoký až vysoký obsah oleje v semeni
  - velmi nízký obsah glukosinolátů

➤ **Odrůdy hybridní**

Typ „00“ (minimální obsah kyseliny erukové a nízký obsah glukosinolátů)

- ARTUS** odrůda doporučená
- středně raná hybridní odrůda
  - méně až středně odolné proti polehávání
  - nízký až středně vysoký obsah oleje v semeni
  - velmi nízký obsah glukosinolátů

- BALDUR** odrůda doporučená
- polopozdní hybridní odrůda
  - středně odolná proti polehávání
  - středně vysoký až vysoký obsah oleje v semeni

- BANJO** odrůda předběžně doporučená
- raná až středně raná hybridní odrůda
  - méně až středně odolné proti polehávání
  - středně vysoký až vysoký obsah oleje v semeni

- EXECUTIVE** odrůda ostatní
- středně raná hybridní odrůda
  - středně odolná proti polehávání
  - středně vysoký až vysoký obsah oleje v semeni

- EXTRA** odrůda ostatní
- středně raná hybridní odrůda
  - méně až středně odolná proti polehávání
  - nízký až středně vysoký obsah oleje v semeni
  - nadlimitní obsah glukosinolátů

- VECTRA** odrůda doporučená
- středně raná hybridní odrůda
  - středně odolná proti polehávání
  - středně vysoký obsah oleje v semeni

## ODRŮDY NOVĚ REGISTROVANÉ

### ➤ Odrůdy liniové

Typ „00“ (minimální obsah kyseliny erukové a nízký obsah glukosinolátů)

#### **DIGGER**

odrůda nově registrovaná

- polopozdní odrůda
- středně odolná proti polehávání
- středně vysoký obsah oleje v semeni

#### **OPONENT**

odrůda nově registrovaná

- pozdní odrůda
- středně odolná proti polehávání
- středně vysoký obsah oleje v semeni

#### **SISKA**

odrůda nově registrovaná

- polopozdní odrůda
- středně odolná proti polehávání
- vysoký obsah oleje v semeni
- zastoupení jednotlivých mastných kyselin v oleji s mírným zvýšeným podílem kyseliny olejové na úkor podílů kyseliny linolové a kyseliny linolénové

#### **WINNER**

odrůda nově registrovaná

- pozdní odrůda
- středně odolná proti polehávání
- středně vysoký obsah oleje v semeni

### ➤ Odrůdy hybridní

Typ „00“ (minimální obsah kyseliny erukové a nízký obsah glukosinolátů)

#### **DUBAI**

odrůda nově registrovaná

- Polopozdní hybridní odrůda
- méně až středně odolné proti polehávání
- vysoký obsah oleje v semeni

## 4.3 Živinové složení semen řepky olejky

Cílem experimentální části práce bylo upozornit na variabilitu základních obsahových látek včetně aminokyselin v semenech mezi jednotlivými odrůdami řepky ozimé. Pozornost byla přednostně věnována obsahu dusíkatých látek a aminokyselin s cílem využít semeno řepky jako vhodný zdroj proteinové výživy hospodářských zvířat.

V práci jsou uvedeny výsledky vlastních analýz provedených v laboratoři Ústavu výživy, zootechniky a zoohygieny, Fakulty veterinární hygieny a ekologie Veterinární a farmaceutické univerzity Brno. Bylo analyzováno 26 odrůd řepky ozimé (sklizeň r. 2006, stanoviště Opava) dodaných Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským v Brně.

Pro objektivní porovnání analyzovaných odrůd mezi sebou byly hodnoty jednotlivých obsahových látek včetně aminokyselin vyjádřeny ve 100% sušině, a to proto, že různý obsah vody v semenech analyzovaných odrůd, jak uvádí Tab. 1 a Tab. 3 by ovlivnil jejich vzájemné živinové srovnání. Zastoupení jednotlivých obsahových látek i aminokyselin, uvedených ve 100% sušině, je uvedeno v Tab. 2 a Tab. 4.

U analyzovaných odrůd semen řepky ozimé se jednotlivé obsahové látky pohybovaly ve 100% sušině v rozmezí u proteinů 203,6 – 238,0 g/kg, tuků 314,9 – 422,0 g/kg, tuků po hydrolýze 441,7 – 508,5 g/kg, vlákniny 172,1 – 238,7 g/kg, ADF 111,3 – 149,6 g/kg, ADL 38,6 – 67,8 g/kg, NDF 243,4 – 315,3 g/kg, bezdusíkatých látek výtahových 137,7 – 203,7 g/kg, škrobu 32,5 – 40,4 g/kg, organické hmoty 951,3 – 958,9 g/kg, popele 41,1 – 48,7 g/kg, vápníku 4,6 – 6,7 g/kg, fosforu 6,5 – 8,6 g/kg, hořčíku 2,0 – 3,5 g/kg a brutto energie 27,6 – 28,6 MJ/kg.

Analyzované aminokyseliny se pohybovaly u sledovaných semen řepky ozimé v rozmezí: kyselina asparágová 10,0 – 16,9 g/kg, threonin 5,5 – 10,0 g/kg, serin 5,6 – 9,9 g/kg, kyselina glutamová 23,4 – 38,2 g/kg, prolin 11,8 – 16,4 g/kg, glycin 6,5 – 12,2 g/kg, alanin 3,2 – 11,0 g/kg, valin 7,8 – 12,5 g/kg, methionin 1,6 – 4,4 g/kg, isoleucin 5,7 – 9,5 g/kg, leucin 9,9 – 16,7 g/kg, tyrosin 4,1 – 6,6 g/kg, phenylalanin 5,8 – 9,7 g/kg, histidin 4,0 – 6,5 g/kg, lysin 10,1 – 14,6 g/kg, arginin 10,2 – 16,9 g/kg. Aminokyselinový protein se pohyboval v rozmezí 129,5 – 207,8 g/kg.

Tab. 1 Chemické složení analyzovaných odrůd řepkových semen v původní hmotě

(g/kg)	ARTUS	LASER	AVISO	EXTRA	LISEK	BAROS	EXECUTIVE
Voda	53,3	55,4	52,6	54,0	54,4	52,2	50,2
Sušina	946,7	944,6	947,4	946,0	945,6	947,8	949,8
protein	215,7	216,5	214,9	217,8	213,0	193,0	202,2
Tuk	307,9	346,6	335,4	336,4	310,0	354,8	334,5
tuk H	434,5	453,2	447,7	435,5	432,9	471,2	483,0
vláknina	192,3	196,5	194,9	162,8	189,0	189,4	202,5
ADF	131,4	129,7	112,7	126,8	131,0	125,4	131,8
ADL	43,1	64,0	40,8	45,2	45,8	45,3	45,8
NDF	273,1	229,9	255,6	276,6	273,7	269,9	263,4
BNLV	187,7	143,3	158,7	185,0	192,7	168,2	167,2
Škrob	36,8	33,7	33,4	32,3	37,0	36,6	30,9
OH	903,6	902,5	903,9	902,0	904,7	905,4	906,4
Popel	43,1	42,1	43,5	44,0	40,9	42,4	43,4
Ca	5,4	6,3	5,8	4,8	5,4	5,7	4,7
P	7,3	7,7	7,2	8,1	6,9	7,5	7,8
Mg	2,8	2,4	3,0	2,4	2,6	2,9	2,9
BE (MJ)	26,4	26,8	26,8	26,6	26,2	27,1	26,9
(g/kg)	VECTRA	BANJO	DUBAI	OPONENT	NAVAJO	JESPER	CATONIC
Voda	53,5	53,4	54,3	54,4	57,5	58,0	53,6
Sušina	946,5	946,6	945,7	945,6	942,5	942,0	946,4
protein	208,1	220,9	215,5	211,8	224,3	220,9	218,0
Tuk	306,5	307,9	330,3	324,4	299,8	296,6	325,8
tuk H	434,4	436,1	442,9	443,7	416,4	419,0	442,1
vláknina	207,8	214,1	219,7	203,5	214,0	200,7	177,0
ADF	133,4	134,7	125,2	138,3	120,0	132,7	105,3
ADL	54,2	58,0	54,5	52,9	50,6	44,9	36,5
NDF	289,9	273,3	250,7	242,2	272,0	247,1	244,2
BNLV	180,9	161,1	136,0	163,8	160,1	180,4	181,7
Škrob	33,8	35,1	32,6	32,1	31,2	36,2	35,9
OH	903,3	904,0	901,5	903,5	898,2	898,6	902,5
Popel	43,2	42,6	44,2	42,1	44,3	43,4	43,9
Ca	5,5	5,2	5,2	5,5	5,6	6,0	6,1
P	7,4	7,4	8,1	7,3	7,7	7,8	8,0
Mg	1,9	2,4	3,0	2,8	3,0	2,9	2,8
BE (MJ)	26,5	26,6	26,8	26,7	26,0	26,1	26,7

Vysvětlivky: tuk H tuk po hydrolyze; OH organická hmota

Tab. 1 pokračování

(g/kg)	LIPRIMA	VIKING	BALDUR	SLOGAN	SMART	CALIFORNIUM	CARACAS
Voda	55,2	55,2	57,2	51,6	51,6	57,3	52,5
Sušina	944,8	944,8	942,8	948,4	948,4	942,7	947,5
protein	212,8	213,4	217,5	197,7	198,8	215,2	223,3
Tuk	309,1	308,8	321,0	349,4	400,2	315,5	325,4
tuk H	434,6	432,9	429,3	459,8	453,2	432,6	469,3
vláknina	214,8	225,5	223,1	186,2	179,8	200,7	182,6
ADF	135,4	134,0	121,6	131,7	133,1	121,1	141,7
ADL	52,4	48,4	46,3	51,6	50,6	48,8	49,2
NDF	287,8	261,7	248,7	268,6	274,0	250,7	250,4
BNLV	165,0	157,2	139,4	172,8	130,6	168,5	171,8
Škrob	31,6	34,2	33,8	34,1	35,4	33,7	33,0
OH	901,7	904,9	901,0	906,1	909,4	899,9	903,1
Popel	43,1	39,9	41,8	42,3	39,0	42,8	44,4
Ca	5,3	4,3	6,0	5,8	5,6	5,3	5,6
P	7,8	7,2	7,4	7,0	6,1	7,5	7,8
Mg	3,1	3,2	2,4	3,0	2,5	2,8	3,1
BE (MJ)	26,5	26,7	26,6	27,0	27,1	26,5	26,5

(g/kg)	LABRADOR	MANITOBA	WINNER	SISKA	DIGGER		
Voda	56,3	57,1	50,2	50,8	48,6		
Sušina	943,7	942,9	949,8	949,2	951,4		
protein	207,0	221,8	203,1	209,8	205,5		
Tuk	325,8	314,0	333,4	346,0	327,2		
tuk H	426,1	445,7	456,2	463,8	438,8		
vláknina	191,9	180,4	192,1	201,4	196,2		
ADF	124,0	122,3	129,3	117,1	130,8		
ADL	44,8	49,0	46,0	42,9	36,9		
NDF	275,0	262,9	265,6	299,3	261,2		
BNLV	174,8	184,2	178,9	140,1	176,2		
Škrob	36,2	32,5	37,4	31,8	38,4		
OH	899,5	900,4	907,5	908,2	905,1		
Popel	44,2	42,5	42,3	41,0	46,3		
Ca	6,1	5,7	5,8	4,7	5,8		
P	7,7	8,1	6,8	7,5	7,8		
Mg	2,8	2,7	2,5	3,1	3,0		
BE (MJ)	26,5	26,5	26,8	27,2	26,5		

Vysvětlivky: tuk H tuk po hydrolyze; OH organická hmota

Tab. 2 Chemické složení analyzovaných odrůd řepkových semen ve 100% sušině

(g/kg)	ARTUS	LASER	AVISO	EXTRA	LISEK	BAROS	EXECUTIVE
<b>Sušina</b>	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
<b>protein</b>	227,8	228,8	226,8	230,2	225,3	203,6	212,9
<b>Tuk</b>	325,2	366,9	354,0	355,6	327,8	374,3	352,2
<b>tuk H</b>	459,0	479,8	472,6	460,4	457,8	497,2	508,5
<b>vláknina</b>	203,1	208,0	205,7	172,1	199,9	199,8	213,2
<b>ADF</b>	138,8	137,3	119,0	134,0	138,5	132,3	138,8
<b>ADL</b>	45,5	67,8	43,1	47,8	48,4	47,8	48,2
<b>NDF</b>	288,5	243,4	269,8	292,4	289,4	284,8	277,3
<b>BNLV</b>	198,3	151,7	167,5	195,6	203,7	177,5	176,0
<b>Škrob</b>	38,9	35,7	35,3	34,1	39,1	38,6	32,5
<b>OH</b>	954,5	955,4	954,1	953,5	956,7	955,3	954,3
<b>Popel</b>	45,5	44,6	45,9	46,5	43,3	44,7	45,7
<b>Ca</b>	5,7	6,7	6,1	5,1	5,7	6,0	5,0
<b>P</b>	7,7	8,1	7,6	8,6	7,3	7,9	8,2
<b>Mg</b>	3,5	2,6	3,2	2,6	2,8	3,0	3,1
<b>BE (MJ)</b>	27,9	28,4	28,3	28,1	27,7	28,6	28,3
(g/kg)	VECTRA	BANJO	DUBAI	OPONENT	NAVAJO	JESPER	CATONIC
<b>Sušina</b>	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
<b>protein</b>	219,9	233,4	227,9	224,0	238,0	234,5	230,3
<b>Tuk</b>	323,8	325,3	349,3	343,1	318,1	314,9	344,3
<b>tuk H</b>	459,0	460,7	468,3	469,2	441,7	444,8	467,1
<b>vláknina</b>	219,5	226,2	232,3	215,2	227,1	213,1	187,0
<b>ADF</b>	140,9	142,3	132,4	146,3	127,3	140,9	111,3
<b>ADL</b>	57,3	61,3	57,6	55,6	53,7	47,7	38,6
<b>NDF</b>	306,3	288,7	265,1	256,1	288,6	262,3	258,0
<b>BNLV</b>	191,1	170,2	143,8	173,2	169,9	191,5	192,0
<b>Škrob</b>	35,7	37,1	34,5	33,9	33,1	38,4	37,9
<b>OH</b>	954,4	955,0	953,3	955,5	953,0	953,9	953,6
<b>Popel</b>	45,6	45,0	46,7	44,5	47,0	46,1	46,4
<b>Ca</b>	5,8	5,5	5,5	5,8	5,9	6,4	6,5
<b>P</b>	7,8	7,8	8,6	7,7	8,2	8,3	8,5
<b>Mg</b>	2,0	2,6	3,2	2,9	3,2	3,0	2,9
<b>BE (MJ)</b>	28,0	28,1	28,3	28,2	27,6	27,7	28,2

Vysvětlivky: tuk H tuk po hydrolyze; OH organická hmota

Tab. 2 pokračování

(g/kg)	LIPRIMA	VIKING	BALDUR	SLOGAN	SMART	CALIFORNIUM	CARACAS
<b>Sušina</b>	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
<b>protein</b>	225,2	225,9	230,7	208,5	209,6	228,3	235,7
<b>Tuk</b>	327,2	326,9	340,5	368,4	422,0	334,7	343,4
<b>tuk H</b>	460,0	458,2	455,3	484,8	477,9	458,9	495,3
<b>vláknina</b>	227,3	238,7	236,6	196,3	189,6	212,9	192,7
<b>ADF</b>	143,3	141,8	129,0	138,9	140,3	128,5	149,6
<b>ADL</b>	55,5	51,2	49,1	54,4	53,4	51,8	51,9
<b>NDF</b>	304,6	277,0	263,8	283,2	288,9	265,9	264,3
<b>BNLV</b>	174,6	166,4	147,9	182,2	137,7	178,7	181,3
<b>Škrob</b>	33,4	36,2	35,9	36,0	37,4	35,7	34,8
<b>OH</b>	954,4	957,8	955,7	955,4	958,9	954,6	953,1
<b>Popel</b>	45,6	42,2	44,3	44,6	41,1	45,4	46,9
<b>Ca</b>	5,6	4,6	6,4	6,1	5,9	5,7	5,9
<b>P</b>	8,2	7,6	7,9	7,4	6,5	7,9	8,2
<b>Mg</b>	3,3	3,3	2,6	3,2	2,7	3,0	3,3
<b>BE (MJ)</b>	28,0	28,3	28,2	28,5	28,6	28,1	28,0
(g/kg)	LABRADOR	MANITOBA	WINNER	SISKA	DIGGER		
<b>Sušina</b>	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0		
<b>protein</b>	219,3	235,2	213,8	221,0	216,0		
<b>Tuk</b>	345,2	333,0	351,0	364,5	343,9		
<b>tuk H</b>	451,5	472,7	480,3	488,6	461,2		
<b>vláknina</b>	203,3	191,3	202,3	212,2	206,2		
<b>ADF</b>	131,4	129,7	136,1	123,4	137,5		
<b>ADL</b>	47,5	52,0	48,4	45,2	38,8		
<b>NDF</b>	291,4	278,8	279,6	315,3	274,5		
<b>BNLV</b>	185,4	195,4	188,4	159,1	185,2		
<b>Škrob</b>	38,4	34,5	39,4	33,5	40,4		
<b>OH</b>	953,2	954,9	955,5	956,8	951,3		
<b>Popel</b>	46,8	45,1	44,5	43,2	48,7		
<b>Ca</b>	6,4	6,0	6,1	4,9	6,1		
<b>P</b>	8,1	8,6	7,2	7,9	8,2		
<b>Mg</b>	3,0	2,9	2,7	3,3	3,2		
<b>BE (MJ)</b>	28,1	28,1	28,2	28,6	27,9		

