Vědecký výbor výživy zvířat

Uplatnění lupiny ve výživě přežvýkavců

Ing. Petr Homolka, Ph.D.,
Ing. Václav Kudrna, CSc.

Praha, březen 2007

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
Přátelství 815, Praha - Uhříněves,
PSČ: 104 01, www.vuzv.cz

© Petr Homolka a Václav Kudrna

Žádná část tohoto díla nesmí být kopírována a rozmnožována za účelem dalšího rozšiřování v jakékoliv formě či jakýmkoliv způsobem bez písemného souhlasu vlastníka autorských práv.

OBSAH

Teoretická část studie.....2

Úvod…….2

Historie pěstování lupiny a vhodné odrůdy…….3

Obsah živin v semeni lupiny …….6

Využití semen lupiny ve výživě ovcí…….14

Využití semen lupiny v krmných dávkách pro dojnice……..15

Využití semen lupiny v krmných dávkách ve výkrmu skotu…….18

Degradovatelnost proteinu v bachoru……...20

Exerimentální část studie……...30

Cíl práce……..……30

Materiál a metodika……..……30

Výsledky……..33

Literatura……36

TEORETICKÁ ČÁST STUDIE

ÚVOD

Bílkovinné doplňky jsou nepostradatelnou součástí krmných dávek vysokoužitkových dojnic. Ovšem jako důsledek rozšíření nemoci BSE (bovinní spongioformní encefalopatie) u skotu bylo v Evropské unii zakázáno (Commission Dec. 2001/25/EC) krmení přežvýkavců živočišnými proteiny a rybí moučkou. V České republice je stejný zákaz upraven vyhláškou Ministerstva zemědělství ČR (451/2000 a 343/2001). Tato omezení vyřadila osvědčené bílkovinné zdroje živočišného původu. Předností bílkovinných zdrojů živočišného původu byla jejich nižší degradovatelnost zaručující dostatečný přísun proteinu do tenkého střeva. Pozornost se proto obrátila na bílkovinné zdroje rostlinného původu, mikrobiálního původu a syntetické aminokyseliny.

Z bílkovinných zdrojů rostlinného původu připadají v úvahu především sója, řepka, slunečnice, luskoviny, případně další produkty tukového průmyslu – extrahované šroty a pokrutiny podzemnice a bavlníku. V úvahu připadají i nové plodiny, např. amarant. Využívají se také vedlejší produkty po průmyslovém zpracování plodin – bramborové, kukuřičné bílkoviny a synteticky vyráběné aminokyseliny.

U většiny zdrojů existují určitá omezení, která je nutná mít na zřeteli. Řepka se postupně zbavuje svého historicky špatného renomé. Dvounulové odrůdy mají významně snížený obsah antinutričních látek (glukosinoláty do 20 mikromol/g a kyselina eruková pod 2 %), přesto u řepkových extrahovaných šrotů (ŘEŠ), kde dochází ke koncentraci glukosinolátů je k tomuto faktoru nutno přihlížet. U sóji je nutné při zpracování termickou úpravou odstranit inhibitor trypsinu. Negativně působí, že se jedná o dovozovou surovinu se závislostí na světových cenách. Roli zde hraje i odpor veřejnosti ke GMO. V bavlníku se vyskytuje antinutriční látka gossypol a vyskytují se zde dietetické problémy při zkrmování nedostatečně odvlákněných a odslupkovaných semen. Určitý odpor u ekologicky orientovaných konzumentů mohou způsobovat i syntetické aminokyseliny.

Zákaz používání živočišných produktů vyžaduje hledání nových technologií a surovin pro zajištění dusíkatých látek ve výživě hospodářských zvířat. Jako perspektivní krmivo se začínají využívat semena kulturních druhů lupin.

HISTORIE PĚSTOVÁNÍ LUPINY A VHODNÉ ODRŮDY

Rod lupina zahrnuje několik set druhů, které pocházejí z oblasti Středozemního moře a Jižní Ameriky. Jedná se o starou kulturní rostlinu, kterou pěstovali již starověké civilizace Egypťanů a Řeků. Původní odrůdy obsahovaly řadu antinutričních látek, především chinolizidinové alkaloidy (působí toxicky, poškozují jaterní tkáň, nervový systém, ledviny a srdce) a hořké látky snižující chutnost. To omezovalo využití lupiny především na zelené hnojení. Na konci minulého století byly vyšlechtěny odrůdy se sníženým obsahem antinutričních a hořkých látek (do 0,05 %). Tyto odrůdy již nejsou hořké a zdravotně nezávadné a uplatňují se ve výživě zvířat, jako celé rostliny (pro přežvýkavce), nebo semena pro skot, prasata a drůbež. Využívají se jako potraviny i v přímé výživě lidí.

V současné době se rozšiřují plochy lupiny v řadě států světa. V roce 2003 se pěstovala ve světě na ploše 1,3 mil. ha s průměrným výnosem 1,2 t/ha. V Evropě jsou hlavními pěstiteli Rusko (15 tis. ha), Španělsko (13 tis. ha), Francie (11 tis. ha) a Portugalsko (10 tis. ha). V České republice se pěstuje na ploše asi 7 tis. ha.

Lupině se daří na lehkých písčitých půdách s kyselým až neutrálním pH. Podobně jako ostatní luskoviny obohacuje půdu dusíkem a získává dusík potřebný k růstu prostřednictvím hlízkových bakterií Rhizobium na kořenech. Lupina je výborná předplodina zlepšující vlastnosti půd. Vytváří hluboký kořenový systém a její posklizňové zbytky obohacují půdu. Lupina je vhodnou plodinou i pro ekologické zemědělství. Nevyžaduje velké vstupy hnojiv, zúrodňuje půdu, je výbornou předplodinou a má schopnost potlačovat určité plevele.

Zemědělsky využívané jsou jednoleté druhy – lupina bílá, lupina žlutá, lupina modrá a lupina proměnlivá (andská).

Fot. Lupina bílá Prima (fot. Zemědělská agentura s,r,o. Praha)

Lupina bílá *(Lupinus albus)* má dlouhou vegetační dobu, proto vyžaduje včasný termín setí. Je citlivá na teploty od – 3 °C. Ze všech druhů je nejvíce náročná na teplotní a vláhové podmínky. Snáší i těžší písčitohlinité půdy s neutrálním pH. Vytváří nepukavé lusky a sklízí se v plné zralosti. Využívá se ke krmným účelům i v potravinářství pro lidskou výživu (semena do salátů, mouka do chleba a oplatek). U nás se pěstují např. odrůdy Amiga, Butan, Dieta, Oležka a Wat.

Fot. Lupina bílá Dieta (fot. Zemědělská agentura s,r,o. Praha

Lupina žlutá *(Lupinus luteus)* je méně náročná na teplotu, než lupina bílá. Je citlivá na obsah vápna v půdě a vyhovuje ji pH 4,5 – 6. Vyznačuje se vysokým obsahem proteinu. Vzhledem k pukavým luskům se sklízí před plnou zralostí. Je vhodná na krmení celých rostlin vzhledem k pozdní lignifikaci pletiv. U nás se pěstují např. odrůdy Juno a Teo.

Lupina modrá, úzkolistá *(Lupinus angustifolius)* je nejrannější a nejméně náročná na teploty. Barva jejího květu nemusí být pouze modrá, ale i růžová, nebo bílá. Nevyžaduje ošetření proti plísňovému onemocnění antraknóze (Colletotrychum gleosporioides) a mšicím. Je vhodná do lehkých a středních půd s pH do 6,8. Ve výživě zvířat se využívají semena i celé rostliny jako zelené krmení. Pěstují se např. odrůdy Prima a Rose.

Fot. Směs lupiny bílá, žluté a modré (fot. Zemědělská agentura s,r,o. Praha)

Lupina proměnlivá, andská *(Lupinus mutabiliss)*se také jako lupina modrá vyznačuje vyšší odolností proti antraknóze. Registrována je u nás odrůda Anda.