Vysvětlivky: tuk H tuk po hydrolyze; OH organická hmota



Tab. 3 Aminokyselinové složení analyzovaných odrůd řepkových semen v původní hmotě

(g/kg)	ARTUS	LASER	AVISO	EXTRA	LISEK	BAROS	EXECUTIVE
Asp	15,2	14,9	15,5	15,2	16,0	14,4	13,2
Thre	8,7	8,7	9,5	8,5	9,2	8,6	7,5
Ser	8,5	8,6	9,4	8,3	8,9	8,2	7,5
Glu	31,8	33,4	35,5	33,6	33,9	31,7	31,3
Pro	13,6	14,1	15,4	14,3	14,2	14,8	14,7
Gly	10,7	10,9	9,8	9,6	11,1	10,3	9,9
Ala	5,6	9,4	4,1	3,4	6,1	5,7	5,2
Val	11,0	11,1	11,6	10,9	11,5	10,3	10,2
Met	3,2	2,9	3,9	3,2	3,8	2,5	2,1
Ile	8,5	8,2	9,0	8,4	9,0	7,5	7,8
Leu	14,6	13,9	15,5	14,8	15,8	13,3	13,4
Tyr	5,6	5,9	5,9	5,7	6,2	5,3	5,4
Phe	8,1	7,9	8,7	8,4	9,2	7,7	7,6
His	5,2	5,0	5,6	5,4	5,6	5,3	5,1
Lys	12,4	13,2	13,8	13,0	13,7	12,2	11,9
Arg	14,7	14,5	16,0	15,1	15,9	13,9	13,4
(g/kg)	VECTRA	BANJO	DUBAI	OPONENT	NAVAJO	JESPER	CATONIC
Asp	14,8	15,6	15,1	15,4	15,8	11,4	10,2
Thre	8,6	8,7	8,8	8,6	8,8	6,1	5,5
Ser	8,6	8,4	8,8	8,5	8,7	6,2	5,7
Glu	32,4	29,6	29,9	30,0	36,0	25,0	23,9
Pro	14,0	13,9	14,3	14,1	15,5	13,9	14,3
Gly	10,4	10,6	10,6	9,0	11,3	6,8	6,9
Ala	7,3	9,9	10,4	7,8	8,9	3,1	3,3
Val	11,1	11,0	11,2	11,0	11,7	8,2	7,7
Met	2,7	2,1	3,5	2,6	4,1	2,2	2,6
Ile	8,2	8,0	8,2	7,8	9,0	6,2	5,8
Leu	13,8	14,0	14,6	14,1	15,7	11,0	10,5
Tyr	6,0	5,5	6,0	5,6	6,0	4,4	4,2
Phe	7,7	8,1	8,5	8,0	8,7	6,2	5,9
His	5,6	5,7	5,6	5,6	6,1	3,9	3,8
Lys	13,0	12,4	12,6	12,5	13,8	9,9	9,6
Arg	14,5	14,5	14,6	14,8	15,8	11,2	10,3

Tab. 3 pokračování

(g/kg)	LIPRIMA	VIKING	BALDUR	SLOGAN	SMART	CALIFORNIUM	CARACAS
Asp	14,9	15,7	15,2	13,9	11,1	12,1	15,0
Thre	9,2	8,5	8,1	8,5	7,0	7,0	9,1
Ser	8,4	8,4	8,1	8,3	6,9	7,0	9,1
Glu	34,3	33,1	30,6	31,8	27,2	28,8	36,0
Pro	14,2	13,7	13,9	15,6	13,6	14,3	14,4
Gly	11,1	11,2	9,2	10,7	8,7	8,0	11,6
Ala	8,7	9,1	3,8	5,6	5,3	3,0	6,9
Val	11,2	11,8	8,8	10,3	8,7	8,9	11,6
Met	3,8	3,5	2,8	2,7	2,8	2,6	3,8
Ile	8,8	8,4	7,6	7,7	6,6	6,0	8,8
Leu	14,8	14,1	12,9	13,5	11,4	10,5	15,3
Tyr	6,1	5,9	5,5	5,4	4,4	4,4	5,9
Phe	8,3	8,1	7,4	7,9	6,2	6,2	8,6
His	5,8	5,6	4,4	5,6	4,4	3,9	6,2
Lys	13,2	12,6	10,6	12,7	10,6	9,8	13,7
Arg	15,6	14,8	12,6	14,4	11,3	10,8	16,0
(g/kg)	LABRADOR	MANITOBA	WINNER	SISKA	DIGGER		
Asp	9,4	14,9	12,7	14,5	13,2		
Thre	5,2	8,1	7,0	8,0	7,6		
Ser	5,3	8,0	6,9	8,0	7,6		
Glu	22,1	32,5	25,5	30,9	27,5		
Pro	14,2	12,9	11,2	12,0	14,3		
Gly	6,1	10,2	8,8	10,0	9,5		
Ala	3,0	6,2	5,3	6,0	5,6		
Val	7,4	10,4	8,9	10,2	9,6		
Met	2,4	1,5	2,9	3,7	2,6		
Ile	5,4	7,9	6,9	7,7	7,4		
Leu	9,3	13,8	11,8	13,3	12,7		
Tyr	3,9	5,0	5,0	5,0	5,4		
Phe	5,5	7,7	6,9	7,7	7,0		
His	3,8	5,4	4,6	5,1	4,6		
Lys	9,6	11,9	10,6	11,0	11,5		
Arg	9,6	14,9	11,5	14,0	12,2		

Tab. 4 Aminokyselinové složení analyzovaných odrůd řepkových semen ve 100% sušině

(g/kg)	ARTUS	LASER	AVISO	EXTRA	LISEK	BAROS	EXECUTIVE
Asp	16,1	15,8	16,4	16,1	16,9	15,2	13,9
Thre	9,2	9,2	10,0	9,0	9,7	9,1	7,9
Ser	9,0	9,1	9,9	8,8	9,4	8,7	7,9
Glu	33,6	35,4	37,5	35,5	35,9	33,4	33,0
Pro	14,4	14,9	16,3	15,1	15,0	15,6	15,5
Gly	11,3	11,5	10,3	10,1	11,7	10,9	10,4
Ala	5,9	10,0	4,3	3,6	6,5	6,0	5,5
Val	11,6	11,8	12,2	11,5	12,2	10,9	10,7
Met	3,4	3,1	4,1	3,4	4,0	2,6	2,2
Ile	9,0	8,7	9,5	8,9	9,5	7,9	8,2
Leu	15,4	14,7	16,4	15,6	16,7	14,0	14,1
Tyr	5,9	6,2	6,2	6,0	6,6	5,6	5,7
Phe	8,6	8,4	9,2	8,9	9,7	8,1	8,0
His	5,5	5,3	5,9	5,7	5,9	5,6	5,4
Lys	13,1	14,0	14,6	13,7	14,5	12,9	12,5
Arg	15,5	15,4	16,9	16,0	16,8	14,7	14,1
(g/kg)	VECTRA	BANJO	DUBAI	OPONENT	NAVAJO	JESPER	CATONIC
Asp	15,6	16,5	16,0	16,3	16,8	12,1	10,8
Thre	9,1	9,2	9,3	9,1	9,3	6,5	5,8
Ser	9,1	8,9	9,3	9,0	9,2	6,6	6,0
Glu	34,2	31,3	31,6	31,7	38,2	26,6	25,3
Pro	14,8	14,7	15,1	14,9	16,4	14,8	15,1
Gly	11,0	11,2	11,2	9,5	12,0	7,2	7,3
Ala	7,7	10,5	11,0	8,3	9,4	3,3	3,5
Val	11,7	11,6	11,8	11,6	12,4	8,7	8,1
Met	2,9	2,2	3,7	2,8	4,4	2,3	2,7
Ile	8,7	8,4	8,7	8,3	9,5	6,6	6,1
Leu	14,6	14,8	15,4	14,9	16,7	11,7	11,1
Tyr	6,3	5,8	6,3	5,9	6,4	4,7	4,4
Phe	8,1	8,6	9,0	8,5	9,2	6,6	6,2
His	5,9	6,0	5,9	5,9	6,5	4,1	4,0
Lys	13,7	13,1	13,3	13,2	14,6	10,5	10,1
Arg	15,3	15,3	15,4	15,7	16,8	11,9	10,9

Tab. 4 pokračování

(g/kg)	LIPRIMA	VIKING	BALDUR	SLOGAN	SMART	CALIFORNIUM	CARACAS
Asp	15,8	16,6	16,1	14,7	11,7	12,8	15,8
Thre	9,7	9,0	8,6	9,0	7,4	7,4	9,6
Ser	8,9	8,9	8,6	8,7	7,3	7,4	9,6
Glu	36,3	35,0	32,5	33,5	28,7	30,6	38,0
Pro	15,0	14,5	14,7	16,4	14,3	15,2	15,2
Gly	11,7	11,8	9,8	11,3	9,2	8,5	12,2
Ala	9,2	9,6	4,0	5,9	5,6	3,2	7,3
Val	11,8	12,5	9,3	10,9	9,2	9,4	12,2
Met	4,0	3,7	3,0	2,8	3,0	2,8	4,0
Ile	9,3	8,9	8,1	8,1	7,0	6,4	9,3
Leu	15,7	14,9	13,7	14,2	12,0	11,1	16,1
Tyr	6,5	6,2	5,8	5,7	4,6	4,7	6,2
Phe	8,8	8,6	7,9	8,3	6,5	6,6	9,1
His	6,1	5,9	4,7	5,9	4,6	4,1	6,5
Lys	14,0	13,3	11,2	13,4	11,2	10,4	14,5
Arg	16,5	15,7	13,4	15,2	11,9	11,5	16,9
(g/kg)	LABRADOR	MANITOBA	WINNER	SISKA	DIGGER		
Asp	10,0	15,8	13,4	15,3	13,9		
Thre	5,5	8,6	7,4	8,4	8,0		
Ser	5,6	8,5	7,3	8,4	8,0		
Glu	23,4	34,5	26,9	32,6	28,9		
Pro	15,1	13,7	11,8	12,6	15,0		
Gly	6,5	10,8	9,3	10,5	10,0		
Ala	3,2	6,6	5,6	6,3	5,9		
Val	7,8	11,0	9,4	10,8	10,1		
Met	2,5	1,6	3,1	3,9	2,7		
Ile	5,7	8,4	7,3	8,1	7,8		
Leu	9,9	14,6	12,4	14,0	13,3		
Tyr	4,1	5,3	5,3	5,3	5,7		
Phe	5,8	8,2	7,3	8,1	7,4		
His	4,0	5,7	4,8	5,4	4,8		
Lys	10,2	12,6	11,2	11,6	12,1		
Arg	10,2	15,8	12,1	14,8	12,8		

Individuální hodnoty dusíkatých látek sledovaných semen řepky ozimé se pohybovaly v rozmezí od 203,6 g/kg (BAROS) do 238,0 g/kg (NAVAJO). Průměrná hodnota námi analyzovaných semen řepky byla 224,3 g/kg s variačním koeficientem 4,1 %. Obsah hrubého proteinu byl však v rámci jednotlivých odrůd řepky ozimé výrazně nižší ve srovnání s lupinovým semenem, kde se individuální hodnoty pohybovaly v poměrně širokém rozmezí, a to od 317,06 g.kg<sup>-1</sup> (BORUTA) do 458,86 g.kg<sup>-1</sup> (JUNO).

Individuální hodnoty tuku u sledovaných semen byly zachyceny v rozmezí 314,9 g/kg (JESPER) – 422,0 g/kg (SMART), s průměrnou hodnotou 345,2 g/kg a variačním koeficientem 6,5 %.

Tab. 5 Dusíkaté látky ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Tuk ve 100% sušině semen řepky (g/kg)

Semena řepky	NL	Semena řepky	Tuk
BAROS	203,6	JESPER	314,9
SLOGAN	208,5	NAVAJO	318,1
SMART	209,6	VECTRA	323,8
EXECUT	212,9	ARTUS	325,2
WINNER	213,8	BANJO	325,3
DIGGER	216,0	VIKING	326,9
LABRAD	219,3	LIPRIMA	327,2
VECTRA	219,9	LISEK	327,8
SISKA	221,0	MANITOB	333,0
OPONENT	224,0	CALIFOR	334,7
LIPRIMA	225,2	BALDUR	340,5
LISEK	225,3	OPONENT	343,1
VIKING	225,9	CARACAS	343,4
AVISO	226,8	DIGGER	343,9
ARTUS	227,8	CATONIC	344,3
DUBAI	227,9	LABRAD	345,2
CALIFOR	228,3	DUBAI	349,3
LASER	228,8	WINNER	351,0
EXTRA	230,2	EXECUT	352,2
CATONIC	230,3	AVISO	354,0
BALDUR	230,7	EXTRA	355,6
BANJO	233,4	SISKA	364,5
JESPER	234,5	LASER	366,9
MANITOB	235,2	SLOGAN	368,4
CARACAS	235,7	BAROS	374,3
NAVAJO	238,0	SMART	422,0

Zcela rozdílné individuální hodnoty byly zachyceny po hydrolýze semen řepky ozimé, kde byly zachyceny výrazně vyšší hodnoty při stanovení tuků, a to 441,7 g/kg (NAVAJO) – 508,5 g/kg (EXECUTIVE) s průměrnou hodnotou 468,9 g/kg a variačním koeficientu 3,5 %.

Individuální hodnoty vlákniny se pohybovaly v rozmezí 172,1 (EXTRA) – 238,7 g/kg (VIKING). Průměrná hodnota vlákniny byla 208,9 g/kg s variačním koeficientem 7,8 %.

Tab. 6 Tuk po hydrolýze ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Vláknina ve 100% sušině semen řepky (g/kg)

Semena řepky	Tuk po hydrolýze	Semena řepky	Vláknina
NAVAJO	441,7	EXTRA	172,1
JESPER	444,8	CATONIC	187,0
LABRAD	451,5	SMART	189,6
BALDUR	455,3	MANITOB	191,3
LISEK	457,8	CARACAS	192,7
VIKING	458,2	SLOGAN	196,3
CALIFOR	458,9	BAROS	199,8
ARTUS	459,0	LISEK	199,9
VECTRA	459,0	WINNER	202,3
LIPRIMA	460,0	ARTUS	203,1
EXTRA	460,4	LABRAD	203,3
BANJO	460,7	AVISO	205,7
DIGGER	461,2	DIGGER	206,2
CATONIC	467,1	LASER	208,0
DUBAI	468,3	SISKA	212,2
OPONENT	469,2	CALIFOR	212,9
AVISO	472,6	JESPER	213,1
MANITOB	472,7	EXECUT	213,2
SMART	477,9	OPONENT	215,2
LASER	479,8	VECTRA	219,5
WINNER	480,3	BANJO	226,2
SLOGAN	484,8	NAVAJO	227,1
SISKA	488,6	LIPRIMA	227,3
CARACAS	495,3	DUBAI	232,3
BAROS	497,2	BALDUR	236,6
EXECUT	508,5	VIKING	238,7

U námi sledovaných semen řepky ozimé byly sledovány i jednotlivé vlákninové frakce. Průměrná hodnota acidodetergentní vlákniny byla 135,0 g/kg s variačním koeficientem 6,3 %. Individuální hodnoty se pohybovaly v rozmezí 111,3 g/kg (CATONIC) – 149,6 g/kg (CARACAS).

Průměrná hodnota acidodetergentního ligninu byla 508,0 g/kg s variačním koeficientem 12,7 %. Individuální hodnoty ADL se pohybovaly v rozmezí 38,6 g/kg (CATONIC) – 67,8 g/kg (LASER).