Tab. Chemické složení hlavních druhů lupin (g/kg) (Petterson, 2000)

Botanický název	*L. albus*	*L. angustifolius*	*L. luteus*
Běžný název	Lupina bílá	Australská sladká lupina Úzkolistá lupina	Žlutá lupina
Sušina	914,2	910,8	915,0
Dusíkaté látky	357,6	320,1	382,8
Popel	32,8	27,1	34,8
Tuk	94,9	59,0	56,4
Vláknina	105,7	153,5	162,5
ADF	146,3	196,5	248,7
NDF	176,3	235,3	343,0
Lignin	7,0	8,6	7,3
Škrob	ND[A]	ND	ND
Vápník	2,0	2,2	2,2
Fosfor	3,6	3,0	4,3
Síra	2,5	2,3	4,6
Brutto energie (MJ)	18,7	18,4	19,6[B]

Prameny: Petterson et al. (1997) and [B] B. P. Mullan (nepublikováno). [A] ND: neobjeveno

Tab. Chemické složení jader u druhů lupin (g/kg) (Petterson, 2000)

Botanický název	*L. albus*	*L. angustifolius*	ASL jádro[A]	*L. luteus*
Vlhkost	-[B]	100,1	100	83,0
NL	400,9	400,3	350	525,7
Popel	33,0	26,9	-	43,4
Tuk	114,0	65,5	-	71,6
Vláknina	18,0	87,1	32	17,1
ADF	-	70,2	108	31,2
NDF	-	71,2	121	47,9
Lignin	-	6,7	-	-
Vápník	-	1,0	-	1,2
Fosfor	-	5,1	-	9,7
Síra	-	2,5	-	5,0
Brutto energie (MJ)	20,4	18,9	18,9	19,7

Prameny: A. C. Edwards (nepublikováno), Petterson et al. (1997), a Zdunczyk et al. (1994).

[A] ASL jádra jsou komerčně upravená jádra: tato data jsou podobná těm která mohou být očekávána z velkovýrobních technologií

[B] Hodnota nebyla udána

Tab. Obsah živin u lupiny modré, var. Bordako a Borweta (Roth-Maier and Paulicks, 2003)

	Lupinus angustifolius var.		P = [1]
	Bordako	Borweta	
Sušina	42,8 ± 12,1	49,2 ± 7,0	n.p[2]
Organická hmota	43,0 ± 11,8	49,5 ± 6,7	n.p
Popel	36,5 ± 20,7	38,2 ± 14,1	n.p
NL	42,9 ± 15,9	36,4 ± 8,2	n.p
Vláknina	24,4 ± 14,5	41,7 ± 12,8	0,053
Tuk	68,8 ± 11,2[a]	83,1 ± 5,4[b]	0,018
Bezdusíkatý extrakt	46,1 ± 13,7	58,0 ± 8,4	0,098

Průkazné rozdíly (P < 0,05) jsou označeny odlišným horním indexem

[1]procento chyb pro rozdíly podle analýzy variance

[2]neprůkazné rozdíly (P > 0,1)

OBSAH ŽIVIN V SEMENI LUPINY

Nutriční hodnota lupin je velmi vysoká, nicméně jsou zde zřetelné rozdíly mezi různými typy lupin a jejich krmnými hodnotami s významnými rozdíly v obsahu dusíkatých látek (NL) a energie. Lupiny bílé a žluté budou často obsahovat průměrně 36 – 40% NL (ačkoli žluté jsou hodně variabilní). Lupiny modré obsahují 30 – 34% NL.

Fot. Semeno lupiny (fot. M. Vrabec, Francotecheque Agricole spol. s r. o. Bobrovice)

Proto je velmi důležité vědět, který typ lupiny pro krmení zvířat používáme. Často si farmáři neuvědomují tyto rozdíly, ale jestliže má být úroda kvalitní a krmení s určitým stupněm přesnosti, typ lupiny je první otázkou, kterou pěstitelé musí uvážit.

Lupiny obvykle obsahují velké množství energie, opět se zřetelnými rozdíly mezi různými typy. Důvodem těchto rozdílů je odlišný obsah tuku v jednotlivých typech a to je dalším důvodem proč pěstitelé musí nát typ který využívají. Srovnání typů je uvedeno v následující tabulce (McNaughton, nedatováno):

Typ lupiny	Dusíkaté látky %	Obsah tuku	Energie ME (MJ/kg sušiny)
Bílá	36 – 40	10%	15,0
Žlutá	36 – 42	4%	13,0
Modrá	30 - 34	6%	13,5

Obsáhlou studii (review) o nutriční hodnotě lupiny a jejím využití ve výživě hospodářských zvířat podává Petterson (2000). Semena moderních kultivarů *Lupinus angustifolius*, obvykle známá jako Australské sladké lupiny (ASL), jsou tradičním zdrojem krmiva pro intenzivní živočišné farmy v Austrálii, Japonsku, Koreji a několika dalších zemích v Asii a Evropě. Od uvedení ASL na světový trh před 25 lety, byli vědci v mnoha zemích shledány cennou částí krmných dávek masného a mléčného skotu, ovcí, prasat, drůbeže, ryb a korýšů. Semeno ASL obsahuje ~ 32 % dusíkatých látek (CP) (~ 35 % v sušině) a 5 % tuku. Hlavní složkou sacharidů v semenech jsou β-galaktany, které zahrnují většinu materiálu buněčných stěn jádra a dále celulóza a hemicelulóza slupky zrna. Semena ASL obsahují kolem 40 % neškrobových polysacharidů (NSP) a zanedbatelné množství škrobu. To je dělá vynikající součástí krmných dávek skotu, protože riziko acidóz je velmi nízké. Semena moderních kultivarů zdomácnělých odrůd lupin obsahují zanedbatelné množství inhibitorů lectinu a trypsinu a proto nevyžadují zahřátí před zkrmením. Mají vysoký koeficient stravitelnosti bílkovin, u většiny odrůd > 90 %, ale nízkou stravitelnost energie, ~ 60 %, což je většinou způsobeno vysokým obsahem NSP. Nízký obsah methioninu (0,22 %) a lysinu (1,46 %) je pro luskoviny typický. Jádra lupiny obsahují ~ 39 % CP (~ 42 % v sušině), 6 % tuku a 30 % NSP. Nahrazení sojového šrotu nebo hrachu ASL v krmných dávkách založených na obilninách pro nejintenzivněji chovaná zvířata, ptáky a ryby je možné za předpokladu že je udržena dostatečná úroveň lysinu, methioninu a stravitelné energie v krmné dávce. To umožňuje ASL ekonomickou konkurenceschopnost v mnoha, ale ne ve všech, podmínkách.

Tab. Sacharidy v L. angustifolius (% hmotnosti sušiny) (Petterson, 2000)

Frakce	Obsah buněčných stěn	Celulóza	Lignin	Škrob	Sacharóza	Oligosacharidy
Slupka	90	51	1,2	0,4	1,0	0,4
Jádro	28	1,2	0,9	0,6	3,5	7,7

Upraveno dle Evans (1994) se svolením autora.

Tab. Jednotlivé cukry celkově, rozpustné a nerozpustné NSP ze slupky a kotyledonu L. angustifolius (monosacharidy udány, jako % celkových polysacharidů) (Petterson, 2000)

	Slupka			Kotyledon		
	Celkem	Rozpustné	Nerozpustné	Celkem	Rozpustné	Nerozpustné
Araginóza	8,7	11,8	8,5	13,0	10,0	13,8
Galaktóza	2,2	10,0	1,4	67,0	67,7	64,6
Glukóza	59,4	4,0	62,9	4,6	2,9	4,5
Manóza	2,5	13,9	1,7	0,7	3,5	0,3
Rhamnóza	n.d.[A]	1,3	n.d.	2,6	3,7	2,9
Kyselina uronová	12,3	17,9	12,8	9,9	10,2	10,8
Xylóza	14,9	41,2	12,5	2,3	1,9	3,2

Přizpůsobeno z Evans et al. (1993)

[A] n.d. – neobjeveno

Tab. Obsah oligosacharidů v luskovinovém extraktu a hrachu, % laboratorní sušiny (Juśkiewicz et al., 2003)

	Extrakt ze semen[1]	
	lupina	hrách
Sacharóza	35,0	24,5
Rafinóza	3,1	12,3
Stachyosa	32,7	40,9
Verbascosa	12,7	7,8
Celkem α-galactosidosy	48,5	61,0

[1]obsah sušiny, dusíkatých látek, popele a dalších složek byl následující: úprava s lupinou – 94, 8,37, 2,82 a 0,13%; v úpravě hrachem – 95,6, 7,54, 2,46 a 0,09%

Lupina je významným zdrojem dusíkatých látek (28 – 42 %) a tuku (4 – 12 %) s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin. Obecně mají lupiny vyrovnaný rozsah aminokyselin, které vyhovují požadavkům hospodářských zvířat. Oproti zrninám má nízký obsah škrobu (4 – 10 %). Zhruba 20 % hmotnosti zrna tvoří jeho slupka tvořená především celulózou a hemicelulózou. Tyto slupky se odstraňují při využití pro lidskou výživu, popř. i při krmení semen pro drůbež, aby nezvyšovaly obsah vlákniny v krmné směsi. V lidské výživě vláknina lupiny snižuje hladinu cholesterolu a zlepšuje střevní peristaltiku. Při pekárenském použití vláknina lupiny zvyšuje vaznost vody v těstu. Mouka z lupiny zlepšuje aminokyselinovou bilanci a zpomaluje stárnutí pekařských výrobků.