*Tab. 7 Acidodetergentní vláknina ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Acidodetergentní lignin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

Semena řepky	ADF	Semena řepky	ADL
CATONIC	111,3	CATONIC	38,6
AVISO	119,0	DIGGER	38,8
SISKA	123,4	AVISO	43,1
NAVAJO	127,3	SISKA	45,2
CALIFOR	128,5	ARTUS	45,5
BALDUR	129,0	LABRAD	47,5
MANITOB	129,7	JESPER	47,7
LABRAD	131,4	EXTRA	47,8
BAROS	132,3	BAROS	47,8
DUBAI	132,4	EXECUT	48,2
EXTRA	134,0	LISEK	48,4
WINNER	136,1	WINNER	48,4
LASER	137,3	BALDUR	49,1
DIGGER	137,5	VIKING	51,2
LISEK	138,5	CALIFOR	51,8
ARTUS	138,8	CARACAS	51,9
EXECUT	138,8	MANITOB	52,0
SLOGAN	138,9	SMART	53,4
SMART	140,3	NAVAJO	53,7
VECTRA	140,9	SLOGAN	54,4
JESPER	140,9	LIPRIMA	55,5
VIKING	141,8	OPONENT	55,6
BANJO	142,3	VECTRA	57,3
LIPRIMA	143,3	DUBAI	57,6
OPONENT	146,3	BANJO	61,3
CARACAS	149,6	LASER	67,8

U sledovaných semen řepky ozimé byla stanovena i neutrálnědetergentní vláknina, kde průměrná hodnota byla 279,2 g/kg s variačním koeficientem 6,0 %. Individuální hodnoty se pohybovaly v rozmezí 243,4 g/kg (LASER) – 315,3 g/kg (SISKA).

Bezdušičaté látky výtažkové (BNLV) reprezentují především nejrozličnější druhy sacharidů, od jednoduchých sacharidů, přes oligosacharidy, až po nestrukturální polysacharidy. Obsah BNLV u semen jednotlivých odrůd řepky ozimé se pohyboval v rozmezí od 137,7g/kg (SMART) do 203,7 g/kg (LISEK). Průměrná hodnota BNLV byla 176,3 s variačním koeficientem 9,9 %.

Tab. 8 Neutrálnědetergentní vláknina ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
BNLV ve 100% sušině semen řepky (g/kg)

Semena řepky	NDF	Semena řepky	BNLV
LASER	243,4	SMART	137,7
OPONENT	256,1	DUBAI	143,8
CATONIC	258,0	BALDUR	147,9
JESPER	262,3	LASER	151,7
BALDUR	263,8	SISKA	159,1
CARACAS	264,3	VIKING	166,4
DUBAI	265,1	AVISO	167,5
CALIFOR	265,9	NAVAJO	169,9
AVISO	269,8	BANJO	170,2
DIGGER	274,5	OPONENT	173,2
VIKING	277,0	LIPRIMA	174,6
EXECUT	277,3	EXECUT	176,0
MANITOB	278,8	BAROS	177,5
WINNER	279,6	CALIFOR	178,7
SLOGAN	283,2	CARACAS	181,3
BAROS	284,8	SLOGAN	182,2
ARTUS	288,5	DIGGER	185,2
NAVAJO	288,6	LABRAD	185,4
BANJO	288,7	WINNER	188,4
SMART	288,9	VECTRA	191,1
LISEK	289,4	JESPER	191,5
LABRAD	291,4	CATONIC	192,0
EXTRA	292,4	MANITOB	195,4
LIPRIMA	304,6	EXTRA	195,6
VECTRA	306,3	ARTUS	198,3
SISKA	315,3	LISEK	203,7



Množství škrobu, které se ve sledovaných semenech řepky ozimé pohybovalo v rozmezí od 32,5 g/kg (EXECIUTIVE) do 40,4 g/kg (DIGGER), je v poměrně nízkém množství. V průměru u analyzovaných semen řepky ozimé představoval hodnotu 36,2 g/kg s variačním koeficientem 6,1 %.

Množství organických látek v semeni je charakterizováno obsahem organické hmoty. Její obsah se v semenech řepky ozimé pohyboval ve velmi úzkém rozmezí hodnot od 951,3 g/kg (DIGGER) do 958,9 g/kg (SMART). Průměrná hodnota analyzovaných semen řepky ozimé byla 954,8 g/kg s variačním koeficientem 0,2 %.

Tab. 9 Škrob ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Organická hmota ve 100% sušině semen řepky (g/kg)

Semena řepky	Škrob	Semena řepky	OH
EXECUT	32,5	DIGGER	951,3
NAVAJO	33,1	NAVAJO	953,0
LIPRIMA	33,4	CARACAS	953,1
SISKA	33,5	LABRAD	953,2
OPONENT	33,9	DUBAI	953,3
EXTRA	34,1	EXTRA	953,5
DUBAI	34,5	CATONIC	953,6
MANITOB	34,5	JESPER	953,9
CARACAS	34,8	AVISO	954,1
AVISO	35,3	EXECUT	954,3
LASER	35,7	VECTRA	954,4
VECTRA	35,7	LIPRIMA	954,4
CALIFOR	35,7	ARTUS	954,5
BALDUR	35,9	CALIFOR	954,6
SLOGAN	36,0	MANITOB	954,9
VIKING	36,2	BANJO	955,0
BANJO	37,1	BAROS	955,3
SMART	37,4	LASER	955,4
CATONIC	37,9	SLOGAN	955,4
JESPER	38,4	OPONENT	955,5
LABRAD	38,4	WINNER	955,5
BAROS	38,6	BALDUR	955,7
ARTUS	38,9	LISEK	956,7
LISEK	39,1	SISKA	956,8
WINNER	39,4	VIKING	957,8
DIGGER	40,4	SMART	958,9

Obsah popelovin, které charakterizují v semenech řepky ozimé obsah minerálních látek, se pohyboval v rozmezí individuálních hodnot 41,1 g/kg (SMART) – 48,7 g/kg (DIGGER), s průměrnou hodnotou 45,2 g/kg a variačním koeficientem 3,6 %.

Ze sledovaných prvků řepkových semen se jejich obsah pohyboval v rozmezí u vápníku od 4,6 g/kg (VIKING) do 6,7 g/kg (LASER) s průměrnou hodnotou 5,8 g/kg a variačním koeficientem 8,6 %.

*Tab. 10 Popel ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Vápník ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

Semena řepky	Popel	Semena řepky	Vápník
SMART	41,1	VIKING	4,6
VIKING	42,2	SISKA	4,9
SISKA	43,2	EXECUT	5,0
LISEK	43,3	EXTRA	5,1
BALDUR	44,3	BANJO	5,5
OPONENT	44,5	DUBAI	5,5
WINNER	44,5	LIPRIMA	5,6
LASER	44,6	CALIFOR	5,7
SLOGAN	44,6	LISEK	5,7
BAROS	44,7	ARTUS	5,7
BANJO	45,0	VECTRA	5,8
MANITOB	45,1	OPONENT	5,8
CALIFOR	45,4	SMART	5,9
ARTUS	45,5	CARACAS	5,9
VECTRA	45,6	NAVAJO	5,9
LIPRIMA	45,6	BAROS	6,0
EXECUT	45,7	MANITOB	6,0
AVISO	45,9	WINNER	6,1
JESPER	46,1	DIGGER	6,1
CATONIC	46,4	SLOGAN	6,1
EXTRA	46,5	AVISO	6,1
DUBAI	46,7	JESPER	6,4
LABRAD	46,8	BALDUR	6,4
CARACAS	46,9	LABRAD	6,4
NAVAJO	47,0	CATONIC	6,5
DIGGER	48,7	LASER	6,7

U fosforu se individuální hodnoty v řepkovém semeni pohybovaly od 6,5 g/kg (SMART) do 8,6 g/kg (MANITOBA) s průměrnou hodnotou 7,9 g/kg a variačním koeficientem 6,2 %.

U hořčíku se individuální hodnoty pohybovaly v rozmezí od 2,0 g/kg (VECTRA) do 3,5 g/kg (ARTUS) s průměrnou hodnotou 3,0 g/kg a variačním koeficientem 11,2 %.

*Tab. 11 Fosfor ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

*Hořčík ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

Semena řepky	Fosfor	Semena řepky	Hořčík
SMART	6,5	VECTRA	2,0
WINNER	7,2	LASER	2,6
LISEK	7,3	BANJO	2,6
SLOGAN	7,4	BALDUR	2,6
AVISO	7,6	EXTRA	2,6
VIKING	7,6	WINNER	2,7
ARTUS	7,7	SMART	2,7
OPONENT	7,7	LISEK	2,8
VECTRA	7,8	MANITOB	2,9
BANJO	7,8	OPONENT	2,9
BALDUR	7,9	CATONIC	2,9
BAROS	7,9	LABRAD	3,0
CALIFOR	7,9	BAROS	3,0
SISKA	7,9	CALIFOR	3,0
LASER	8,1	JESPER	3,0
LABRAD	8,1	EXECUT	3,1
NAVAJO	8,2	DIGGER	3,2
EXECUT	8,2	NAVAJO	3,2
LIPRIMA	8,2	DUBAI	3,2
CARACAS	8,2	AVISO	3,2
DIGGER	8,2	SLOGAN	3,2
JESPER	8,3	LIPRIMA	3,3
CATONIC	8,5	SISKA	3,3
EXTRA	8,6	CARACAS	3,3
DUBAI	8,6	VIKING	3,3
MANITOB	8,6	ARTUS	3,5

Nepatrné rozdíly byly zachyceny u brutto energie řepkových semen, kde individuální hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 27,6 MJ/kg (NAVAJO) do 28,6 MJ/kg (SISKA), s průměrnou hodnotou 28,2 MJ/kg a variačním koeficientem 1,0 %.

*Tab. 12 Brutto energie ve 100% sušině semen řepky (MJ/kg)*

<b>Semena řepky</b>	<b>BE</b>
<b>NAVAJO</b>	27,6
<b>LISEK</b>	27,7
<b>JESPER</b>	27,7
<b>ARTUS</b>	27,9
<b>DIGGER</b>	27,9
<b>VECTRA</b>	28,0
<b>LIPRIMA</b>	28,0
<b>CARACAS</b>	28,0
<b>EXTRA</b>	28,1
<b>BANJO</b>	28,1
<b>CALIFOR</b>	28,1
<b>LABRAD</b>	28,1
<b>MANITOB</b>	28,1
<b>OPONENT</b>	28,2
<b>CATONIC</b>	28,2
<b>BALDUR</b>	28,2
<b>WINNER</b>	28,2
<b>AVISO</b>	28,3
<b>EXECUT</b>	28,3
<b>DUBAI</b>	28,3
<b>VIKING</b>	28,3
<b>LASER</b>	28,4
<b>SLOGAN</b>	28,5
<b>BAROS</b>	28,6
<b>SMART</b>	28,6
<b>SISKA</b>	28,6

#### 4.4 Nutriční hodnota proteinu semen řepky ozimé

Cílem této části práce bylo vzájemné porovnání kvality proteinu obsažených v řepkových semenech u významných odrůd pěstovaných v ČR. Z kvalitativního hlediska je u dusíkatých látek rozhodující obsah jednotlivých aminokyselin – *aminokyselinové spektrum*. Vlastní stanovení aminokyselin bylo provedeno na automatickém analyzátoru aminokyselin AAA 400 firmy INGOS a.s. Praha na základě barvotvorné reakce aminokyselin s oxidačním činidlem-ninhydrinem. Vzorek pro aminoanalýzu byl připraven kyselou hydrolýzou 6N HCl při teplotě 110 °C po dobu 24 hodin. Tato hydrolýza není vhodná pro stanovení sirných aminokyselin. Z uvedeného důvodu nemusí odpovídat hodnota sirných aminokyselin skutečnosti. Vzorek bude obsahovat vyšší hladinu sirných aminokyselin, než kterou uvádíme po provedené aminoanalýze. Pro objektivní posouzení rozdílů v aminokyselinovém složení semen jednotlivých odrůd řepky ozimé jsme vyhodnocení obsahu jednotlivých aminokyselin vyjádřili ve 100% sušině v g/kg.

Z vyhodnocených aminoanalýz je zřejmá velká rozdílnost v obsahu aminokyselin u jednotlivých odrůd řepkových semen, což potvrzuje kvalitativní rozdílnost jejich obsahových proteinů. U jednotlivých aminokyselin zkoumaných odrůd řepkových semen jsme zjistili následující variabilitu (vyjádřeno ve 100% sušině vzorku): kyselina asparagová 10,0 – 16,9 g/kg, threonin 5,5 – 10,0 g/kg, serin 5,6 – 9,9 g/kg, kyselina glutamová 23,4 – 38,2 g/kg, prolin 1,8 – 16,4 g/kg, glycin 6,5 – 12,2 g/kg, alanin 3,2 – 11,0 g/kg, valin 7,8 – 12,5 g/kg, methionin 1,6 – 4,4 g/kg, isoleucin 5,7 – 9,5 g/kg, leucin 9,9 – 16,7 g/kg, tyrosin 4,1 – 6,6 g/kg, phenylalanin 5,8 – 9,7 g/kg, histidin 4,0 – 6,5 g/kg, lysin 10,1 – 14,6 g/kg, arginin 10,2 – 16,9 g/kg.

Velmi zajímavé jsou výsledky, týkající se vyhodnocení aminokyselinového dusíku (AAN) semen řepky ozimé, který se pohyboval u analyzovaných semen v rozmezí individuálních hodnot od 129,5 g/kg do 207,8 g/kg ve 100% sušině vzorků.

Nepostradatelnou živinou všech krmiv a krmných směsí jsou proteiny, respektive jejich základní složky - aminokyseliny. V současné době existují jen omezené zdroje proteinových krmiv, které lze vhodně využít k výživě především monogastrických zvířat. Jednou z možností je využití řepky ozimé jako možný zdroj proteinové komponenty do krmných směsí. V současné době schází komplexní údaje o kvalitě řepkových proteinů, jinak řečeno o jejich aminokyselinovém spektru. V tomto pojetí výsledky této části práce přináší nové až prioritní poznatky.

Cílem této části studie bylo poznání aminokyselinového spektra proteinů v semeni významných kulturních odrůd řepky ozimé, pěstovaných v rámci ČR a provést vzájemné srovnání dosažených výsledků. Základem byla analýza 26 odrůd semen řepky ozimé. Součástí analýzy byl v první fázi stanoven obsah dusíkatých látek (N x 6,25). Obsah dusíku byl stanoven pomocí analyzátoru Büchi Kjeldal, ve druhé fázi byla provedena aminoanalýza – byla použita kyselá hydrolýza 6N HCl po dobu 24 hodin při teplotě 110 °C za použití automatického analyzátoru aminokyselin AAA 400 firmy INGOS-ČR. Obsah dusíkatých látek i aminokyselin byl vyjádřen v g/kg ve 100% sušině vzorku.

Individuální hodnoty kyseliny asparágové se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 10,0 g/kg (LABRADOR) do 16,9 g/kg (LISEK), s průměrnou hodnotou 14,9 g/kg a variačním koeficientem 13,1 %.

Individuální hodnoty threoninu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 5,5 g/kg (LABRADOR) do 10,0 g/kg (AVISO), s průměrnou hodnotou 8,5 g/kg a variačním koeficientem 14,0 %.

*Tab. 13 Kyselina asparágová ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Threonin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

Semena řepky	Asp	Semena řepky	Thre
LABRAD	10,0	LABRAD	5,5
CATONIC	10,8	CATONIC	5,8
SMART	11,7	JESPER	6,5
JESPER	12,1	SMART	7,4
CALIFOR	12,8	CALIFOR	7,4
WINNER	13,4	WINNER	7,4
DIGGER	13,9	EXECUT	7,9
EXECUT	13,9	DIGGER	8,0
SLOGAN	14,7	SISKA	8,4
BAROS	15,2	BALDUR	8,6
SISKA	15,3	MANITOB	8,6
VECTRA	15,6	EXTRA	9,0
CARACAS	15,8	VIKING	9,0
LASER	15,8	SLOGAN	9,0
LIPRIMA	15,8	BAROS	9,1
MANITOB	15,8	VECTRA	9,1
DUBAI	16,0	OPONENT	9,1
ARTUS	16,1	ARTUS	9,2
BALDUR	16,1	LASER	9,2
EXTRA	16,1	BANJO	9,2
OPONENT	16,3	DUBAI	9,3
AVISO	16,4	NAVAJO	9,3
BANJO	16,5	CARACAS	9,6
VIKING	16,6	LISEK	9,7
NAVAJO	16,8	LIPRIMA	9,7
LISEK	16,9	AVISO	10,0

Individuální hodnoty serinu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 5,6 g/kg (LABRADOR) do 9,9 g/kg (AVISO), s průměrnou hodnotou 8,4 g/kg a variačním koeficientem 13,0 %.

Individuální hodnoty kyseliny glutamové se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 23,4 g/kg (LABRADOR) do 38,2 g/kg (NAVAJO), s průměrnou hodnotou 32,5 g/kg a variačním koeficientem 12,0 %.