Tab. Chemické složení sojového šrotu, neupravené a pražené lupiny (Robinson and McNiven, 1993)

	Sojový šrot	Neupravená lupina	Pražená lupina
Sušina (%)			
105 °C	89,06	89,73	93,56
Procenta v sušině[1]			
Organická hmota	92,81	95,80	95,77
NDF			
Celkem	9,1	21,9	23,2
Zbytek po 24 h[2]	4,6	12,2	12,6
ADF	5,0	17,2	19,0
NEL (Mcal kg^{-1})[3]	2,01	2,10	2,10
Tuk	3,76	10,48	11,40
Mastné kyseliny (hm.%)	3,22	9,52	9,82
$C_{16:0}$	12,29	8,45	9,55
$C_{18:0}$	3,76	0,62	0,73
$C_{18:1}$	10,98	58,83	59,62
$C_{18:2}$	65,53	20,87	20,90
$C_{18:3}$	7,44	11,22	9,19
Dusík			
Celkem	8,66	4,77	5,09
Pufrem rozpustný			

Celkem	0,74	3,08	0,79
Bílkovinný	0,42	2,02	0,19
AD nerozpustný	0,08	0,09	0,20
Vápník	0,42	0,32	0,28
Fosfor	0,84	0,52	0,50
Draslík	2,56	1,33	1,35
Hořčík	0,35	0,20	0,20
Síra	0,47	0,28	0,27
Sodík	0,04	0,04	0,03
ppm v sušině			
Zinek	62,8	48,4	52,8
Kobalt	<0,7	<0,7	0,68
Železo	182	110	115
Molybden	8,1	1,2	1,3
Mangan	45,4	1928,0	1988,0
Měď	18,70	6,58	6,73
ppb v sušině			
Selen	251	124	131

[1]Pokud není uvedeno jinak.

[2]Zbytek po 24 h inkubaci in sacco.

[3]Netto energie laktace (NEL) zjištěna z analýz složek a NRC (1989).

Po zákazu zkrmování živočišných bílkovin hospodářským zvířatům stoupá význam rostlinných bílkovin. Semeno lupiny je významným zdrojem bílkovin, vyznačuje se i vysokou energetickou hodnotou. Semena je nutné upravit šrotováním, drcením, rozemletím, vločkováním, případně extrudací. Příznivé je, že oproti sójovým bobům se lupina vyznačuje nízkým antitrypsinovým faktorem, takže se nemusí termicky ošetřovat. Lupina je i alternativou sóji, svým živinovým složením se blíží sojovému extrahovanému šrotu (obsahuje méně proteinu, lyzinu, methioninu, cysteinu a threoninu, více vlákniny, škrobu a tuku). Hodnoty aminokyselin u 4 semen lupiny bílé stanovené Moss et al. (2001) jsou uvedeny v následující tabulce:

Tab. Profil aminokyselin u čtyř vzorků semen lupin (g 16 g^{-1} dusíku) (Moss et al., 2001)

Aminokyselina	Lupina DL1	Lupina DL2	Lupina DL3	Lupina DDL
Fenylalanin	3,9	4,0	4,0	3,8
Histidin	2,4	2,4	2,4	2,6
Arginin	12,2	11,1	10,7	11,7
Kyselina asparagová	11,3	11,4	11,5	11,4
Prolin	4,3	4,4	4,0	4,0
Alanin	3,6	3,4	3,5	3,5
Cystin	1,5	1,7	1,5	1,6
Tyrozin	4,9	4,7	5,8	5,0
Valin	3,4	3,7	3,3	3,6
Leucin	7,5	7,7	7,6	7,4
Kyselina glutamová	21,9	22,0	22,4	22,1
Glycin	4,1	4,1	4,2	4,2
Izoleucin	3,4	3,8	3,5	3,5
Threonin	4,2	4,3	4,3	4,3
Lyzin	4,6	4,6	4,4	4,4
Methionin	0,6	0,6	0,5	0,4
Serin	6,1	6,0	6,4	6,4

Lupina DL1 = Lupina bílá (*Lupinus albus* var. Lucyane), sklizeň 1996

Lupina DL2 = Lupina bílá (*Lupinus albus* var. Lucyane), sklizeň 1997

Lupina DL3 = Lupina bílá (*Lupinus albus* ned. var.), sklizeň 1996

Lupina DDL = Lupina bílá (*Lupinus albus* var. Lunivers), sklizeň 1997

Využití lupiny je samozřejmě podmíněno její cenou a ovlivňují je i světové ceny sóji. Skot může využívat i celé rostliny jako pícninu pro zelené krmení nebo silážování. V literatuře je doporučován podíl lupiny v krmné směsi pro býky do 30 % (0,5 kg / 100 kg živé hmotnosti/ den) a pro dojnice do 20 % (0,4 kg / 100 kg živé hmotnosti/ den). V publikaci „Lupina“ německé Společnosti pro podporu lupiny (www.agronavigator.cz) je srovnán obsah proteinu u leguminóz následovně: žlutá lupina 38 až 45 %, bílá a modrá lupina 35 %, bob 25 až 30 %, krmný hrách 20 až 25 %. Obsah metabolizovatelné energie je udáván pro modrou lupinu 12,5 MJ/kg, pro hrách 11,9 MJ/kg a pro sójový extrahovaný šrot 12,1 MJ/kg. Obsah netto energie laktace (NEL) pak činí pro tyto krmiva 7,8 MJ/kg, 7,5 MJ/kg a 7,6 MJ/kg.

Při porovnání živinového složení lupinových semen se sojovými boby je na základě analýz zřejmé, že lupinová semena obsahují méně tuku (asi třetinu až polovinu) než boby a více hrubé vlákniny. Obsah dusíkatých látek u lupin je přibližně stejný, popřípadě vyšší ve srovnání se sójou.

Tab. Složení bílkovinných zdrojů (Froidmont and Bartiaux-Thill, 2004)

	Sojový šrot	Semena lupiny	Semena hrachu
Organická hmota (% sušiny)	92,09	96,04	96,77
Dusíkaté látky (% sušiny)	54,62	35,10	24,2
Hrubá vláknina (% sušiny)	7,71	11,92	9,04
Etherový extrakt (% sušiny)	1,30	9,81	1,32
Škrob (% sušiny)	3,91	7,93	50,48
Mastné kyseliny (% celkových MK)			
$C_{10:0}$	5,07	0,54	0,18
$C_{10:1}$	2,84	0,29	0,65
$C_{12:0}$	0	0	0
$C_{14:0}$	1,10	0,29	0,45
$C_{16:0}$	19,31	10,09	14,39
$C_{18:0}$	4,27	1,84	3,06
$C_{18:1}$	11,53	57,19	32,20
$C_{18:2}$	46,85	21,14	45,37
$C_{18:3}$	9,03	8,49	3,50
$C_{20:0}$	0	0,05	0
$C_{22:0}$	0	0	0

Tab. Profil mastných kyselin s dlouhým řetězcem u čtyř vzorků semen lupin (g kg^{-1} tuku) (Moss et al., 2001)