*Tab. 14 Serin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Kyselina glutamová ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

Semena řepky	Ser	Semena řepky	Glu
LABRAD	5,6	LABRAD	23,4
CATONIC	6,0	CATONIC	25,3
JESPER	6,6	JESPER	26,6
SMART	7,3	WINNER	26,9
WINNER	7,3	SMART	28,7
CALIFOR	7,4	DIGGER	28,9
EXECUT	7,9	CALIFOR	30,6
DIGGER	8,0	BANJO	31,3
SISKA	8,4	DUBAI	31,6
MANITOB	8,5	OPONENT	31,7
BALDUR	8,6	BALDUR	32,5
BAROS	8,7	SISKA	32,6
SLOGAN	8,7	EXECUT	33,0
EXTRA	8,8	BAROS	33,4
BANJO	8,9	SLOGAN	33,5
LIPRIMA	8,9	ARTUS	33,6
VIKING	8,9	VECTRA	34,2
ARTUS	9,0	MANITOB	34,5
OPONENT	9,0	VIKING	35,0
LASER	9,1	LASER	35,4
VECTRA	9,1	EXTRA	35,5
NAVAJO	9,2	LISEK	35,9
DUBAI	9,3	LIPRIMA	36,3
LISEK	9,4	AVISO	37,5
CARACAS	9,6	CARACAS	38,0
AVISO	9,9	NAVAJO	38,2

Individuální hodnoty prolinu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 11,8 g/kg (WINNER) do 16,4 g/kg (SLOGAN), s průměrnou hodnotou 14,9 g/kg a variačním koeficientem 6,7 %.

Individuální hodnoty glycinu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 6,5 g/kg (LABRADOR) do 12,2 g/kg (CARACAS), s průměrnou hodnotou 10,3 g/kg a variačním koeficientem 14,9 %.

*Tab. 15 Prolin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Glycin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

Semena řepky	Pro	Semena řepky	Gly
WINNER	11,8	LABRAD	6,5
SISKA	12,6	JESPER	7,2
MANITOB	13,7	CATONIC	7,3
SMART	14,3	CALIFOR	8,5
ARTUS	14,4	SMART	9,2
VIKING	14,5	WINNER	9,3
BANJO	14,7	OPONENT	9,5
BALDUR	14,7	BALDUR	9,8
VECTRA	14,8	DIGGER	10,0
JESPER	14,8	EXTRA	10,1
LASER	14,9	AVISO	10,3
OPONENT	14,9	EXECUT	10,4
LISEK	15,0	SISKA	10,5
LIPRIMA	15,0	MANITOB	10,8
DIGGER	15,0	BAROS	10,9
EXTRA	15,1	VECTRA	11,0
DUBAI	15,1	BANJO	11,2
CATONIC	15,1	DUBAI	11,2
LABRAD	15,1	ARTUS	11,3
CALIFOR	15,2	SLOGAN	11,3
CARACAS	15,2	LASER	11,5
EXECUT	15,5	LISEK	11,7
BAROS	15,6	LIPRIMA	11,7
AVISO	16,3	VIKING	11,8
NAVAJO	16,4	NAVAJO	12,0
SLOGAN	16,4	CARACAS	12,2



Individuální hodnoty alaninu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 3,2 g/kg (CALIFORNIA) do 11,0 g/kg (DUBAI), s průměrnou hodnotou 6,5 g/kg a variačním koeficientem 37,1 %.

Individuální hodnoty valinu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 7,8 g/kg (LABRADOR) do 12,5 g/kg (VIKING), s průměrnou hodnotou 10,8 g/kg a variačním koeficientem 12,7 %.

*Tab.16 Alanin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Valin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

Semena řepky	Ala	Semena řepky	Val
CALIFOR	3,2	LABRAD	7,8
LABRAD	3,2	CATONIC	8,1
JESPER	3,3	JESPER	8,7
CATONIC	3,5	SMART	9,2
EXTRA	3,6	BALDUR	9,3
BALDUR	4,0	CALIFOR	9,4
AVISO	4,3	WINNER	9,4
EXECUT	5,5	DIGGER	10,1
SMART	5,6	EXECUT	10,7
WINNER	5,6	SISKA	10,8
ARTUS	5,9	BAROS	10,9
SLOGAN	5,9	SLOGAN	10,9
DIGGER	5,9	MANITOB	11,0
BAROS	6,0	EXTRA	11,5
SISKA	6,3	ARTUS	11,6
LISEK	6,5	BANJO	11,6
MANITOB	6,6	OPONENT	11,6
CARACAS	7,3	VECTRA	11,7
VECTRA	7,7	LASER	11,8
OPONENT	8,3	DUBAI	11,8
LIPRIMA	9,2	LIPRIMA	11,8
NAVAJO	9,4	AVISO	12,2
VIKING	9,6	LISEK	12,2
LASER	10,0	CARACAS	12,2
BANJO	10,5	NAVAJO	12,4
DUBAI	11,0	VIKING	12,5

Individuální hodnoty methioninu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 1,6 g/kg (MANITOBA) do 4,4 g/kg (NAVAJO), s průměrnou hodnotou 3,1 g/kg a variačním koeficientem 22,7 %.

Individuální hodnoty isoleucinu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 5,7 g/kg (LABRADOR) do 9,5 g/kg (NAVAJO), s průměrnou hodnotou 8,2 g/kg a variačním koeficientem 13,2 %.

*Tab. 17 Methionin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Isoleucin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

Semena řepky	Met	Semena řepky	Ile
MANITOB	1,6	LABRAD	5,7
EXECUT	2,2	CATONIC	6,1
BANJO	2,2	CALIFOR	6,4
JESPER	2,3	JESPER	6,6
LABRAD	2,5	SMART	7,0
BAROS	2,6	WINNER	7,3
CATONIC	2,7	DIGGER	7,8
DIGGER	2,7	BAROS	7,9
OPONENT	2,8	BALDUR	8,1
SLOGAN	2,8	SLOGAN	8,1
CALIFOR	2,8	SISKA	8,1
VECTRA	2,9	EXECUT	8,2
BALDUR	3,0	OPONENT	8,3
SMART	3,0	BANJO	8,4
LASER	3,1	MANITOB	8,4
WINNER	3,1	LASER	8,7
ARTUS	3,4	VECTRA	8,7
EXTRA	3,4	DUBAI	8,7
DUBAI	3,7	EXTRA	8,9
VIKING	3,7	VIKING	8,9
SISKA	3,9	ARTUS	9,0
LISEK	4,0	LIPRIMA	9,3
LIPRIMA	4,0	CARACAS	9,3
CARACAS	4,0	AVISO	9,5
AVISO	4,1	LISEK	9,5
NAVAJO	4,4	NAVAJO	9,5

Individuální hodnoty leucinu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 9,9 g/kg (LABRADOR) do 16,7 g/kg (NAVAJO), s průměrnou hodnotou 14,2 g/kg a variačním koeficientem 12,9 %.

Individuální hodnoty tyrosinu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 4,1 g/kg (LABRADOR) do 6,6 g/kg (LISEK), s průměrnou hodnotou 5,7 g/kg a variačním koeficientem 12,1 %.

*Tab. 18 Leucin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Tyrosin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

Semena řepky	Leu	Semena řepky	Tyr
LABRAD	9,9	LABRAD	4,1
CATONIC	11,1	CATONIC	4,4
CALIFOR	11,1	SMART	4,6
JESPER	11,7	JESPER	4,7
SMART	12,0	CALIFOR	4,7
WINNER	12,4	MANITOB	5,3
DIGGER	13,3	WINNER	5,3
BALDUR	13,7	SISKA	5,3
BAROS	14,0	BAROS	5,6
SISKA	14,0	EXECUT	5,7
EXECUT	14,1	SLOGAN	5,7
SLOGAN	14,2	DIGGER	5,7
VECTRA	14,6	BANJO	5,8
MANITOB	14,6	BALDUR	5,8
LASER	14,7	ARTUS	5,9
BANJO	14,8	OPONENT	5,9
OPONENT	14,9	EXTRA	6,0
VIKING	14,9	LASER	6,2
ARTUS	15,4	AVISO	6,2
DUBAI	15,4	VIKING	6,2
EXTRA	15,6	CARACAS	6,2
LIPRIMA	15,7	VECTRA	6,3
CARACAS	16,1	DUBAI	6,3
AVISO	16,4	NAVAJO	6,4
LISEK	16,7	LIPRIMA	6,5
NAVAJO	16,7	LISEK	6,6

Individuální hodnoty phenylalaninu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 5,8 g/kg (LABRADOR) do 9,7 g/kg (LISEK), s průměrnou hodnotou 8,1 g/kg a variačním koeficientem 12,7 %.

Individuální hodnoty histidinu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 4,0 g/kg (LABRADOR) do 6,5 g/kg (CARACAS), s průměrnou hodnotou 5,4 g/kg a variačním koeficientem 14,1 %.

*Tab. 19 Phenylalanin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Histidin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

Semena řepky	Phe	Semena řepky	His
LABRAD	5,8	CATONIC	4,0
CATONIC	6,2	LABRAD	4,0
SMART	6,5	JESPER	4,1
JESPER	6,6	CALIFOR	4,1
CALIFOR	6,6	SMART	4,6
WINNER	7,3	BALDUR	4,7
DIGGER	7,4	WINNER	4,8
BALDUR	7,9	DIGGER	4,8
EXECUT	8,0	LASER	5,3
BAROS	8,1	EXECUT	5,4
VECTRA	8,1	SISKA	5,4
SISKA	8,1	ARTUS	5,5
MANITOB	8,2	BAROS	5,6
SLOGAN	8,3	EXTRA	5,7
LASER	8,4	MANITOB	5,7
OPONENT	8,5	AVISO	5,9
ARTUS	8,6	LISEK	5,9
BANJO	8,6	VECTRA	5,9
VIKING	8,6	DUBAI	5,9
LIPRIMA	8,8	OPONENT	5,9
EXTRA	8,9	VIKING	5,9
DUBAI	9,0	SLOGAN	5,9
CARACAS	9,1	BANJO	6,0
AVISO	9,2	LIPRIMA	6,1
NAVAJO	9,2	NAVAJO	6,5
LISEK	9,7	CARACAS	6,5

Individuální hodnoty lysinu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 10,1 g/kg (CATONIC) do 14,6 g/kg (NAVAJO), s průměrnou hodnotou 12,7 g/kg a variačním koeficientem 11,4 %.

Individuální hodnoty argininu se pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 10,2 g/kg (LABRADOR) do 16,9 g/kg (CARACAS), s průměrnou hodnotou 14,5 g/kg a variačním koeficientem 13,9 %.

*Tab. 20 Lysin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Arginin ve 100% sušině semen řepky (g/kg)*

Semena řepky	Lys	Semena řepky	Arg
CATONIC	10,1	LABRAD	10,2
LABRAD	10,2	CATONIC	10,9
CALIFOR	10,4	CALIFOR	11,5
JESPER	10,5	JESPER	11,9
BALDUR	11,2	SMART	11,9
SMART	11,2	WINNER	12,1
WINNER	11,2	DIGGER	12,8
SISKA	11,6	BALDUR	13,4
DIGGER	12,1	EXECUT	14,1
EXECUT	12,5	BAROS	14,7
MANITOB	12,6	SISKA	14,8
BAROS	12,9	SLOGAN	15,2
ARTUS	13,1	VECTRA	15,3
BANJO	13,1	BANJO	15,3
OPONENT	13,2	LASER	15,4
DUBAI	13,3	DUBAI	15,4
VIKING	13,3	ARTUS	15,5
SLOGAN	13,4	OPONENT	15,7
EXTRA	13,7	VIKING	15,7
VECTRA	13,7	MANITOB	15,8
LASER	14,0	EXTRA	16,0
LIPRIMA	14,0	LIPRIMA	16,5
LISEK	14,5	LISEK	16,8
CARACAS	14,5	NAVAJO	16,8
AVISO	14,6	AVISO	16,9
NAVAJO	14,6	CARACAS	16,9

Při vyjádření aminokyselinového dusíku se individuální hodnoty pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 129,5 g/kg (LABRADOR) do 207,8 g/kg (NAVAJO), s průměrnou hodnotou 178,30 g/kg a variačním koeficientem 12,0 %.

Při vyjádření neaminokyselinového dusíku se individuální hodnoty pohybovaly v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé v rozmezí od 22,5 g/kg (BAROS) do 92,7 g/kg (CATONIC), s průměrnou hodnotou 46,00 g/kg a variačním koeficientem 45,7 %.

Tab. 21 Aminokyselinový dusík (AAN) ve 100% sušině semen řepky (g/kg)  
Neaminokyselinový dusík (NAAN) ve 100% sušině semen řepky (g/kg)

Semena řepky	AAN	Semena řepky	NAAN
LABRAD	129,5	BAROS	22,5
CATONIC	137,6	LISEK	24,2
JESPER	144,1	SLOGAN	24,5
CALIFOR	152,0	LIPRIMA	25,9
SMART	154,1	AVISO	27,0
WINNER	154,3	NAVAJO	30,2
DIGGER	166,4	VIKING	30,7
BALDUR	171,4	VECTRA	31,2
EXECUT	175,0	CARACAS	33,1
SISKA	176,1	DUBAI	34,8
BAROS	181,1	LASER	35,4
MANITOB	181,6	EXECUT	37,9
SLOGAN	184,0	OPONENT	38,4
OPONENT	185,6	ARTUS	40,5
ARTUS	187,3	EXTRA	42,3
EXTRA	187,9	SISKA	44,9
BANJO	188,0	BANJO	45,4
VECTRA	188,7	DIGGER	49,6
DUBAI	193,1	MANITOB	53,6
LASER	193,4	SMART	55,5
VIKING	195,2	BALDUR	59,3
LIPRIMA	199,3	WINNER	59,5
AVISO	199,8	CALIFOR	76,3
LISEK	201,1	LABRAD	89,8
CARACAS	202,6	JESPER	90,4
NAVAJO	207,8	CATONIC	92,7

Hodnoty variačního koeficientu u sledovaných chemických charakteristik řepkového semene se pohybovaly v rozmezí od 0,2 % (organická hmota) do 45,7 % (neaminokyselinový dusík). Variační koeficient do 11 % byl zachycen u základních chemických charakteristik řepkového semene. Hodnoty variačního koeficientu nad 11 % byly zachyceny u aminokyselin.

*Tab. 22 Variační koeficienty (%) u sledovaných chemických charakteristik analyzovaných odrůd řepkových semen ve 100% sušině*

<b>Chemické charakteristiky</b>	<b>%</b>
<b>OH</b>	0,2
<b>BE</b>	1,0
<b>Tuk H</b>	3,5
<b>Popel</b>	3,6
<b>Protein</b>	4,1
<b>NDF</b>	6,0
<b>Škrob</b>	6,1
<b>P</b>	6,2
<b>ADF</b>	6,3
<b>Tuk</b>	6,5
<b>Protein</b>	6,7
<b>Vláknina</b>	7,8
<b>Ca</b>	8,6
<b>BNLV</b>	9,9
<b>Mg</b>	11,2
<b>Lys</b>	11,4
<b>Glu</b>	12,0
<b>AAN</b>	12,0
<b>Tyr</b>	12,1
<b>ADL</b>	12,7
<b>Val</b>	12,7
<b>Phe</b>	12,7
<b>Leu</b>	12,9
<b>Ser</b>	13,0
<b>Asp</b>	13,1
<b>Ile</b>	13,2
<b>Arg</b>	13,9
<b>Thre</b>	14,0
<b>His</b>	14,1
<b>Gly</b>	14,9
<b>Met</b>	22,7
<b>Ala</b>	37,1
<b>NAAN</b>	45,7

Tab. 23 Poměr neesenciálních a esenciálních aminokyselin v analyzovaných řepkových semenech

Řepka ozimá	Neesenciální AA	Esenciální AA	Poměr
ARTUS	96,2	91,3	1,1
LASER	102,9	90,6	1,1
AVISO	100,9	98,8	1,0
EXTRA	95,2	92,7	1,0
LISEK	102	99	1,0
BAROS	95,5	85,8	1,1
EXECUT	91,9	83,1	1,1
VECTRA	98,7	90,0	1,1
BANJO	98,9	89,2	1,1
DUBAI	100,5	92,5	1,1
OPONENT	95,6	90,0	1,1
NAVAJO	108,4	99,4	1,1
JESPER	75,3	68,9	1,1
CATONIC	72,4	65,0	1,1
LIPRIMA	103,4	95,9	1,1
VIKING	102,6	92,5	1,1
BALDUR	91,5	79,9	1,1
SLOGAN	96,2	87,8	1,1
SMART	81,4	72,8	1,1
CALIFOR	82,4	69,7	1,2
CARACAS	104,3	98,2	1,1
LABRAD	67,9	61,6	1,1
MANITOB	95,2	86,5	1,1
WINNER	79,6	75,0	1,1
SISKA	91,0	85,1	1,1
DIGGER	87,4	79,0	1,1

## 5. Závěry

Z dosažených výsledků lze vyvodit následující závěry:

- semena ozimé řepky olejky mohou představovat zajímavý zdroj dusíkatých látek (proteinů) využitelných k výživě hospodářských zvířat a současně, vzhledem k vysokému obsahu oleje, jsou i významným zdrojem energie,
- existuje určitá odrůdová rozdílnost v obsahu dusíkatých látek (proteinů), která však není tak výrazná jako u lupinového proteinu, který byl předmětem studie v předcházejícím projektu (*„Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sojových produktů“*, Část I – lupina),
- při sestavování krmných směsí se zastoupením řepkových semen je příznivé, že u 26 analyzovaných odrůd je téměř shodný vzájemný poměr esenciálních a neesenciálních aminokyselin, který se pohybuje v rozmezí hodnot 1,0 – 1,2,



- u základních chemických charakteristik testovaných odrůd ozimé řepky olejky byl zachycen velmi příznivý variační koeficient (do 11 %),
- rovněž variační koeficient u sledovaných aminokyselin v semenech analyzovaných odrůd řepky ozimé měl nízkou hodnotu, pohybující se v rozmezí 12 – 15 %, vyjma aminokyseliny methionin a alanin,
- z výživářského hlediska lze nízkou mezidruhovou rozdílnost v jednotlivých živinách hodnotit příznivě, protože při sestavování krmných směsí nemusíme tak přísně zohledňovat použitou odrůdu na rozdíl od lupinových semen.

## 6. Použitá literatura

Agunbiade J.A., Wiseman J., Cole D.J.A. (1991): Nutritional evaluation of triple low rapeseed products for growing pigs. *Animal Production*, 52: 509-520.

Aherne F.X., Kennelly J.J. (1985): Oilseed meals for livestock feeding. In: Cole D.J.A., Haresign W. (Eds): *Recent developments in pig nutrition*. Butterworths, London, UK. 278-315 pp.

Aldrich G.C., Merchen N.R., Drackley J.K., Gonzalez S.S., Fahey G.C., Berger L.L. (1997): The effects of chemical treatment of whole canola seed on lipid and protein digestion by steers. *Journal of Animal Science*, 75: 502-511.

Aluko R.E., McIntosh T. (2001): Polypeptide profile and functional properties of defatted meals and protein isolates of canola seeds. *Journal of the Science of Food And Agriculture*, 81: 391-396.

AmiPig (2000): AmiPig Database Copyright 2000, AFZ, Ajinomoto Eurolysine, Aventis Animal Nutrition, INRA, ITCF.

Angelovičová M., Magic D., Rohlik V., Slamka P. (1994): Cake as a residue in production of the bio-oil in nutrition of laying type of hens. *Zivocisna Vyroba* 39: 993-1013.

Anonym (1998): Řepka, řepkové šroty a pokrutiny. *Krmivářství*, 5: 9-10.

Anonym (1999): Background of canola varieties. <http://www.canola-council.org/manual/canvarys.htm>

Appelqvist L.A., Ohlson R. (Eds.) (1972): *Rapeseed: Cultivation, composition, processing, and utilization*. Elsevier Publishing Co., London, New York.

Appelqvist L A, Nair B M (1977): Amino-acid composition of some swedish cultivars of brassica species determined by gas-liquid chromatography qualitas. *Plantarum-Plant Foods for Human Nutrition*, 27: 255-263.

Asano J. (1984): Effect of organic manures on quality of vegetables. *Jarq-Japan Agricultural Research Quarterly*, 18: 31-36.

Astrup H.N. (1966): Meld NHL 45. No 22. Cit. Mason R. et al. (1995): Rapeseed –meal glucosinolates and their antinutritional effects. Part 6. Taint in end-products. *Die Nahrung*, 39: 21-31.

Astrup H.N. (1983): Improvements in milk taste obtained with the rapeseed meal products. *Proceedings 6<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Paris: 1622-1627.*

Aufrère J., Graviou D., Demarquilly, C. (1998): The significance of the degradation products of rapeseed meal proteins in the rumen according to different meal processing techniques. *Annales de Zootechnie*, 47: 127-140.

Auld D.L., Mahler K.A., Letourneau D.J. (1986): Evaluation of 4 brassica germplasm collections for fatty-acid composition: *Journal of the American Oil Chemists Society* 66: 1475-1479.

Bachmann M., Theus R., Luthy J., Schlatter C. (1985): The occurrence of goitrogenic substances in milk. 1. Release of goitrin in the milk of cows fed on rapeseed extract cakes. *Z. Lebensmittel-Unters.-Forsch.*, 181: 375-378.

Badshah H., Zeb A., Bibi N., Ali S., Chaudry M.A., Sattar, A. (2001): Utilisation of rapeseed meal/cake in poultry feed. Part II. Effect of incorporating higher levels of rapeseed cake in poultry diet on laying performance of brown-egg layer (Tetra SL). *Pakistan Journal of Scientific a Industrial Research*, 44: 171-174.

Barrefors P., Björck L., Emanuelson M., Wiktorsson H. (1987): *Proceedings 7<sup>th</sup> International Rapeseed Congr. Poznan, Vol. 7: 1831-1835.*

Barrett J.E., Klopfenstein C.F., Leipold H.W. (1998): Alkaline heating of canola and rapeseed meals reduces toxicity for chicks. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 1: 9-15.

Barry T.N., Reid T.C.O., Millar K.R., Sadler W.A. (1981): Nutritional evaluation of kale (*Brassica oleracea*) diets. 2. Copper deficiency, thyroid function and selenium status in young cattle and sheep fed kale for prolonged periods. *J. Agric. Sci. Camb.*, 96: 269-282.

Bell J. M. (1984): Nutrients and toxicants in rapeseed meal. A review. *Journal of Animal Science*, 4: 996-1010.

Bell J.M., Keith M.O., Darroch C.S. (1988): Lysine supplementation of grower and finisher pig diets based on high protein barley, wheat and soybean-meal or canola-meal, with observations on thyroid and zinc status. *Canadian Journal of Animal Science*, 68: 931-940.

Bell J.M., Keith M.O. (1988): Performance of finishing pigs fed canola-meal in growing and finishing diets. *Nutrition Reports International*, 38: 263-274.

Bell J.M., Shires A. (1982): Composition and digestibility by pigs of hull fractions from rapeseed cultivars with yellow or brown seed coats. *Canadian Journal of Animal Science*, 62: 557-565.

- Bell J.M. (1965): Growth depressing factors in rapeseed meal .6. feeding value for growing-finishing swine of myrosinase-free solvent-extracted meal. *Journal of Animal Science*, 24: 1147.
- Bell J.M. (1965): Nutrient requirements for canadian yorkshire swine .v. a study of lysine and protein requirements of finishing pigs weighing from 100 to 200 lb. *Canadian Journal of Animal Science*, 45: 105.
- Bell J.M., Aherne F.X. (1978): In: *Canadian rapeseed meal: Poultry and animal feeding*. Ed. Salmon R.E., Bell J.M., Rapeseed Association of Canada: 18-21.
- Bell J.M., Keith M.O. (1991): A survey of variation in the chemical-composition of commercial canola-meal produced in western canadian crushing plants. *Canadian Journal of Animal Science* 71: 469-480.
- Bell J.M., Keith M.O., Hutcheson D.S. (1991): Nutritional-evaluation of very low glucosinolate canola-meal. *Canadian Journal of Animal Science*, 71: 497-506.
- Bell J.M., Tyler R.T., Rakow, G. (1998): Nutritional composition a digestibility by 80-kg to 100 kg pigs of prepress solvent-extracted meals from low glucosinolate *Brassica juncea*, *B-napus* a *Brapa* seed a of solvent-extracted soybean meal. *Canadian Journal of Animal Science*, 78: 199-203.
- Bengtsson L. (1985): Improvement of rapeseed quality through breeding for high protein content. *Swedish Univ. Agric. Sci., Svalöv, Sweden*.
- Bjergegaard C., Jensen S. K., Quinsac A., Sorensen, H. (1998): Analyses of antinutritional factors in rapeseed. *Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds and Rapeseed*. Series: EAAP European association for animal production publication, 93: 67-90.
- Blafeld S.J. (1976): *J. Agr. Res. Icel.*, 8: 66-85.
- Bourdon D., Perez J.M., Baudet J.J. (1981): Utilization of new types of rapeseed meal by the growing finishing pigs. Influence of glucosinolates and hulls. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 13: 163-178.
- Brabban A.D., Edwards C. (1995): The effects of glucosinolates and their hydrolysis products on microbial-growth. *Journal of Applied Bakteriology*, 79: 171-177.
- Brand T.D., Vandermerwe J.P., Brandt D.A (1999): Full-fat canola seed meal as a protein source for weaner and grower-finisher pigs. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39: 21-28.
- Brettschneider J.G., Jeroch H., Dänicke S., Pikul, J. (1997): Influence of a modified fatty acid profile of egg yolk fat on technological properties of hen's eggs. *Fett-Lipid*, 99: 362-364.
- Bromidge E.S., Wells J.W., Wight P.A. (1985): Elevated bile acids in the plasma of laying hens fed rapeseed meal. *Research in Veterinary Science*, 39: 378-382.

Butler E.J. (1980): Proceedings 6<sup>th</sup> European Poultry Conf., Hamburg, 1: 75-82. Cit. Mason R. et al. (1994): Rapeseed –meal glucosinolates and their antinutritional effects. Part 4. Goitrogenicity and internal organs abnormalities in animals. *Die Nahrung*, 38: 178-191.

Butler E.J., Pearson A.W, Fenwick G.R. (1982): Problems which limit the use of rapeseed meal as a protein-source in poultry diets. *Journal of the science of food and agriculture*, 33: 866-875.

Campbell L.D., Smith T.K. (1979): Responses of growing chickens to high dietary contents of rapeseed meal. *British Poultry Science*, 20:231-237.

Campbell L. D., Schöne F. (1998): Effects of antinutritional factors in rapeseed. Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and rapeseed. Series: EAAP European Association for Animal Production Publication, 93: 185-198.

Campbell L.D., Slominski B.A. (1991): Proceedings GCIRC 8<sup>th</sup> International Rapeseed Congr. Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 2: 442-447.

Campbell G.L., Vanderpoel A.F.B. (1998): Use of enzymes and process technology to inactivate antinutritional factors in legume seeds and rapeseed. Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and rapeseed. Series: EAAP European Association for Animal Production Publication, 93: 377-386.

Castaing J., Gatel F., Evrard J., Melicion, J.P. (1998): A study of the utilisation value of rape seed according to the type of grinding for piglets a growing-fattening pigs. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 30: 289-296.

Cho C.Y., Bayley H.S. (1970): Evaluations of rapeseed and soybean meals as protein sources for swine: Apparent digestibilities of aminoacids. *Canadian Journal of Animal Science*, 50: 521.

Chubb L.G. (1982): Anti-nutritive factors in animal feedstuffs. In: Haresign, W. (Ed). *Recent Advances in Animal Nutrition 1982*. Butterworths, London, UK. 21-37 pp.

Clandinin D.R., Robblee A.R., Slinger S.J. (1986): *Canola Council of Canada*, Publ. No. 59.

Clandinin D.R., Robblee A.R. (1981): Rapeseed meal in animal nutrition: Non-ruminant animals. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 58: 682-686.

Crampton R.F., Gray T.J.B., Grasso P., Parke D.V. (1977): Long-term studies on chemically-induced liver enlargement in rat. 1. Sustained induction of microsomal-enzymes with absence of liver-damage on feeding phenobarbitone or butylated hydroxytoluene. *Toxicology* 7: 289-306.

Curtis R.F., Fenwick G.R., Heaney R.K., Hobson-Frohock A., Land D.G. (1978): Proceedings 5<sup>th</sup> International Rapeseed Conf., Malmö: 300-303.

Dakowski P., Weisbjerg M.R., Hvelplund T. (1996): The effect of temperature during processing of rape seed meal on amino acid degradation in the rumen and digestion in the intestine. *Animal Feed Science and Technology*, 58: 213-226.

Dänicke S., Kracht W., Jeroch H., Zachmann R., Heidenreich E., Löwe R. (1998). Effects of different technical treatments of rapeseed on the feed value for broilers a laying hens. *Archives of Animal Nutrition*, 51: 53-62.

Dänicke S., Zachmann R., Bottcher W., Jeroch, H. (1995): Influence of graded levels of rape seed in laying hen diets on the fatty acid composition of the yolk fat with special consideration of the polyunsaturated fatty acids. *Fett Wissenschaft Technologie - Fat Science Technology*, 97: 194-199.

Danielsen V., Eggum B.O., Jensen S. K., Sorensen, H. (1994): Dehulled protein-rich rapeseed meal as a protein source for early weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology*, 46: 239-250.

Danielsen V., Eggum B.O., Rasmussen K.W., Sörensen H. (1987): Proceedings 7<sup>th</sup> Intern. Rapeseed Congr., Poznan, Vol. 7: 1727-1734.

Deschrijver R., Vandeginste J. (1998): Heat processing of rapeseed meal containing diets: effects on growth performance and ileal nutrient digestibility in pigs. *Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds and Rapeseed*. Series: EAAP European Association for Animal Production Publication, 93: 405-408.

Do Nascimento A.H.D., Gomes P.C., Rostagno H.S., Albino L.F.T., Gomes M.F.M., Runho, R.C. (1998) Use of Canola meal in diets for broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia, -Brazilian Journal of Animal Science* 27:1168-1176.

Dransfield E., Nute G.R., Mottram D.S., Rowan T.G., Lawrence T.L.J. (1985): Pork quality from pigs fed on low glucosinolate rapeseed meal: Influence of level in the diet, sex and ultimate pH. *Journal Sci. Food Agric.*, 36: 546-556.

Eggum B.O., Just A., Sörensen H. (1985): In: *Advances in the production and utilisation of cruciferous crops*. Ed. by Sörensen, H., Rotterdam. 167-176.

Elwinger K.; Saterby B. (1986): Continued experiments with rapeseed meal of a swedish low glucosinolate type fed to poultry .1. Experiments with broiler-chickens. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 16: 27-34.

Elwinger K. (1986): Continued experiments with rapeseed meal of a swedish low glucosinolate type fed to poultry .2. An experiment with laying hens. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 16: 35-41.

Emmanuel B., Goh Y.K., Berzins R., Robblee A.R., Clandinin D.R. (1984): The entry rate of trimethylamine and its deposition in eggs of intact and cecectomized chickens fed rations containing rapeseed meal or supplementary choline *Poultry Science*, 63: 139-143.

Emanuelson M. (1989): PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. Raport 189.

Emanuelson M. (1994): Problems associated with feeding rapeseed meal to dairy cows. In: Garnsworthy P.C., Cole D.J.A (Eds): *Recent Advances in Animal Nutrition 1994*. Nottingham University Press, Loughborough, UK. 189-214 pp.

- Emanuelson M., Ahlin K.A., Wiktorsson H. (1993): Long-term feeding of rapeseed meal a full-fat rapeseed of double low cultivars to dairy cows. *Livestock Production Science*, 33: 199-214.
- Emanuelson M., Murphy M., Lindberg J.E. (1991): Effects of heat-treated a untreated full-fat rapeseed a tallow on rumen metabolism, digestibility, milk composition a milk yield in lactating cows. *Animal Feed Science and Technology*, 34: 291-309.
- Enjalbert F. (1995): Lipids in ruminants diets. 1. Main sources and effects on ruminal digestion. *Revue de Medecine Veterinaire*, 146: 299-308.
- Enjalbert F., Nicot M.C., Bayourthe C., Vernay M., Moncoulon R. (1997): Effects of dietary calcium soaps of unsaturated fatty acids on digestion, milk composition and physical properties of butter. *Journal of Dairy Research*, 64: 181-195.
- Etienne M., Dourmad J.Y., Obidzinski W., Evrard J., Vachot C. (1991): Proceedings GCIRC Eighth International Rapeseed Cong., Saskatoon, Saskatchewan, Canada, Vol. 2: 376-381.
- Evrard J., Bertin V., Eckenfelder B., Le Guen M. P. (1997): Prediction of metabolizable energy of full-fat rapeseed by cockerels, 1 saers, Centre d'Expérimentation de Souches, 72480 Saint Symphorien, France 2 GUYOMARCH N.A., St Nolff, B.P. 234, 56006 Vannes Cedex, France 3 CETIOM, rue Monge, Parc Industriel, 33600 Pessac, France 4 G.I.E. EURETEC II, 12, avenue George V, 75008 Paris, France
- Fan M.Z., Sauer W.C., Delange C.F.M. (1995): Amino acid digestibility in soybean meal, extruded soybean and full-fat canola for early-weaned pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 52: 189-203.
- Fasina Y.O., Campbell, G.L. (1997): Whole canola/pea a whole canola/canola meal blends in diets for broiler chickens. 2. Determination of optimal inclusion levels. *Canadian Journal of Animal Science*, 77: 191-195.
- Fenwick G.R., Curl C.L., Butler E.J., Greenwood N.M., Pearson A.W. (1984 a): Rapeseed meal a egg taint. Effects of low glucosinolate Brassica napus meal, dehulled meal a hulls, a neomycin. *Journal Sci. Food Agric.*, 35: 749-756.
- Fenwick G.R., Curl C.L., Pearson A.W., Butler E.J. (1984 b): The treatment of rapeseed meal a its effects on chemical composition a egg tainting potential. *Journal Sci. Food Agric.*, 35: 757.
- Fenwick G.R., Curtis R.F. (1980): Rapeseed meal and its use in poultry diets. A review. *Animal Feed Science and Technology*, 5: 255-298.
- Fenwick G.R., Pearson A.W., Greenwood N.M., Butler, E.J. (1981): Rapeseed meal tannins a egg taint. *Animal Feed Science and Technology*, 6: 421-431.
- Ferlay A., Doreau, M. (1995): Influence of method of administration of rapeseed oil in dairy cows. 2. Status of divalent cations. *Journal of Dairy Science* 78: 2239-2246.