Mastná kyselina	Lupina DL1	Lupina DL2	Lupina DL3	Lupina DDL
Kyselina laurová (C12:0)	<9,1	<9,1	<9,3	<10,8
Kyselina myristová (C14:0)	<9,1	<9,1	<9,3	<10,8
Kyselina palmitová (C16:0)	54,5	54,5	59,3	64,5
Kyselina palmitoolejová (C16:1)	<9,1	<9,1	<9,3	<10,8
Kyselina stearová (C18:0)	9,1	18,2	9,3	21,5
Kyselina olejová (C18:1)	436	500	435	473
Kyselina linoleová (C18:2, n – 6)	209	173	204	140
Kyselina α-linoleová (C18:3, n – 3)	90,9	81,8	74,1	75,3
Kyselina γ-linoleová (C18:3, n – 6)	<9,1	<9,1	<9,3	<10,8
Kyselina arachidová (C20:0)	9,1	9,1	9,3	10,8
Kyselina 11-ikosanová (C20:1)	36,4	36,4	46,3	43,0
Kyselina ikosadienová (C20:2)	<9,1	<9,1	<9,3	<10,8
Kyselina ikosatrienová (C20:3)	<9,1	<9,1	<9,3	<10,8
Kyselina arachidonová (C20:4)	<9,1	<9,1	<9,3	<10,8
Kyselina behenová (C22:0)	27,3	27,3	27,8	32,3
Kyselina eruková (C22:0)	9,1	9,1	18,5	10,8
Kyselina lignocerová (C24:0)	<9,1	<9,1	<9,3	<10,8
Další LCFA[a]	27,3	27,3	37,0	32,3
Mastné kyseliny celkem (g kg^{-1} sušiny)	110,0	110,0	108,0	93,0

[a]Mastné kyseliny s dlouhým řetězcem.

Lupina DL1 = Lupina bílá (*Lupinus albus* var. Lucyane), sklizeň 1996

Lupina DL2 = Lupina bílá (*Lupinus albus* var. Lucyane), sklizeň 1997

Lupina DL3 = Lupina bílá (*Lupinus albus* ned. var.), sklizeň 1996

Lupina DDL = Lupina bílá (*Lupinus albus* var. Lunivers), sklizeň 1997

Na závěr lze říci, že využití lupin ve výživě přežvýkavců je perspektivní. Předností lupiny je její pěstování na lehkých písčitých půdách s kyselým pH. Nevyžaduje jako luskovina hnojení dusíkem a je vhodnou předplodinou. Prakticky nejsou používány odrůdy

geneticky modifikované, takže je vhodná i do ekologického zemědělství. Semena nových odrůd lupiny obsahují nízký obsah antinutričních látek a nepotřebují jako sója záhřev k odstranění antinutričních faktorů. Nutné je pouze mechanické nadrcení. Z výsledků analýz vyplývá, že lupinová semena vybraných odrůd obsahují v proteinech více Arg, Glu, Ile, Tyr a méně Met a Lys, což je nutné zohlednit při sestavování krmných směsí s obsahem lupinových semen. Lupinový protein obsahuje vysoký obsah argininu. Z tohoto pohledu by bylo možné využít lupinová semena jako zdroj této aminokyseliny, která se navíc nepřipravuje synteticky

VYUŽITÍ SEMEN LUPINY VE VÝŽIVĚ OVCÍ

Využitím semene lupiny modré ve výživě ovcí se zabývaly Paduano et al. (1995). Ve třech experimentech srovnávali nutritivní hodnotu celých nezpracovaných semen lupiny (*Lupinus angustifolius, var. Uniharvest*“), tropického druhu vikve (*Vigna unquiculata, var. Caloona*) a fazolu obecného (*Phaseolus vulgaris, var. „Actolac“)* jako doplňků pro mladé ovce krmené objemným krmivem o nízké kvalitě *ad libitum.*

V experimentu (Paduano et al.,1995) sestávajícím ze 49denního krmného pokusu se třemi úrovněmi doplňku lupiny (10, 20 a 40 g/kg $W^{0,75}$) lupinový doplněk progresivně zvyšoval celkový příjem sušiny, přírůstek živé hmotnosti a růst vlny, ale příjem objemného krmiva byl snížen o 19 % a 48 % při zkrmování 20 a 40 g/kg $W^{0,75}$). Při zkrmování vikve jako doplňku se příjem sušiny a přírůstek živé hmotnosti zvyšoval podobně, jako při použití lupiny. Růst vlny byl zvýšen při 10 a 20 g/kg $W^{0,75}$ vikve, ale při 40 g se již dále nezvýšil. Nízká dávka fazolu (10 g/kg $W^{0,75}$) měla za následek podobný příjem sušiny a produktivitu, jako bylo pozorováno u lupiny nebo vikve. Nicméně, pokud byly nabízeny vyšší dávky (20 a 40 g/kg $W^{0,75}$) fazolu, byl - i při zvýšení celkového příjmu sušiny – přírůstek a konverze krmiv nižší, než při odpovídající úrovni lupiny nebo vikve. Také ovce při nabídce 40 g/kg $W^{0,75}$ fazolu konzumovaly pouze 82 % doplňku a růst vlny byl nižší, než při ekvivalentu lupiny nebo vikve. Přidání směsi terramycinových a flavomycinových antibiotik do lupinového doplňku úrovně 40 g/kg $W^{0,75}$ zvýšilo přírůstek živé hmotnosti, ale neovlivnilo konverzi a růst vlny.

VYUŽITÍ SEMEN LUPINY V KRMNÝCH DÁVKÁCH PRO DOJNICE

Lupinus albus je nejperspektivnějším druhem rodu *Lupinus* díky jeho vysokému obsahu bílkovin a olejů a jeho dobré adaptaci na podmínky Evropy. Sladká semena mohou být použity jak pro potravinářský průmysl tak přímo farmáři pro krmení skotu. Od roku 1980 provedla francouzská INRA ve stanici šlechtění rostlin různé pokusy s využitím sladkých semen lupiny pro krmení dojnic i mladých býčků (Émile et al., 1991). Byly provedeny tři experimenty s vysokoužitkovými holštýnskými dojnicemi po dobu 15 týdnů v první fázi laktace. Hlavním cílem bylo definovat nejlepší způsob využití sladkých semen lupiny pro doplnění diet dojnic. Kontrolní skupina měla doplněk směsi sójových bobů a obilovin. Získány byly následující závěry:

- sladká semena lupiny musí být především při vysoké úrovni příjmu dojnicemi drcena
- bílkoviny semen jsou vysoce rozpustné, proces extruze omezuje rozpustnost dusíku z 79 % na 26 % a zlepšuje kvalitu bílkovin i mléčnou užitkovost,
- lipidy, hlavně MUFA a PUFA, mají příznivý vliv na mléčnou užitkovost a ml. tuk
- při používání drcených semen nevyvstal žádný problém s chutností diety i v případě, že byly předkládány jejich velmi vysoká množství (do 6 kg)

V porovnání s obilovinami (Barneveld, *1999*), přídavek lupiny do krmné dávky pro přežvýkavce prokázal mnoho pozitivních účinků na růstové a reprodukční ukazatele. To je způsobeno především tím, že obsah proteinu v lupině je zdrojem N pro syntézu mikrobiálního proteinu, vyšším obsahem metabolizovatelné energie a bezproblémovým trávením vlákniny, které často doprovází fermentaci obilného škrobu (Dixon and Hosking, 1992). V souladu s tímto se Hynd *et al*. (1985) domnívají, že převažující obsah β-galactanu v lupině, na rozdíl od obsahu škrobu většiny obilovin, může ovlivňovat populaci mikroorganismů v bachoru. Bylo dokázáno, že u krav krmených senem a ječmenem byl obsah protozoí v bachorové tekutině 2 až 4krát vyšší než u krav krmených senem spolu se semenem lupiny nebo pouze samotným senem. S takto vysokou koncentrací protozoí v bachoru hostitelského zvířete dochází k omezení produkce proteinu. Závěr této studie byl shrnut následovně: rozdíly v nutriční hodnotě ječmene a lupiny, limitované systémem hodnocení, mohou souviset s rozdílným efektem na počet protozoí.