- Ferlay A., Legay F., Bauchart D., Poncet C., Doreau M. (1992): Effect of a supply of raw or extruded rapeseeds on digestion in dairy cows. *Journal of Animal Science*, 70: 915-923.
- Fisher L.J. (1978): In: Canadian rapeseed meal: poultry and animal feeding. Rapeseed Association of Canada: 22-25.
- Flachowsky G., Richter G.H., Wendemuth M., Mockel P., Graf H., Jahreis G., Lubbe F. (1994): Effect of rapeseed in beef feeding on fatty acid composition, vitamin E content and oxidative stability of body fat. *Z. Ernährungswiss.*, 4: 277-285.
- Flachowsky G., Schöne F., Schaarmann G., Lubbe F., Bohme H. (1997): Influence of oilseeds in combination with vitamin E supplementation in the diet on backfat quality of pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 64: 91-100.
- Focant M., Mignolet E., Marique M., Clabots F., Breyne T., Dalemans D., Larondelle Y. (1998): The effect of Vitamin E supplementation of cow diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk fat oxidation. *Journal of Dairy Science*, 81: 1095-1101.
- Frankiewicz A., Potkanski A., Kracht W., Urbaniak M. (1998): Effect of feed supplementation with phytase on phosphorus utilization by piglets. *Agribiological Research - Zeitschrift für Agrarbiologie Agrikulturchemie Ökologie*, 51: 219-225.
- Friedt W., Luhs W. (1998): Recent development and perspectives of industrial rapeseed breeding. *Fett-Lipid*, 100: 219-226.
- Fritz A., Kinal S., Fuchs B. (1983): *Biul. Przem. Pasz.*, 22: 15-26.
- Gill B.P., Onibi G.E., English P.R. (1995): Food ingredient selection by growing and finishing pigs: Effects on performance and carcass quality. *Journal of Animal Science*, 60, Part 1: 133-141.
- Goh Y.K., Clandinin D.R., Robblee A.R., Darlington K. (1979): Effect of level of sinapine in a laying ration on the incidence of fishy odor in eggs from brown-shelled egg layers. *Canadian Journal of Animal Science*, 59: 313-316.
- Goh Y.K., Robblee A.R., Clandinin D.R. (1983): Influence of glucosinolates and free oxazolidinethione in a laying diet containing a constant amount of sinapine on the trimethylamine content and fishy odor of eggs from brown-shelled egg layers. *Canadian Journal of Animal Science*, 63: 671-676.
- Goh Y.K., Shires A, Robblee A.R. et al. (1982): The effects of hydrous and anhydrous ammonia treatments on the nutritive-value of low glucosinolate-type rapeseed meal (canola-meal) for chicks. *Canadian Journal of Animal Science*, 62: 915-918.
- Goh Y.K., Shires A, Robblee A.R. et al. (1982): Effects of supplementing a laying ration containing rapeseed meal with antibiotic drugs on the fishy odor and trimethylamine content of eggs produced by brown-egg layers. *Canadian Journal of Animal Science*, 62: 919-924.

- Gonda H.L., Lindberg J.E., Bertilsson, J. (1995): Effect of level and degradability of rapeseed meal in rations for dairy cows. 2. Diet digestibility, dietary nitrogen partition and urinary purine derivatives excretion. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A - Animal Science*, 45: 36-44.
- Grala W., Versteegen M. W., Jansman A. J., Huisman J., Wasilewko J. (1998): Nitrogen utilization in pigs fed diets with soybean and rapeseed products leading to different ileal endogenous nitrogen losses. *Journal of Animal Science*, 2: 569-577.
- Greer M.A. (1962): Natural occurrence of goitrogen agents. *Recent Progr. Horm. Res.*, 18: 187-219.
- Griffiths S., Evans P.R. (1985): Breeding ewes - effect of folding on rape during the mating season on lambing performance. *Animal Production*, 40: 565.
- Griffiths N.M., Land D.G., Hobson-Frohock A. (1979): Trimethylamine and egg taint. *British Poultry Science*, 20: 555-558.
- Hairston J.E., Sanford J.O., Watson V.H. (1984): Rape as a winter oilseed crop in Mississippi. *Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station Research Report*, 9: 1-4.
- Hascik P., Kovac M., Hanzlik, K. (1994): Substitution of rape-seed oilcake for soybean meal during the second feeding phase of broilers. *Zivocisna Vyroba*, 39: 1041-1047.
- Heaney R.K., Fenwick G.R. (1995): Natural toxins and protective factors in Brassica species, including rapeseed. *Nat. Toxins*, 3: 233-237.
- Hill R. (1979): A review of the toxic effects of rapeseed meals with observations on meal from improved varieties. *British Veterinary Journal*, 135: 3-16.
- Hill R. (1991): Rapeseed meal in the diets of ruminants. *Nutrition Abstracts a Reviews (Series B)*, 61: 139-155.
- Horiguchi K., Shimizu K., Totsuka K., Yamamoto A., Itoh T., Fujimura S., Ishibashi, T. (1998): White leghorn hens supplied excess choline, rapeseed meal or fishmeal produce fishy odour free eggs. *Animal Science and Technology*, 69: 22-25.
- Hotz C.S., Fitzpatrick D.W., Trick K.D., Labbe M.R. (1997): Dietary iodine and selenium interact to affect thyroid hormone metabolism of rats. *Journal of Nutrition*, 6: 1214-1218.
- Hougen F.W., Stefansson B.R. (1983). Rapeseed. *Adv. Cereal Sci. Tech.*, 5: 261.
- Huang S., Liang M., Lardy G., Huff H.E., Kerley M.S., Hsieh F. (1995): Extrusion processing of rapeseed meal for reducing glucosinolates. *Animal Feed Science and Technology*, 56: 1-9.
- Huard S., Petit H.V., Seoane J.R., Rioux R. (1998): Effects of mechanical treatment of whole canola seeds on performance, diet digestibility and rumen parameters of lambs fed grass silage. *Canadian Journal of Animal Science*, 78: 657-664.



Hussein H.S., Merchen N.R., Fahey G.C. (1995): Effects of forage level and canola seed supplementation on site and extent of digestion of organic matter, carbohydrates, and energy by steers. *Journal of Animal Science*, 73: 2458-2468.

Ibrahim I.K., Hodges R.D., Hill, R. (1980): Haemorrhagic liver syndrome in laying fowl fed doets containing rapeseed meal. *Research in Veterinary Science*, 1: 68-76:

Ibrahim I., Humphreys D.H., Stodulski J.B., Hill, R. (1980): Plasma enzyme activities indicative of liver cell damage in laying fowl given a diet containing 20 per cent or rapeseed meal. *Research in Veterinary Science*, 3: 330-335.

Iwarsson K., Nilsson P.O. (1973): Rapeseed meal as a protein supplement for dairy cos. II. Investigations in rats on tje goitrogenic properties of milk from cos fed raopeseed meal. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 14: 595.

Jahreis G., Richter G.H. (1994): The effect of feeding rapeseed on the fatty-acid composition of milk lipids and on the concentration of metabolites and hormones in the serum of dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition - Zeitschrift Fur Tierphysiologie Tierernahrung und Futtermittelkunde*, 72: 71-79.

Jahreis G., Steinhart H., Pfalzgraf A., Flachowsky G., Schöne F. (1996): Effect of feeding rapeseed oil to diary cows on the fatty acid composition of butterfat. *Z. Ernährungswiss*, 2: 185-190:

Javed M.Y., Pasha T.N., Khaliq A., Mahmud, A. (1999): Use of different levels of rapeseed meal in broiler diets. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 16: 160-163.

Jensen C., Flenstedjensen M., Skibsted L.H., Bertelsen G. (1998): Effects of dietary rape seed oil, copper (II) sulphate and vitamin E on drip loss, colour and lipid oxidation of chilled pork chops packed in atmospheric air or in a high oxygen atmosphere. *Meat Science*, 50: 211-221.

Jensen C., Skibsted L.H., Bertelsen G. (1998): Oxidative stability of frozen-stored raw pork chops, chill-stored pre-frozen raw pork chops, and frozen-stored pre-cooked sausages in relation to dietary CuSO<sub>4</sub>, rapeseed oil and vitamin E. *Zeitschrift Fur Lebensmittel - Untersuchung und - Forschung A - Food Research and Technology*, 207: 363-368.

Jensen, S.K. (1999): Improvement of the nutritional value of rapeseed meal upon continous breeding for low glucosinolate and low dietary fibre content. In: *Proceedings 10th International Rapeseed Congress*. September 26-29, Canberra, Australia. 242

Jensen S.K., Liu Y.G., Eggum B.O. (1995): The effect of heat treatment on glucosinolates and nutritional value of rapeseed meal in rats. *Animal Feed Science and Technology*, 53: 17-28.

Jeroch H., Dänicke S., Brettschneider J.G., Schumann W. (1999): Use of treated rapeseed in brown laying hens. *Bodenkultur*, 50: 45-55.

Jeroch H., Dänicke S., Zachmann, R. (1995): Feeding value and suitability of rape seed expeller in laying hen feeding. *Agribiological Research - Zeitschrift Fur Agrarbiologie Agrikulturchemie Okologie*, 48: 248-256.

Jin B.Q., Zhu Q.Y., Yi P.Z. (1994): Effects of thioglucoside on thyroid and iodine metabolism. *Chuang Hua Yu Fang I Hsueh Tsa Chin*, 28: 333-336.

Johnson I.T. (2002): Glucosinolates: Bioavailability a importance to health. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 72: 26-31.

Kalač, P., Mika, V. (1997): Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech (Native and detrimental substances in plant feeds). *ÚZPI Praha*. 317 s.

Kendall E.M., Ingalls J.R., Boila, R.J. (1991): Variability in the rumen degradability a postruminal digestion of the dry matter, nitrogen and amino acids of canola meal. *Canadian Journal of Animal Science*, 71: 739-754.

Kennedy T.H., Purves H.D. (1941): Studies on experimental goitre. I. The effect of Brassica seed diets on rats. *Brit. J. Exp. Pathol.*, 22: 241.

Kessler B., Pallauf J. (1995): Fatty acid composition of the triglycerides of perirenal and subcutaneous adipose tissue of meat rabbits fed oil from coconut, rape or soybean. *Zuchtungskunde*, 67: 158-168.

Khattak A.B., Zeb A., Bibi N., Chaudry M.A., Mahmood F., Sattar, A. (2001): Utilisation of rapeseed meal/ cake in poultry feed. III. Effect of incorporating increased levels of rapeseed cake (postauto-claving extraction) on performance of brown-egg-layers (Tetra SL). *Pakistan Journal of Scientific a Industrial Research*, 44: 223-226.

Khorasani G.R., de Boer G., Robinson P.H., Kennelly, J.J. (1992): Effect of canola fat on ruminal a total tract digestion, plasma hormones, a metabolites in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 75: 492-501.

Kiiskinen T (1989): Effect of long-term use of rapeseed meal on egg-production. *Annales Agriculturae Fenniae*, 28: 385-396.

Kinal S., Mazanowska A., Gwara T., Kroliczek B. (1981): *Biul. Inf. Przem. Pasz.*, 20: 21-29.

Kirchheim U., Schöne F., Lohnert H.J., Augustini C., Jahreis, G. (1998): Influence on meat and fat quality in fattening bulls and pigs by nutrition. *Zuchtungskunde*, 70: 108-118.

Klecker D., Zeman L., Lichovníková, M. (2002): Řepkové produkty- běžné komponenty ve výživě drůbeže?

Kloss P., Jeffery E., Wallig M., Tumbleson M., Parsons C. (1994): Efficacy of feeding glucosinolate-extracted crambe meal to broiler chicks. *Poultry Science*, 73: 1542-1551.

Kossaibati M.A., Bryant M.J. (1994 a): Effects of rapeseed-meal and fish-meal supplementation of maize silage-based diets upon voluntary intake, live-weight gain and wool growth of store lambs. *Animal Production*, Part 1, 58: 49-56.

Kossaibati M.A., Bryant M.J.. (1994 b): Effects of rapeseed-meal and fish-meal supplementation of maize silage-based diets upon the tissue growth and body composition of store lambs. *Animal Production*, Part 1, 58: 57-63.

Kracht W., Jeroch H., Matzke W. (1996): The influence of feeding rapeseed on growth and carcass fat quality of pigs. *Fett-Lipid*, 98: 343-351.

Kracht W., Jeroch H., Dänicke S., Matzke W., Hennig, U., Schumann, W. (1999): Nutritional evaluation of rapeseed cake from dehulled rapeseed fed for piglets a growing-finishing pigs. In: *New Horizons for an old crop. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, Canberra, Australia.* <[www.regional.org.au/au/gcirc/1/212.htm](http://www.regional.org.au/au/gcirc/1/212.htm)>

Kramer J.K.G., Sauer F.D., Farnworth E.R., Stevenson D., Rock G.A. (1998): Haematological and lipid changes in newborn piglets fed milk-replacer diets containing erucic acid. *Lipids*, 33: 1-10.

Kreuzer M., Gerhardy H., Ossowski D., Voss G.E.M. (1995): Improved storage and dietetic properties of carcass fat tissues in growing Holstein as well as Charolais x Holstein bulls fed full-fat rapeseed. *Archiv Fur Tierzucht - Archives of Animal Breeding*, 38: 163-175.

Kücke M. (1993): The efficiency of rapeseed oil cake as fertilizer. *Agribiological Research-Zeitschrift fur Agrarbiologie Agrikulturchemie Okologie*, 46: 269-276.

Kursa J., Rambeck W.A., Kroupova V. (1998): Occurrence of struma in cattle in the Czech Republic. *Tierarztliche praxis ausgabe grobtiere nutztiere*, 26: 326-331.

Kutáček M. (1986): Glukosinoláty, jejich stav, metabolismus a fyziologický význam v rostlinách. In: *Sborník referátů ze školení k problematice glukosinolátů u ozimé řepky. Výzkumná stanice olejnin, Opava.* 1-20.

Laarveld B., Brockman R.P., Christensen D.A. (1981): The effects of Toner and Midas rapeseed melas on milk production and concentrations of goitrogens and kosine in milk. *Canadian Journal of Animal Science*, 61: 131.

Lacki K., Duvnjak Z. (1999): A method for the decrease of phenolic content in commercial canola meal using an enzyme preparation secreted by the white-rot fungus *Trametes versicolor*. *Biotechnology and Bioengineering*, 62: 422-433.

Lacount D.W., Drackley J.K., Laesch S.O., Clark J.H. (1994): Secretion of oleic acid in milk fat in response to abomasal infusions of canola or high oleic sunflower fatty acids. *Journal of Dairy Science*, 77: 1372-1385.

Larbier Z. M., Chagneau A. M., Geraert P.A. (1993): Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and aminoacids of rapeseed and soybean meals in broilers. *Poult. Sci.*, 2: 289-295.

Lardy G. P., Catlett G. E., Kerley M. S., Paterson, J. A. (1993): Determination of the ruminal escape value and duodenal aminoacid flow of rapeseed meal. *Journal of Animal Science*, 11: 3096-3104:

Lardy G.P., Kerley M.S. (1994): Effect of increasing the dietary level of rapeseed meal on intake by growing beef steers. *Journal of Animal Science*, 72: 1936-1942.

Larmond E., Salmon R.E., Klein K.K. (1983): Effect of canola-meal on the sensory quality of turkey meat. *Poultry Sci.*, 62: 397-400.

Larsen T., Sandström B. (1992): Effect of calcium, copper and zinc levels in a rapeseed meal diet on mineral and trace element utilization in the rat. *Biol. Trace Elem. Res.*, 2: 167-184:

Ledoux D.R., Belyea R.L., Wallig M.A., Tumbleson M.E. (1999): Effects of feeding crambe meal upon intake, gain, health and meat quality of broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology* 76: 227-240.

Lee P.A., Hill, R. (1983): Voluntary food intake of growing pigs given diets containing rapeseed meal, from different types a varieties of rape, as the only protein supplement. *British Journal of Nutrition*. 50: 661-671.

Lee P.A., Hill, R. (1985 a): Studies on rapeseed meal from different varieties of rape in the diets of gilts. I. Effects on attainment of puberty, ovulation rate, conception a embryo survival of the first litter. *British Veterinary Journal*, 141: 581-591.

Lee P.A., Hill R., Ross, E.J. (1985 b): Studies on rapeseed meal from different varieties of rape in the diets of gilts. II. Effects on farrowing performance of gilts, performance of their piglets to weaning a subsequent conception of the gilts. *British Veterinary Journal*, 141: 592-602.

Lee P.A., Pittam S., Hill, R. (1984): The voluntary food intake by growing pigs of diets containing 'treated' rapeseed meals or extracts of rapeseed meal. *British Journal of Nutrition*, 52: 159-164.

Lichovnikova M. (2002): Použití tepelně upraveného řepkoveho krmiva ve výživě slepic (The use of extruded rapeseed feed in layers nutrition). Doctoral thesis. Mendel University of Agriculture a Forestry Brno. 177 pp.

Lichovníková M., Klecker D., Zeman L. (2000): The effect of extruded rapeseed feed on laying performance and quality of eggs. *Czech Journal of Animal Science*, 45: 493--499.

Lichovníková M., Zeman, L., Klecker D. (2000): Effects of feeding extruded rapeseed to laying hens on their performance and eggquality. In *Abstracts and Proceedings of XXI World's Poultry Congress*. Montréal, Canada: World's Poultry Science Association, 2000, s. P6.15.

Lieder I.E. (1980): Cit dle: Sommer A., Chrenkova M., Ceresnakova Z., Peisker M.: Influence of physical treatment of rape expeller, wheat, maize and maize gluten feed on degradability in the rumen and on the enzymatic in-vitro digestibility of nondegraded crude protein: *Archives of Animal Nutrition-Archiv fur Tierernahrung* 46 (2): 207-215 1994

Lipinska H. (1967): *International Symp. Chem. Tech. Rapeseed oil and other cruciferae oils*, Gdansk: 515-519.

Liu Y.G., Jensen S.K., Eggum, B.O. (1995): The influence of seed size on digestibility a growth performance of broiler chickens fed full-fat rapeseed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67: 135-140.

Liu Y.G., Smits B., Steg A., Jongbloed R., Jensen S.K., Eggum B.O. (1995): Crambe meal: Digestibility in pigs and rats in comparison with rapeseed meal. *Animal Feed Science and Technology*, 52: 257-270.

MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food) (1990): UK tables of nutritive value and chemical composition of feedingstuffs. Rowett Research Services Ltd, Aberdeen, UK. 420 pp.

Mansbridge R.J., Blake, J.S. (1997): Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. *British Journal of Nutrition*, 78, Supplement 1: S37-S47.

Marangos A.G., Hill R. (1977): Influence of rapeseed and mustardseed meals on reproductive efficiency in gilts. *British Veterinary Journal*, 133: 46-55.

March B.E., Macmillan C. (1980): Choline concentration and availability in rapeseed meal. *Poult. Sci.*, 59,: 611-615.

Marsman G.J.P., Gruppen H., Vanzuilichem D.J., Resink J.W., Voragen A.G.J. (1995): The influence of screw configuration on the in vitro digestibility and protein solubility of soybean and rapeseed meals. *Journal of Food Engineering*, 26: 13-28.

Martland M.F., Butler E.J., Fenwick G.R. (1984): Rapeseed induced liver haemorrhage, reticulolysis a biochemical changes in laying hens - the effects of feeding high a low glucosinolate meals. *Research in Veterinary Science*, 36: 298-309.

Maskell I., Smithard R. (1994): Degradation of glucosinolates during in vitro incubations of rapeseed meal with myrosinase (EC 3.2.3.1) and with pepsin (EC 3.4.23.1)-hydrochlorid acid, and contents of porcine small intestine and caecum. *British Journal of Nutrition*, 3: 455-466.

Mawson R., Heaney R. K., Piskula, M. Kozłowska, H. (1993): Rapeseed meal-glucosinolates and their antinutritional effects. Part 1. Rapeseed production and chemistry of glucosinolates. *Die Nahrung*, 37: 131-140.

Mawson R., Heaney R. K., Zdunczyk Z., Kozłowska H. (1994): Rapeseed meal-glucosinolates and their antinutritional effects. Part 4. Goitrogenicity and internal organs abnormalities in animals. *Die Nahrung*, 38: 178-191.

Mawson R, Heaney R K, Zdunczyk Z, Kozłowska H. (1995): Rapeseed meal-glucosinolates and their antinutritional effects. Part 6. Taint in end-products. *Nahrung-Food*, 39: 21-31.

Mawson R, Heaney R K, Zdunczyk Z, Kozłowska H. (1995): Rapeseed meal-glucosinolates and their antinutritional effects. Part 7. Processing. *Nahrung-Food*, 39: 32-41.

Mayombo A.P., Baldwin P., Wathélet J.P., Marlier M., Istasse L. (1997): Incorporation of rapeseed meal extracted by pressure in a diet for growing fattening bulls .1. Intake, digestibility and fermentation in the rumen. *Annales de Zootechnie* 46: 57-70.

McAllister T.A., Stanford K., Wallins G.L. Reaney M.J.T., Cheng K.J. (1999): Feeding value for lambs of rapeseed meal arising from biodiesel production. *Animal Science*, 68, Part 1: 183-194.

- McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D., Morgan C.A. (1985): *Animal Nutrition*. Fifth Edition. Longman Scientific and Technical, Harlow, UK. 519-521 pp.
- McIntosh M.K., Aherne F.X. (1981): 61<sup>st</sup> Agric. And Forestry Bulletin Special Issue. Univ. of Alberta. 16-17.
- McIntosh M.K., Aherne F.X. (1982): 61st Annual Feeders Day Report Univ of Alberta. Cit.
- Mason R. et al. (1994): Rapeseed –meal glucosinolates and their antinutritional effects. Part 3. Animal growth and performance. *Die Nahrung*, 38: 167-177.
- McKinnon P.J., Christensen D.A. (1992): Proceedings World Conf. on Oilseed Technol. and Utilisation, Budapest: 449-462.
- Mińkowski K. (1999): Influence of variety and size of winter rapeseed on chemical composition of hull and embryo. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego*, 36: 207-215.
- Moss A. (2002): The effects of long-term feeding of extracted rapeseed meal and whole rapeseed on the physical and financial performance, health and welfare of high yielding dairy cows. HGCA Report No. OS59. 40 pp.
- Moss, A.R., Givens D.I. (1994): The chemical-composition, digestibility, metabolizable energy content and nitrogen degradability of some protein-concentrates. *Animal Feed Science and Technology*, 47: 335-351.
- Mueller M.M., Ryl E.B., Fenton T., Clandinin D.R. (1978): Cultivar and growing location differences on the sinapine content of rapeseed. *Canadian Journal of Animal Science*, 58: 579-583.
- Murphy D.J. (1996): Engineering oil production in rapeseed and other oil crops. *Trends in Biotechnology*, 14: 206-213.
- Murphy J.J., Connolly J.F., McNeil, G.P. (1995 a): Effects on milk fat composition and cow performance of feeding concentrates containing full fat rapeseed and maize distillers' grains on grass silage based diets. *Livestock Production Science*, 44: 1-11.
- Murphy J.J., Connolly J.F., McNeil, G.P. (1995 b): Effects on cow performance and milk fat composition of feeding full fat soyabeans and rapeseed to dairy cows at pasture. *Livestock Production Science*, 44: 13-25.
- Mustafa A.F., McKinnon J.J., Christensen D.A. (2000): Protection of canola (low glucosinolate rapeseed) meal and seed protein from ruminal degradation. - Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13: 535-542.
- Mutalab S., Smithard R.R. (1994). Processing rapeseed products to reduce anti-nutritional effects. Proceedings of the Ninth European Poultry Conference. Volume 2, Glasgow, UK. 145-148 pp.
- Naczek M., Amarowicz R., Pink D., Shahidi F. (2000): Insoluble condensed tannins of canola/rapeseed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 1758-1762.

Nasi J.M., Helander E.H., Partanen K.H. (1995): Availability for growing pigs of minerals and protein of a high phytate barley-rapeseed meal diet treated with *Aspergillus niger* phytase or soaked with whey. *Animal Feed Science and Technology*, 56: 83-98.

Nassar A.R., Goeger M.P., Arscott G.H. (1985): Effect of canola-meal in laying hen diets. *Nutrition Reports International*, 31: 1349-1355.

NIAB (2002) (National Institute of Agriculture Botany): [www](http://www.niab.co.uk).

Nieschlag, H.J., Wolff I.A., Hagemann J.W. (1964): Brassylic acid esters as plasticizers for poly vinyl chloride. *Industrial & Engineering Chemistry Product Research and Development* 3: 146.

Nugon-Baudon L., Rabot S., Flinois J.P., Lory S., Beaune P. (1998): Effect of the bacterial status of rats on the changes in some liver cytochrome P 450 (EC 1.14.14.1) apoproteins consequent to a glucosinolate-rich diet. *British Journal of Nutrition*, 3: 231-234.

Obadalek J., Vymola J., Kosar K. (1997). Rapeseed cake in diets for laying hens. *Zivocisna Vyroba*, 42: 23-26.

OECD (2001) (Organisation for Economic Cooperation a Development): Consensus Document on key nutrients a key toxicants in low erucic acid rapeseed (canola). Series on the Safety of Novel Foods a Feeds No. 1. OECD, Paris, France. 25 pp.

Ohlson J.S.R. (1983): Rapeseed Oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 60: 385-386 .

Onibi G.E., Scaife J.R., Murray I., Fowler V.R. (1998): Use of alpha-tocopherol acetate to improve fresh pig meat quality of full-fat rapeseed-fed pigs. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 75: 189-198.

Paik I.K. (1991): Nutritional value of proceed rapeseed meal. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 289: 403-414.

Papas A, Campbell L.D., Cansfield P.E. (1979): Study of the association of glucosinolates to rapeseed meal-induced hemorrhagic liver in poultry and the influence of supplemental vitamin-K. *Canadian Journal of Animal Science*, 59: 133-144.

Papas A., Campbell L.D., Cansfield, P.E., Ingalls J.R. (1979): Effect of glucosinolates on egg iodine and thyroid status of poultry. *Canadian Journal of Animal Science*, 59: 119-131.

Papas A., Ingalls J.R., Campbell L.D. (1979): Studies on the effects of rapeseed meal on thyroid status of cattle, glucosinolate and iodine content of milk and other parameters. *Journal of Nutrition*, 109: 1129-1139.

Pearson A.W., Butler E.J. (1978): Pathological and biochemical observations on subclinical cases of fatty-liver haemorrhagic syndrome in the fowl. *Research in Veterinary Science*, 24: 65-71.

- Pearson A.W., Butler E.J., Curtis R.F., Fenwick G.R., Hobson-Frohock A., Land D.G. (1979): Rapeseed meal and egg taint: Demonstration of the metabolic defect in male and female chicks. *Veterinary Record*, 104: 318-319.
- Pearson A.W., Butler E.J., Curtis R.F., Fenwick G.R., Hobson-Frohock A., Land D.G., Hall S.A. (1978): Effects of rapeseed meal on laying hens (*Gallus domesticus*) in relation to fatty liver-haemorrhagic syndrome a egg taint. *Research in Veterinary Science*, 25: 307-313.
- Pearson A.W., Greenwood N.M., Butler E.J., Fenwick G.R. (1980): Low glucosinolate rapeseed meal and egg taint. *Veterinary Record*, 106: 560.
- Pearson A.W., Greenwood N.M., Butler E.J., Fenwick G.R. (1981): The inhibition of trimethylamine oxidation in the domestic fowl (*Gallus domesticus*) by antithyroid compounds. *Comp. Biochem. Physiol.*, C 69: 307-312.
- Pearson A.W., Greenwood N.M., Butler E.J., Fenwick G.R. (1983): Biochemical changes in layer and broiler chickens when fed on a high glucosinolate rapeseed meal. *British Poultry Science*, 3: 417-427.
- Petit H.V., Rioux R., Doliveira P.S., Doprado I.N. (1997): Performance of growing lambs fed grass silage with raw or extruded soybean or canola seeds. *Canadian Journal of Animal Science*, 77: 455-463.
- Piepenbrink M.S., Schingoethe D.J. (1998): Ruminant degradation, amino acid composition, a estimated intestinal digestibilities of four protein supplements. *Journal of Dairy Science*, 81: 454-461.
- Pisarikova B., Herzig I., Riha J. (1996): Inorganic anions with potential strumigenic effects in potable water for humans and animals. *Veterinarni Medicina*, 41: 33-39.
- Plaisance R., Petit H.V., Seoane J.R., Rioux R. (1997): The nutritive value of canola, heat-treated canola and fish meals as protein supplements for lambs fed grass silage. *Animal Feed Science and Technology*, 68: 139-152.
- Princen L.H., Rothfus, J.A. (1984): Development of new crops for industrial raw materials. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 61: 281-289.
- Pullar D. (1995): Maize gluten and rapeseed meal as protein supplements to barley or wheat for intensively finished charolais-cross bulls. *Animal Science*, 60: 49-54.
- Rao P. S., Lakshmy R. (1995): Role of goitrogens in iodine deficiency disorders and brain-development. *Indian Journal of Medical Research*, 102: 223-226.
- Riccardi G., Rivellese A.A. (2000): Dietary treatment of the metabolic syndrome - the optimal diet. *British Journal of Nutrition*, 83, Suppl. 1: S143-S148.
- Richter G., Lemser A., Bargholz J. (1996 c): Rapeseed and rapeseed meal as components in diets of laying hens. *Archive of Animal Nutrition- Archiv fur Tierenahrung*, 49: 229-241.



- Richter G., Lemser A., Bargholz J., Carlsohn H. (1996 b): Testing of the applicability of rapeseed a rapeseed meal in fattening broilers. *Wirtschaftseigene Futter*, 42: 52-66.
- Richter G., Lemser A., Schwartze J. (1996 a): Rapeseed a extracted crushed rapeseed as components of poultry feed. *Muhle und Mischfuttertechnik*, 133: 407-409.
- Robblee A.R., Clandini D.R. (1986): Rapeseed meal in rations for breeder turkeys. *Canadian Journal of Animal Science*, 47,;: 127.
- Rodehutsord M., Faust M., Hof, C. (1997): Digestibility of phosphorus in protein-rich ingredients for pig diets. *Archiv fur Tierernahrung*, 3: 201-211.
- Roland N., Rabot S., Nugon-Baudon L. (1996): Modulation of the biological effect of glucosinolates by inulin and oat fibre in gnotobiotic rats inoculated with and human whole faecae flora. *Food and Chemical Toxicology*, 8: 671-677.
- Rothmaier D.A., Kirchgessner M. (1988): The long-range feeding of canola-meal to laying hens. *Landwirtschaftliche Forschung*, 41: 140-150.
- Rothmaier D.A., Kirchgessner M. (1995): Feeding of 00-rape seed to fattening chickens and laying hens. *Archiv fur Geflugelkunde*, 59: 241-246.
- Rowan T.G. (1983): PhD Thesis, University of Liverpool.
- Rowan T.G., Lawrence T.L.J. (1979): Some studies on the utilization of low glucosinolate, low erucic-acid rapeseed meals by the growing-pig. *Animal Production*, 28: 435-435.
- Rozan P., Villaume C., Bau H.M., Schwertz A., Nicolas J.P., Mejean L. (1996): Detoxication of rapeseed meal by *Rhizopus oligosporus* sp-T3: A first step towards rapeseed protein concentrate. *International Journal of Food Science and Technology*, 31: 85-90.
- Rozan P., Villaume C., Mejean L. (1998): Food intake of growing and adult rats fed rapeseed meal detoxified by *Rhizopus microsporus* var. *chinensis* Schwertz. Series: EAAP European Association for Animal Production Publication, 93: 199-203.
- Rymer C., Short F. (2003): The nutritive value for livestock of UK oilseed rape a rapeseed meal. HCGA Research Review, No. OS14.
- Ryšavý P. (1998): Glukosinoláty. *Krmivářství*, 5: 13-14.
- Salmon R.E., Gardiner E.E., Klein K.K., Larmond E. (1981): Effect of canola (low glucosinolate rapeseed) meal, protein and nutrient density on performance, carcass grade, and meat yield, and of canola-meal on sensory quality of broilers. *Poultry Science*, 60: 2519-2528.
- Salo M. L. (1982): Nutritive-value of rapeseed meals and cakes for pigs and sheep. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*, 54: 305-312.
- Salo M.L. (1982): Rapeseed meal as a protein-source for growing-pigs *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*, 54, 313-320.