Dojnice, kterým byla zkrmována krmná dávka s přídavkem 100 g lupinových vloček/kg krmné dávky jako náhrada za sójovou moučku, dosahovaly podobné mléčné užitkovosti, kvality mléka a příjmu krmiva, za předpokladu, že krmná dávka obsahovala stejné množství sušiny, hrubého proteinu a stravitelného hrubého proteinu (Fukamchi, 1986).

Pozitivní vliv zkrmování lupiny přežvýkavcům byl zaznamenán celou řadou experimentů. Kladný efekt byl pravděpodobně způsoben spíše zvyšujícím se zásobením zvířat živinami než specificky prospěšnými komponenty lupiny. Kontrola v rámci pokusů často sestávala z průměrně kvalitní pastvy spolu s obilnými nebo luskovino-obilným přídavkem (Morcombe and Ferguson, 1990; Robertson and Hinch, 1990; Thompson and Curtis, 1990; Godfrey *et al*., 1993; May *et al*., 1993). Podobně, porovnáváním lupin mezi sebou i s ostatními semeny luskovin ve výživě přežvýkavců, jsou často prokázány rozdíly v celkovém obsahu živin, spíše než vyšší stravitelnost nebo nutriční hodnota (Arnold *et al*., 1977; Guillaume *et al*., 1987, Barneveld, *1999*).

Výživnou hodnotu syrové a tepelně ošetřené (pražené) sladké bílé lupiny (*Lupinus albus*) pro dojnice v laktaci a odezvou na nutriční hodnotu mléčného tuku se zabývali Robinson a McNiven (1993).

Devět krav v časném stadiu laktace bylo krmeno 2x denně vojtěškovou siláží *ad libitum*, na zrninách založeným koncentráty 5x denně a 5x denně jedním ze tří proteinových zdrojů. Doplňkovými proteiny byly sójový šrot, syrová hrubě drcená sladké bílá lupina anebo pražená nahrubo drcená sladká bílá lupina. Pražení lupiny zvýšilo vypočítaný podíl příjmu nedegradovaných proteinů (UIP) ze 7,2 na 33,3 % celkových NL. Příjem sušiny a organické hmoty byl nižší u krav s doplňkem lupiny, ale příjem NDF byl podobný pro všechny krávy. Produkce mléka a mléčných složek byly podobná u všech pokusných variant, ačkoli koncentrace mléčné bílkoviny byla nižší a produkce proteinu měla tendenci být nižší u krav s doplňkem lupiny. Krávy na všech dietách využívaly protein mnohem účinněji než podle výpočtů, založených na doporučeních NRC. Ačkoli lupinový olej tvoří pouze 1,1 – 1,2 % příjmu sušiny, změny ve složení mléka u krav s doplňkem lupiny byly typické pro změny, spojené se zkrmováním tuku, protože *de novo* syntéza mastných kyselin C_{10} až C_{16} byla potlačena, přenos mastných kyselin s dlouhými řetězci byl zvýšen a procento bílkoviny bylo sníženo.

Pražení se ukázalo být vhodné pro zvýšení ochrany lupinového oleje před ruminální hydrogenací, jak to dokládají zvýšené koncentrace mastných kyselin s dlouhými řetězci v mléku krav s doplňkem pražené lupiny. Změny ve složení tuku jsou pozitivní pro lidskou výživu.

Vliv extrudovaných semen lupiny jako proteinového zdroje na laktační užitkovost dojnic studovali Bayourthe et al. (1998). Dvacet osm holštýnských dojnic, v průměru 70 dní

v laktaci, bylo použito pro zjištění vlivu nahrazení konvenčních proteinových zdrojů extrudovanými semeny lupiny (ELS) na příjem krmiv a laktační užitkovost. Diety byly sestaveny z 68 % objemného krmiva (kukuřiční siláž a vojtěškové seno) a z 32 % koncentrátů (přepočítáno na sušinu). V kontrolní dietě proteinový doplněk dodával 34 % hrubého proteinu; v dietě ELS lupina poskytovala 40 % celkového hrubého proteinu. Krávy byly krmeny 2x denně v průběhu pokusné periody (14 dní). Celkový příjem sušiny byl nižší ($P < 0,05$) při zahrnutí ELS (21,3 vs. 21,6 kg/den). Dieta s ELS zvýšila produkci mléka (36,0 vs. 32,6 kg/den) a snížila obsah bílkovin (2,80 vs. 3,00 %). Obsah mléčného tuku a produkce tuku a bílkovin nebyly pokusnou variantou ovlivněny. Denní přírůstek živé hmotnosti činil v průměru 0,55 kg u krav s dietou ELS, což se nelišilo od kontrolní diety s denním přírůstkem 0,45 kg.

Vhodnost semen lupiny a hrachu jako náhražky sójových bobů v krmivu pro vysokoužitkové dojnice studovali Froidmont and Bartaiux-Thill (2004).

Pro testování možnosti náhrady sójového šrotu nahrubo drcenou lupinou a/nebo hrachem u krmiva pro vysokoužitkové dojnice byly provedeny dva pokusy. V experimentu 1 byla 4 holštýnským dojnicím (v průměru 35,9 ± 2,2 dní v laktaci) předložena dieta sestávající z 50 % kukuřičné siláže, 11 % trvaní siláže a 36 % koncentrátů (poměry v sušině). Sójový šrot byl částečně nahrazen (75 %) lupinou, hrachem a směsí 1:1 lupina/hrách v designu 4x4 latinské čtverce. Produkce mléka byla nižší v dietě s hrachem, střední u směsí lupina/hrách a vyšší u diet s lupinou a sójovým šrotem. Procento obsahu tuku v mléce vzrostlo u diety s lupinou, při nižším podílu mastných kyselin se středními řetězci a vyšším podílu mastných kyselin s dlouhými řetězci v mléce, ve srovnání s dietou s hrachem.

Ve druhém pokuse byla 6 holštýnským dojnicím (v průměru 36,0 ± 4,9 dní v laktaci) nasazena kontrolní dieta, sestávající z 47 % kukuřičné siláže, 7 % travní siláže a 42 % koncentrátů. Sójový šrot byl zcela nahrazen buď lupinou nebo směsí (1:1, N) lupina/hrách ze základu N, v designu zdvojených latinských čtverců (6 zvířat x 3 diety). Standardní mléčná produkce se nelišila podle bílkovinného zdroje, ale procento obsahu mléčného tuku bylo redukované u diety s lupinou. Tento efekt, nepozorovaný u Exp. 1, souvisel pravděpodobně s obsahem lipidů u diety s lupinou. Účinnost dusíku nebyla modifikována proteinovým zdrojem. Tyto výsledky také ukazují, že vysoké přijímání semen lupiny vyvolává nižší poměr ω6/ω3 mastných kyselin a nižší obsah $C_{18:2}$ v mléce.

Froidmont and Bartaiux-Thill (2004) doporučují, že nahrubo drcené semeno lupiny může účinně nahradit sójový šrot v krmivu vysokoprodukčních dojnic.

VYUŽITÍ SEMEN LUPINY V KRMNÝCH DÁVKÁCH VE VÝKRMU SKOTU

Vliv doplňku sladkých semen lupiny pro krmení mladých býčků byl studován ve francouzské INRA v experimentu s 220 mladými býčky (Émile et al., 1991). Jejich dieta, založená na kukuřičné siláži a doplněná buď 1,7 kg celých nebo drcených sladkých semen lupiny byla porovnávána s doplňky sójových koncentrátů (1,25 kg) a se směsí sójových bobů a obilovin s nebo bez močoviny (1,7 kg). Doplněk celých nebo drcených sladkých semen lupiny:

- neovlivnil úroveň příjmu sušiny kukuřičné siláže
- umožnil stejnou úroveň růstu (okolo 1300 g/den)
- umožnil stejnou porážkovou produkci stejné váhy (okolo 390 kg)
- dával velmi podobnou účinnost krmení ve srovnání s ostatními doplňky,
- použití celých nebo drcených sladkých semen lupiny nevyvolalo žádný problém s chutností diety.

V případě rovnováhy mezi energií a poskytovaným dusíkem nevznikne žádný problém při použití sladkých semen lupiny pro krmení přežvýkavců.

Nutriční hodnotu semen lupiny a její využití v krmných dávkách pro mladý rostoucí skot místo sójového šrotu ověřovali Moss et al. (1997). Bylo analyzováno chemické složení včetně mastných kyselin a obsah aminokyselin společně s bachorovou degradací dusíku a postruminální dostupností nedegradovatelného dusíku semen lupiny, produkovaných dvěma novými kultivary se stanoveným genotypem (CH304/70 a CH304/73), vypěstovanými ve Velké Británii, na podzim setými. Sójový šrot (SBM) byl začleněn do testace bachorové degradace pro srovnání. Navíc byla měřena stravitelnost a energetická hodnota jedné z variet (CH304/70) za použití ovcí a rovněž bylo provedeno porovnání s SBM jako proteinovým doplňkem pro růst mladých býčků. Obsah hrubého proteinu variet CH304/70 a CH304/73 byl 362 a 305 g/kg sušiny. Bachorová degradovatelnost dusíku (při výtokové rychlost 0,05 za hod) byla vyšší, než u SBM (650, 610 a 550 g/kg dusíku krmiva pro CH304/70, CH304/73 a SBM), ale podstatně nižší, než u většiny literárních údajů, většinou díky mnohem nižší rozpustnosti dusíku. To bylo způsobeno relativně hrubým mletím v předkládané práci. Stoupající poměr CH304/70 v dietách beranů od 0 do 0,4 vyvolal lineární reakce ve stravitelnosti všech frakcí, vyjma lipidů, a vedl k odhadované hodnotě energie pro samotná semena lupiny 16,9 MJ/kg DM.

Použití syrové nebo pražené lupiny jako proteinového doplňku v krmných dávkách pro rostoucí a výkrm končící masné býčky testovali Murphy and McNiven (1994). Lupina byla pražena v pražícím zařízení s výstupní teplotou 105 °C. Účinek tepla na rozpustnost bílkovin a bachorovou degradabilitu byl hodnocen chemicky. Rozpustnost N v pufru byla redukována z 69 % u syrové lupiny na 35,8 % u lupiny pražené. Tepelné poškození, měřené pomocí v kyselém prostředí nerozpustného N, se nelišilo mezi syrovou (3,31 % celkového N) a praženou (3,46 % celkového N) lupinou. Dvacet osm býčků-kříženců plemene Charolais s průměrnou hmotností 235 kg (± 35 kg) bylo krmeno buď pouze travní siláží (SIL) nebo siláží s doplňky tak, aby nahradily 6,5 % hrubého proteinu v příjmu sušiny (DMI) siláže, se syrovou lupinou (RL), praženou lupinou (ROL) nebo sójovým šrotem (SBM) jako bílkovinnými zdroji. Když býčci dosáhli 330 kg živé hmotnosti, byli převedeni na dietu pro končící výkrm s řezaným senem, ječmenem a proteinovými doplňky, pokrývajícími 4,5 % DMI ječmene. Ve fázi růstu měli býčci, krmení RL, ROL a SBM významně vyšší ($P < 0,05$) denní přírůstek než býčci, krmení samotnou siláží. Býčci krmení dietou s SBM měli významně vyšší denní přírůstek než RL, a býčci krmení ROL měli střední přírůstek. Denní přírůstky býčků, krmených syrovou nebo praženou lupinou se nelišily ($P > 0,05$). DMI siláže byl významně nižší u diet s doplňkem RL a ROL ve srovnání se SIL. Ve fázi končícího výkrmu nebyly žádné významné rozdíly v denním přírůstku, porážkové hmotnosti, jatečné výtěžnosti, nebo DMI mezi jednotlivými dietami. Tepelní ošetření lupiny snížilo rozpustnost NL. Užitkovost růstu masných býčků, krmených praženou lupinou byla podobná jako u býčků, krmených SBM.

DEGRADOVATELNOST PROTEINU V BACHORU

Bílkovina lupiny má vysoký poměr proteinu stravitelného v tenkém střevě (DUP-bypass protein) ku proteinu degradovatelnému v bachoru (ERDP). To dovoluje zvířatům trávit bílkoviny lupiny přímo v tenkém střevě. Protein uniklý degradaci v bachoru je cennou složkou krmiv a tvoří z lupin hodnotné krmivo. V průměru obsah DUP bílé nebo žluté lupiny je dvojnásobný ve srovnání s hrachem a fazolem (McNaughton, nedatováno):

	NL	%DUP	DUP / kg krmiva
Lupina	38%	25%	95 g
Hrách	25%	16%	40 g
Fazol	26%	18%	47 g

Lupiny obsahují kolem 10% tuku a nízké množství škrobu. To znamená že mají velké množství ME, kolem 15,5, ale protože energie je spíše ve formě tuku než škrobu tak je uvolňována ve stálé rychlosti. To dává zvířatům významné množství další energie bez rizika způsobení acidózy. To také dovoluje trvalé uvolňování ERDP (v bachoru degradovatelný protein) do prostředí stabilního pH a tak dovoluje využívat více bílkovin bachorovou mikroflórou bez rozložení a ztráty v podobě bachorového amoniaku.

Angela R. Moss et al. (2001) ve své studii analyzovali nové variety lupiny (varieta Lucyane a zakrslá varieta Lunivers). U semen lupiny (seté na podzim ve Spojeném Království) bylo zjišťováno chemické složení vzorku, mastné kyseliny, aminokyseliny, bachorová degradovatelnost N a post-ruminální dostupnost v bachoru nezdegradovaného N. Byl sledován vliv přípravy vzorku na rozpustnost N. Charakterizována byla molekulová hmotnost proteinu obsaženého v semenech lupiny. Složení lupinových semen bylo zhruba podobné, přesto u variety Lunivers byl prokázán vyšší obsah hrubého proteinu (368 g/kg sušiny) než u ostatních odrůd, kde průměrný obsah hrubého proteinu činil 326 g/kg sušiny. Obsah aminokyselin byl u všech vzorků podobný. Bachorová degradovatelnost N se pohybovala v rozmezí 580 až 690 g/kg z celkového N. Ve vodě rozpustný N byl nejnižší u variety Lunivers, toto záviselo mnohem více na jednotlivých skupinách souvisejících s bílkovinami s molekulární hmotností nad 40 kDa než na nezakrslých odrůdách. Rozpustnost N se zvyšovala se snižující se velikostí sít od 8 do 1 mm. Nové variety lupiny jsou potenciálně významným zdrojem bílkovin (proteinu) pro přežvýkavce v produkci, zvláště zakrslá odrůda Lunivers. Navíc, příprava vzorků může mít

velký vliv na rozpustnost N, degradovatelnost a standardizace je potřebná pro hodnocení ostatních bílkovinných zdrojů.

Z práce Angela R. Moss et al. (2001) lze vyvodit závěr, že nové variety lupin jsou významným potenciálním zdrojem bílkovin pro přežvýkavce v produkci. Především zakrslý typ lupiny (Lunivers) je slibnou odrůdou díky svým agronomickým vlastnostem, vysokému obsahu proteinu (bílkovin) a pomalejší bílkovinné rozpustnosti. Rozpustnost N frakce byla u nových variet celkově nižší ve srovnání se staršími odrůdami, což přispívá k celkově pomalejší (nižší) efektivní bachorové degradovatelnosti. Přehled parametrů degradovatelnosti dusíku je uveden v následující tabulce:

Tab. Chemické složení a parametry degradovatelnosti dusíku a výpočet post-ruminální dostupnosti nedegradovatelného dusíků čtyř vzorků semen lupin (vše v g kg^{-1} sušiny nebo jak je uvedeno) (Moss et al., 2001)

	Lupina DL1	Lupina DL2	Lupina DL3	Lupina DDL
Sušina (g kg^{-1} čerstvého)	922	895	903	889
Popel	37	36	38	37
NL	328	327	325	368
Skutečný protein	308	296	294	324
ADIN[a]	1,2	1,4	1,2	1,4
Kyselý etherový extrakt	110	110	108	93
NDF	224	193	164	197
ADF	169	169	142	162
Celulóza	150	153	126	143
Hemicelulóza	55	24	22	35
Lignin	28	26	22	29
Škrob	<1	<1	48	<1
Parametry degradovatelnosti frakcí dusíku (g kg^{-1} N krmiva)				
Zpočátku rozpustný, a	253	176	355	192
Nerozpustný ale degradovatelný, b	746	823	642	802
Rychlost degradace, c (parametru b v h^{-1})	0,073	0,067	0,088	0,076
Nedegradovatelný ale dostupný[b] ze zbytku po 8h degradaci	329	384	IS[c]	339
Nedegradovatelný a nedostupný[b] ze zbytků po 8h degradaci	61	66	IS	81
Dostupnost v bachoru nedegradovatelného N	0,84	0,85	IS	0,81

[a]Acido detergentně nerozpustný dusík.