- Sandberg A.S., Larsen T., Sandström B. (1993): High dietary calcium level decreases colonic phytate degradation in pigs fed a rapeseed diet. *Journal of Nutrition*, 3: 559-566.
- Sarwar G., Bell J.M., Sharby T.F., Jones J.D. (1981): Nutritional evaluation of meals and meal fractions derived from rape and mustard seed. *Canadian Journal of Animal Science*, 61: 719.
- Schermerhorn R.W. (1986): Rapeseed. In: *International Market Profile*. Bull. 660. Idaho Agric. Exper. Sta., Moscow, ID.
- Schöne F., Ludke H., Kirchheim U. (1995): Evaluation of aspergillus-niger phytase and phosphate with weaned piglets .2. content and gain of protein, fat, energy, ash, Ca and P in the animal body. *Archives of Animal Nutrition-Archiv für Tierernährung*, 47: 219-228.
- Schöne F., Hennig B., Groppe B., Lange R., Schneider A., Jahreis G. (1991): Proceedings GCIRC 8<sup>th</sup> Intern. Rapeseed Congr. Canada 2: 382-389.
- Schöne F., Hartung H., Jahreis G., Graf T., Tischendorf F. (1998): Evaluation of high fat rape feeds (Seed and cake) on breeding sows - feed intake, rearing results and milk fat composition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition - Zeitschrift Für Tierphysiologie Tierernährung und Futtermittelkunde*, 79: 184-197.
- Schöne F., Jahreis G., Lange R., Seffner W., Groppe B., Hennig A., Ludke, H. (1990): Effects of varying glucosinolates and iodine intake via rapeseed meal on serum thyroid hormone level and total iodine in the thyroid in growing pigs. *Endocrinol. Exp.*, 4: 415-427:
- Schöne F., Jahreis G., Richter G., Lange R. (1993): Evaluation of rapeseed meals in broiler chicks of iodine supply and glucosinolate degradation by myrosinase or copper. *Journal Sci. Food Agric.*, 61: 245-252.
- Schöne F., Kircheim U., Lange R. (1993): Use of Rapeseed in Pig Feeding. *Fett Wissenschaft Technologie - Fat Science Technology* 95, Sp. Iss.: 566-570.
- Schöne F., Kircheim U., Schumann W., Lüdke H. (1996): Apparent digestibility of high-fat rapeseed press cake in growing pigs a effects on feed intake, growth a weight of thyroid a liver. *Animal Feed Science and Technology*. 62: 97-110.
- Schöne F., Leiterer M., Hartung H., Jahreis G., Tischendorf F. (2001): Rapeseed glucosinolates a iodine in sows affect the milk iodine concentration a iodine status of piglets. *British Journal of Nutrition*, 85: 659-670.
- Schöne F., Leiterer M., Jahreis G., Rudolph B. (1997): Effect of rapeseed feedstuffs with different glucosinolate content and iodine administration on gestating and lactating sow. *Journal of Veterinary Medicine Series A - Zentralblatt Für Veterinarmedizin Reihe A - Physiology Pathology Clinical Medicine*, 44: 325-339.
- Schöne F., Paetzelt H., Lange R., Jahreis G., Ludke, H. (1994): Influence of feed with thioglycosides on growth, thyroid hormone and thiocyanate status of pig and poultry. *Berliner und Munchener Tierärztliche Wochenschrift*, 107: 418-421.

Schöne F., Tischendorf F., Kirchheim U., Reichardt W., Bargholz J. (2002): Effects of high fat rapeseed press cake on growth, carcass, meat quality a body fat composition of leaner a fater pig cross breeds. *Animal Science*, 74: 285-297.

Schuld F.W., Bowland J.P. (1968): Dietary rapeseed meal for swine reproduction. *Canadian Journal of Animal Science*, 48: 57-64.

Schwarz F.J., Kirchgessner M. (1989): Feeding grains of various legumes (field bean, pea and lupin) and low and double low rapeseed meal to fattening bulls. 1. Substitution of soybean-meal. *Zuchtungskunde*, 61: 71-82.

Seth P.C.C., Clandinin D.R. (1973): Metabolizable energy value and composition of rapeseed meal and of fractions derived there from by air-classification. *British Poultry Science*, 14: 499.

Siljanderrasi H., Valaja J., Alaviuhkola T., Rantamaki P., Tupasela T. (1996): Replacing soya bean meal with heat-treated, low-glucosinolate rapeseed meal does not affect the performance of growing-finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 60: 1-12.

Skoglund E., Nasi M., Saberg A.S. (1998): Phytate hydrolysis in pigs fed a barley-rapeseed meal diet treated with *Aspergillus niger* phytase of steeped with whey. *Canadian Journal of Snímal Science*, 78: 175-180.

Slominski B.A. (1997): Developments in the breeding of low fibre rapeseed/canola. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 6: 303-317.

Smith T.K., Campbell L.D. (1976): Rapeseed meal glucosinolates – metabolism and effect on performance in laying hens. *Poultry Science*, 55: 861-867.

Smith W.K., MacLeod M.G., Tullett S.G., Klandorf H. (1979): Effect of rapeseed meal on the energy-metabolism of laying hens. *British Poultry Science*, 20: 453-462.

Smithard R. (1993): Full fat rapeseed for pig a poultry diets. *Feed Compounder*, 35-38.

Smulikowska S., Pastuszewska B., Ochtabinska A., Mieczkowska A. (1998): Composition and nutritional value for chickens and rats of seeds, cake and solvent meal from low-glucosinolate yellow-seeded spring rape and dark-seeded winter rape. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 7: 415-428.

Solomon M.B., Lynch G.P., Paroczay E., Norton S. (1991): Influence of rapeseed meal, whole rapeseed, and soybean meal on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from ram lambs. *Journal of Animal Science*, 10: 4055-4061.

Soukupova Z., Pribylova J., Pribyl J., Vymola, J. (1995): Replacement of soybean and maize meal in goose broiler diets by rapeseed, wheat, barley and pea. *Zivocisna Vyroba*, 40: 129-133.

Spiegel C., Blum, J.W. (1993): Lower food intake is a promary cause of reduced growth rate in growing pigs fed rapeseed presscake meal. *Journal of Nutrition*, 123: 1562-1566.

Stedman J.A., Hill, R. (1987): Voluntary food intake in a limited time of lambs a calves given diets containing rapeseed meal from different types a varieties of rape, a rapeseed meal treated to reduce the glucosinolate concentration. *Animal Production*, 44: 75-82.

Subuh A.M.H., Rowan T.G., Lawrence T.L.J. (1994): Effect of heat or formaldehyde treatment and differences in basal diet on the rumen degradability of protein in soyabean meal and in rapeseed meals of different glucosinolate content. *Animal Feed Science and Technology*, 49: 297-310.

Subuh A.M.H., Rowan T.G., Lawrence T.L.J. (1995): Toxic moieties in ruminal and duodenal digesta and in milk, and hepatic integrity in cattle given diets based on rapeseed meals of different glucosinolate contents either untreated or treated with heat or formaldehyde. *Animal Feed Science and Technology*, 52: 51-61.

Suchý P., Straková E., Herzig I. (2006): Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů. Část I – lupina. Vědecký výbor výživy zvířat, VÚŽV Praha. 54 s.

Summers J. D., Leeson S., Spratt D. (1988): Canola-meal and egg size. *Canadian Journal of Animal Science*, 68: 907-913.

Summers J.D., Leeson S., Slinger S.J. (1978): Performance of egg-strain birds during their commercial life-cycle when continuously fed diets containing tower rapeseed gums. *Canadian Journal of Animal Science*, 58: 183-189.

Summers J.D., Spratt D., Bedford M. (1990): Factors influencing the response of broiler-chickens to calcium supplementation of canola-meal. *Poultry Science*, 69: 615-622.

Summers J.D., Spratt D., Bedford M (1992): Sulfur and calcium supplementation of soybean and canola-meal diets. *Canadian Journal of Animal Science*, 72: 127-133.

Szterk P., Podkowka W., Dorszewski, P., Podkowka Z. (1997): Use of rapeseed cake for feeding of broiler chickens. *Rosliny Oleiste*, 18: 575-580.

Thacker P.A. (1998): Effect of micronization of full-fat canola seed on performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology* 71: 89-97.

Thacker P.A. (2001): Effect of enzyme supplementation on the performance of growing-finishing pigs fed barley-based diets supplemented with soybean meal or canola meal. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 14: 1008-1013.

Thomke S., Elwinger K., Rundgren M., Ahlström, B. (1983): Rapeseed meal of swedish low-glucosinolate type fed to broiler-chickens, laying hens and growing-finishing pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 33: 75-96.

Thomke S., Pettersson H., Neil M., Hakansson J. (1998): Skeletal muscle goitricin concentration and organ weights in growing pigs fed diets containing rapeseed meal. *Animal Feed Science and Technology*, 73: 207-215.

- Timms L.M. (1983): Forms of leg abnormality observed in male broilers fed on a diet containing 12,5 percent rapeseed meal. *Research in Veterinary Science*, 2: 182-189.
- Urbaniak M., Potkanski A. (1991): *Rocz. AR Poznan. Zoot*, 41: 37-44.
- Uzieblo L., Danczak A., Bednarczyk M., Wojdala D. (1988): *Ann. Scientiarum Stetinenses*, 3: 79-90.
- Uzieblo L., Danczak A., Tarasewicz Z., Sczerbinska D. (1992): *Rocz. Nauk. Zoot.*, 19: 199-209.
- Vanhatalo A., Aronen I., Varvikko, T. (1995): Intestinal nitrogen digestibility of heat-moisture treated rapeseed meals as assessed by the mobile-bag method in cows. *Animal Feed Science and Technology*, 55: 139-152.
- Vermorel M., Evrard J. (1987): Valorization of rapeseed meal. 4. Effects of iodine, copper and ferrous salt supplementation in growing rats. *Reproduction Nutrition Development*, 4: 769-779.
- Vincent I.C., Hill R., Williams H.L. (1986): British rapeseed meals in the diets of pregnant and lactating mature suffolk-mule ewes. *Animal Production*, 42: 453-453.
- Vincent I.C., Hill R., Campling R.C. (1990): A note on the use of rapeseed, sunflower and soybean meals as protein-sources in compound foods for milking cattle. *Animal Production*, 50: 541-543.
- Vincent I.C., Hill R., Williams H.L. (1985): The influence of a low-nutrient intake after mating on gestation and perinatal survival of lambs. *British Veterinary Journal*, 141: 611-617.
- Vincent I.C., Thompson J., Hill R. (1990): The voluntary feed intake and weight gain of lambs given concentrate feeds containing rapeseed meal with a range of glucosinolate contents. *Animal Production*, 50: 587.
- Virtanen A., Kreula I. M., Kiesvaara, M. (1958): The transfer of L-5-vinyl-2-thiooxazolidone to milk. *Acta Chem. Scand.*, 12: 580-581.
- Virtanen A., Kreula I.M., Kiesvaara, M. (1963): Investigations on the alleged goitrogenic properties of milk. *Z. Ernährungswiss, suppl.* 3: 23-37.
- Voškeruša J. (1985): Changes in the erucic-acid content of winter rape oil during selection. *Rostlinna Vyroba*, 31: 693-697.
- Výmola J., Kodeš A., Obadálek, J. (1995): Rapeseed cake in diets of broiler chicks. *Zivocisna Vyroba*, 40: 407-409.
- Výmola J., Kodeš A., Obadálek, J. (1996). Řepkové výlisky ve výkrmu těžkých krůt (Rapeseed cake in heavy turkey fattening). *Zivocisna Vyroba*, 41: 15-19.
- Waibel P. E.; Noll S. L.; Hoffbeck S.; Vickers Z.M.; Salmon R. E. (1992): Canola-meal in diets for market turkeys. *Poultry Science*, 71: 1059-1066.

Warnants N., Vanoeckel M., Boucque C.V., Depaepe, M. (1995): Influence of feeding dietary polyunsaturated fatty acids (extruded rapeseed) on animal performance, carcass, meat, and fat quality in pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 74: 24-33.

Whiting F. (1965): Feeding value of rapeseed meal for ruminant animals. In: *Rapeseed meal for livestock and poultry. A review.* Eds. Borland J.P. et al., Canad. Dept. Agric. Ottawa. Publ., 1257, 61-68.

Wilson F.G. (1975): Hypothyroidism in ruminants with special reference to foetal goitre. *Veterinary Record*, 97:161-164.

Witowski A., Radomski L., Pytel S., Pilarski W. (1981): An analysis of the weight of certain internal organ of calves receiving a diet containing solvent extracted rapeseed oil meal and an addition of exogenous thyroxine. *Prace i Materialy Zootechniczne*, 25: 61-70.

Wight P.A.L. Shannon D.W.F. (1985): The morphology of the thyroid-glands of quails and fowls maintained on diets containing rapeseed. *Avian Pathology*, 14: 383-399.

Wright P.A.L., Wells J.W., Shannon D.W.F. (1970): Liver hemorrhages induced by rapeseed meal - incidence in adult male and female fowls. *British Poultry Science*, 27: 247-252.

Yamashiro S., Umemura T., Bhatnagar M.K., David L., Sadiq M., Slinger S.J. (1977): Haemorrhagic liver chickens fed diets containing rapeseed products. *Research in Veterinary Science*, 2: 179-184.

Yin Y.L., Chen C.M., Zhong H.Y., Huang R.L., Chen X.S. (1994): Apparent digestibilities of energy, cell wall constituents, crude protein and amino acids of chinese oil seed meals for growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 45: 283-298.

Yuqin J., Ronglin L., Daihua Z., Weiren Z., Mingcheng S. Chunyun Z., Ying L. (2001). Detoxication of rapeseed meal with multi-microbial solution a its application. II. Effects of adding detoxicated rapeseed meal to diet on the growth of Sanhuang chicken. *Jiangsu Journal of Agricultural Sciences*, 17: 52-55.

Zeb A., Sattar A., Ter Meulen U. (1999): Effect of feeding different levels of rapeseed meal on the performance of broiler chicks. *Archiv fur Geflugelkunde*, 63: 77-81.

Zech K., Wemheuer W., Paufler S. (1995): Effects of feeding a concentrate containing double low rapeseed meal on fertility and metabolic status of dairy cows. *Tierarztliche Umschau*, 50: 46-52.

Zeman L., Klecker D., Lichovnicková M. (1998): Řepka – využití u monogastrických zvířat. *Krmivářství*, 5: 17-31.

Zeman L., Vincenc J., Šiške V., Záborský G., Klecker D., Krása A., Sýkora S. (1990): Využití řepky a řepkového extrahovaného šrotu ve výživě zvířat v podmínkách ČSFR. *Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe*, 7: 1-35.

Zeman L., (1995): *Katalog krmiv: Tabulky výživné hodnoty krmiv.* 1. vyd. Pohořelice: VÚVZ, 1995. 465 s. ISBN 80-901598-3-4.

Zhao F., Evans E.J., Bilsbarrow P.E., Syers J.K. (1994): Influence of nitrogen a sulfur on the glucosinolate profile of rapeseed (*Brassica-napus* L). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 64: 295-304.

Zobac P., Kumprecht I., Prokop V., Cmolik J. (1998): Use of rapeseed meal and lecithin slops in diets for broiler chicks. *Czech Journal of Animal Science*, 43: 511-519.

Zuprizal M., Larbier M, Chagneau A.M. (1992): Effect of age and sex on true digestibility of amino-acids of rapeseed and soybean meals in growing broilers. *Poultry Science*, 71: 1486-1492.

Anonym: Manual background of canola varieties. Internet:

Anonym (1995): Canadian Food Inspection Agency

Anonym (1998): American Association of Feed Control Officials Inc.

## 7. Seznam zkratek

ACAF	Advisory Committee on Animal Feedingstuffs
ANL	antinutriční látky
BNLV	bezdušíkaté látky výtažkové
CHB	1-kyano-2-hydroxy-3-buten
CN	nitrilová skupina
DEFRA	Department for Environment Food a Rural Affairs
FAOSTAT	Food a Agricultural Organization Statistical Databases
GAFTA	Grain & Feed Trade Association
GIT	gastrointestinální trakt
GSL	glukosinoláty
HGCA	The Home-Grown Cereals Authority
ITC	
KE	kyselina eruková
KD	krmná dávka
KS	krmá směs
MAFF	Ministry of Agriculture Fisheries a Food, UK
ME	metabolizovatelná energie
NIAB	National Institute of Agricultural Botany, UK
NL	dušíkaté látky
OZT	oxazolidin-2-thiony
ŘEŠ	řepkový extrahovaný šrot
ŘP	řepkové pokrutiny
SCN	thiokyanátová skupina
SEŠ	sójový extrahovaný šrot
S-MCO	S-metylcysteinsulfoxid
SS	skutečná stravitelnost
TDAA	total digestible amino acids
TDP	total digestible protein
TMA	trimethylamin
TRH	thyreotropin-releasing hormon
T3	trijodthyronin
T4	thyroxin (tetrajódyrozin)
UKASTA	United Kingdom Agricultural Supply Trade Association
VOT	5-vinyloxazolidin-2 thion
ZS	zdánlivá stravitelnost