[b]Vypočteno z rozpustnosti v kyselém pepsinu s hodnotami z 8h zbytků použitých s hodnotami degradace kde k = 0,08 h^{-1}.

[c]IS: Nedostatek.

Lupina DL1 = Lupina bílá (*Lupinus albus* var. Lucyane), sklizeň 1996

Lupina DL2 = Lupina bílá (*Lupinus albus* var. Lucyane), sklizeň 1997

Lupina DL3 = Lupina bílá (*Lupinus albus* ned. var.), sklizeň 1996

Lupina DDL = Lupina bílá (*Lupinus albus* var. Lunivers), sklizeň 1997

Tepelné zpracování semen lupiny snižuje degradovatelnost N v bachoru a zvyšuje post-ruminální dostupnost (Kibelolaud et al., 1993). Ačkoli kvalita bílkovin neošetřených semen lupiny je nepatrně nižší než u sóji, nahrazování dietárního dusíku sóji dusíkem lupiny pravděpodobně nemá velký vliv na výkon přežvýkavců, výjimku tvoří vysoce produkční zvířata. Navíc, lipidy lupinového semene, které jsou transferovány do živočišných lipidů (např. mléka) prospívají lidskému zdraví.

Předmětem studie autorů Rémond et al. (2003) bylo zhodnotit, za použití metod *in vivo*, nutriční hodnotu syrových a extrudovaných proteinů semen lupiny. Byl určen příspěvek jak doprovodných částic tak i rozpustných proteinů k duodenálnímu toku hrubé bílkoviny (CP). Mimoto byla určena i kinetika degradace CP lupiny v bachoru. Skupina 6 kanylovaných ovcí byla použita v pokusu 3 x 3 latinský čtverec s duplikací. Kontrolní dieta (dieta C), ve které byly močovina a škrob nahrazeny lupinou, byla zahrnuta pro stanovení úniku CP lupiny z bachoru. V ostatních dvou dietách byla použita jako proteinový zdroj syrová (dieta RL) nebo extrudovaná (dieta EL) semena lupiny (*Lupinus albus,* kultivar „Arès). Oba typy semen byly umlety za použití 3 mm síta. Lupiny zajišťovaly v obou pokusných dietách 20 % sušiny a 50 % CP diety. Nedegradovaná frakce CP lupiny, odhadnutá měřením *in situ* (tedy výtok doprovodných částic), byla 4 a 25 % pro syrová, resp. extrudovaná semena lupiny. Rozpustný CP lupiny nedegradovaný v bachoru tvořil 4,5 a 1,8 % CP lupiny pro syrová a extrudovaná semena. Přidáním doprovodných částic a rozpustné frakce byla degradabilita syrových a extrudovaných semen lupiny 92, resp. 73 %. Tyto hodnoty se shodují s vypočítaným tokem CP do dvanácterníku – 92 a 74 % pro syrová a extrudovaná semena. Zvýšení obsahu neamoniakového dusíku (NAN) diety v toku do duodena při extruzí semen lupiny bylo vyrovnáno snížením mikrobiálního toku, a celkový tok NAN se mezi dietami RL a EL nelišil. Patrné trávení NAN (% příjmu dusíku) v tenkém střevě nebylo ovlivněno extruzí. Ačkoli příspěvek NAN diety do duodenálního toku se zvýšil z 16 na 24 % mezi dietami RL a EL, profil zjevně absorbovaných aminokyselin se nelišil. Technika *in situ* podhodnotila nutriční hodnotu CP semen lupiny, hlavně díky nepodstatné rozpustnosti CP lupiny uniklých

ruminální degradaci. Podle zvýšení úniku CP a intestinální stravitelnosti CP extruze zlepšila nutriční hodnotu CP semen lupiny.

Tab. Vliv extruze na bachorovou degradovatelnost dusíkatých látek u lupiny (Rémond et al., 2003)

	Syrová lupina	Extrudovaná lupina	S.E.M.[a]	*P*
a[b] (%)	78,8	49,9	6,2	0,005
b[b] (%)	20,6	43,1	5,2	0,013
c[b] (h)	0,20	0,06	0,04	0,040
ED[b] (%)	96,1	74,8	3,3	0,001

[a]S.E.M.: střední chyba průměru

[b]*a*: rozpustná frakce, n = 3; *b*: potencionálně degradovatelná frakce, n = 3; *c*: rychlost degradace frakce *b*;

ED: efektivní bachorová degradovatelnost vypočtená s naměřenou odtokovou rychlostí.

Bayourthe et al. (1998) stanovili u extrudované (195 ^{o}C, 30 s.) lupiny *(Lupinus albus, var. Lublanc)* degradovatelnost proteinu v bachoru krav 53 % při obsahu proteinu 367 g v absolutní sušině.

Freer and Dove (1984) stanovili bachorovou degradaci proteinů slunečnicového šrotu, řepkového šrotu a semen lupiny metodou in sacco na 6 kanylovaných bahnicích (Leicester x Merino) vybavených bachorovou kanylou (průměr 9 cm). V 5 pokusech byl měřen stupeň úbytku dusíku slunečnicového a řepkového šrotu a semen lupiny za použití nylonových sáčků, zavěšených v bachoru ovcí, krmených základní dietou z vojtěškové řezanky. Šrot olejnatých semen byl testován v jejich normálních podmínkách a po ošetření formaldehydem nebo po jejich peletování nebo po obojím. Semena lupiny byla testována po namletí na stupni jemnosti č.3. V šestém pokuse byla testovaná krmiva označená chromem jako markerem použita pro měření jejich stupně výtokové frakční rychlosti z bachoru, což umožnilo přesné stanovení degradace bílkovin v bachoru. Ošetření olejnatých semen formaldehydem redukuje jejich degradaci z 0,80 na 0,15 u slunečnicového šrotu a z 0,72 na 0,19 pro řepkový šrot, za podmínek, kdy jejich průměrná výtoková frakční rychlost v bachoru byla 0,0416 za hodinu. Ošetření šrotů peletováním zvýšilo degradaci na 0,31 resp. na 0,41, ale nemělo žádný vliv na neošetřené šroty. Ošetření formaldehydem a následné peletování šrotů mělo podobný, ale

menší vliv na úbytek nedusíkaté sušiny ve šrotech. Vzhledem k degradaci proteinů v neošetřeném šrotu byl větší rozdíl mezi dvěma dávkami slunečnicového šrotu než mezi ním a řepkovým šrotem. Odhadované degradace dusíku pro nahrubo, středně a najemno mletý šrot semen lupiny byly 0,71; 0,79 a nejméně 0,90.

Tab. Regrese procentického úbytku dusíku p v čase t (h) za použití exponenciálního modelu: $p = a + b\ (1\text{-}\exp(-ct)$ nebo lineárního modelu: $p = a + ct$, a výpočet degradace testovaných krmiv (Freer and Dove, 1984)

Krmivo	Regresní parametry							Deg.
	a (%)	SE[1] (±)	*b* (%)	SE (±)	*c* (h^{-1})	SE (±)	RSD[2] (±)	
Exponenciální model								
Sluneč. šrot A	11,98	3,871	85,40	2,929	0,163	0,0148	9,49	0,800
Sluneč. šrot B	9,96	3,202	90,04	3,202	0,100	0,0093	9,42	0,736
Řepkový šrot	20,73	8,301	72,06	5,718	0,107	0,0234	9,58	0,724
Šrot ze semen lupiny								
Jemný	74,33	2,014	21,90	1,672	0,343	0,0860	3,48	n.e.
Střední	32,73	2,426	67,27	2,426	0,071	0,0069	7,69	
Hrubý	0,00	3,840	100,00	3,840	0,059	0,0059	12,78	
Lineární model								
Střední lupinový šrot	36,92	1,90			2,387	0,1544	7,30	0,787
Hrubý lupinový šrot	1,60	2,16			3,590	0,1749	8,27	0,712

[1]Střední chyba výpočtu.

[2]Směrodatná odchylka.

n.e. = nevypočteno

U syrové a pražené lupiny hodnotili vliv záhřevu na degradovatelnost proteinu Murphy and McNiven (1994). Lupina byla pražena v pražícím zařízení s výstupní teplotou 105 °C. Účinek tepla na rozpustnost bílkovin a bachorovou degradabilitu byl hodnocen chemicky a metodou *in sacco* (*„Dacron bag“)* na dvou jalovicích (Shorthon) vybavených bachorovou kanylou. Sáčky byly inkubovány v bachoru 0; 0,1; 2; 4; 8; 18; 24 a 48 hodin. Rozpustnost N v pufru byla redukována z 69 % u syrové lupiny na 35,8 % u lupiny pražené.

Efektivní degradovatelnost hrubého proteinu a rychlost degradace NL predikovaná podle metod *Dacron bag* byly nižší pro praženou lupinu (82,3 % a 9,2 %/hod) než pro syrovou (86,7 % a 11,9 %/hod). Tepelné poškození, měřené pomocí v kyselém prostředí nerozpustného N, se nelišilo mezi syrovou (3,31 % celkového N) a praženou (3,46 % celkového N) lupinou. Tepelní ošetření lupiny snížilo rozpustnost a bachorovou degradabilitu proteinu.

Nutriční hodnotu semen lupiny a její degradovatelnosti v bachoru ověřovali Moss et al. (1997) na 3 nelaktujících kravách. Krmivo umístěné v polyesterových sáčcích bylo inkubováno 0, 2, 5, 8, 12, 24 a 48 hodin v bachoru kanylovaných krav. Obsah hrubého proteinu variet lupiny CH304/70 a CH304/73 byl 362 a 305 g/kg sušiny. Bachorová degradovatelnost dusíku (při výtokové rychlost 0,05 za hod) činila 650 a 610 g/kg dusíku krmiva pro semena lupiny CH304/70, CH304/73. Hodnota pro srovnání zařazeného sójového šrotu činila 550 g/kg dusíku krmiva.

Údaje o degradabilitě CP lupiny, získané měřením *in situ* autorů Rémond et al. (2003) by měla pomoci opravit odhady nutričních hodnot CP semen lupiny. Tato luštěninová semena jsou v současnosti penalizována systémem krmení, jenž používá měření *in situ* k předpovídání degradability CP v bachoru, protože podstatné frakce rozpustných CP unikají před ruminální degradací. Protože tento únik závisí na charakteristice diety, je kvantitativní predikce tohoto úniku obtížná. Nicméně, nutriční hodnota lupiny zůstává nízká, jestliže semena jsou jemně mletá před peletováním, což je všeobecně činěno zpracovateli krmiv. Měření *in situ* a produkční studie naznačují, že nutriční hodnota je mnohem vyšší při hrubém drcení semen. Měla by být provedena měření *in vivo* pro zpřesnění vlivu drcení na únik CP před ruminální degradací. Tato studie potvrzuje, že tepelné ošetření jako je např. extruze, může podstatně zvýšit nutriční hodnotu semen lupiny.

Fyzikálně-chemické charakteristiky a stupeň degradace rozpustných bílkovin získané vymýváním frakcí krmiv testovali Gierus et al. (2005). O (ve vodě) rozpustných frakcích krmiv se často předpokládá, že jsou v bachoru úplně a okamžitě degradovány. Předmětem této studie bylo oddělit promyté frakce (frakce A, které se získají obyčejně jako rozdíl potom, kdy se nylonové sáčky vystaví strojovému promývacímu programu) pro vyšetření vlastností a degradace rozpustných hrubých bílkovin v těchto promytých frakcích. Promyté frakce,

získané *in vitro* (filtrát) od 10 krmiv byly umístěny do vody za použití nylonové síťky jako filtru. Krmiva, použitá v této studii, byla: dvě travní siláže, sójový šrot, tři kukuřičná glutenová krmiva, šrot lupiny, řepkový šrot, vlhká siláž mláta a siláž kukuřičného glutenového krmiva. Průměrné ztráty dusíku v průběhu filtrace a ze strojového promývání byly v rozmezí od 15 % (řepkový šrot) do 74 % (travní siláž) a nelišily se mezi jednotlivými procedurami. Množství N získaného z filtrátu bylo mezi 12 % (sójový šrot) a 60 % (siláž kukuřičného glutenového krmiva) vzorků dusíku. Tři frakce, získané z filtrátu, byly: rozpustný protein (TP), neproteinový dusík (NPN) a jemné částice (NS). Frakce NS byla získána po centrifugaci filtrátu a obsahovala od 0 do 87 % N ve filtrátu. Rozpustná bílkovina ze supernatantu byla získána po vysrážení kyselinou trichlóroctovou a N ve zbylém supernatantu byl definován jako nebílkovinný dusík (NPN). Významné množství TP bylo nalezeno v sójovém šrotu (58 %), šrotu lupiny (30 %) a řepkovém šrotu (27 %), jako procento celkových N ve filtrátu. Množství NPN ve filtrátu se pohybovalo mezi 13 – 100 %. Při *in vitro* inkubaci bílkovinného dusíku (NS + TP) se ukázalo, že všechny frakce nebyly zcela degradovány, což naznačuje potenciální podíl úniku proteinu. Jemné částice ve filtrátu měly podobný stupeň degradace jako residua, zbylá ve filtru. Lze se domnívat, že frakce z promývání sestávají z různých frakcí CP, jež nebyly zcela a okamžitě degradovány v bachoru.

Tab. Degradovatelnost a procento uniknutých dusíkatých látek vzorků a frakcí krmiv (Gierus et al., 2005)

Krmivo	Obsah N ve frakci, mg/g sušiny	Rozpustné NL	Ryhlost degradace, h^{-1}	Únik, %			
		B_0, %	B_4	0,02*	0,04	0,08	0,12
Lupinový šrot							
FIL	61,9	$80,5^{b}$	$0,210^{a}$	$7,01^{c}$	$12,89^{c}$	$22,22^{c}$	$29,29^{c}$
SUP	45,7	$61,4^{c}$	$0,333^{a}$	$3,48^{d}$	$6,60^{d}$	$11,91^{d}$	$16,29^{d}$
PEL	118,0	$94,4^{a}$	$0,149^{a}$	$11,18^{a}$	$19,99^{a}$	$33,00^{a}$	$42,13^{a}$
RES	46,6	$92,6^{a}$	$0,160^{a}$	$10,29^{b}$	$18,51^{b}$	$30,86^{b}$	$39,68^{b}$
S.E.		1,6	0,07	0,10	0,21	0,36	0,49
Sojový šrot							
FIL	25,3	$66,0^{b}$	$0,184^{a}$	$6,48^{c}$	$11,80^{c}$	$20,02^{c}$	$26,07^{c}$
SUP	23,9	$61,0^{c}$	$0,133^{ab}$	$7,97^{b}$	$14,11^{b}$	$21,91^{b}$	$28,94^{b}$
PEL	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
RES	103,0	$99,8^{a}$	$0,056^{b}$	$26,40^{a}$	$41,78^{a}$	$58,93^{a}$	$68,28^{a}$
S.E.		0,42	0,02	0,07	0,01	0,02	0,20

B_4: rychlost degradace vypočítaná po 4 h inkubace

ND = neurčeno

FIL = frakce filtrátu, odpovídá neporušené frakci A jak je měřena v metodě *in situ*.

SUP = supernatan, odpovídá skutečné frakci proteinu, to jest TCA – vysrážení schopná frakce v frakci A

PEL = peleta, odpovídá nerozpustným malým částem ve frakci A

RES = zbytek, odpovídá frakci B (a C) jako v metodě *in situ*.

Průměrné hodnoty ve sloupcích a u každého krmiva se liší běžnými indexy ($P<0,05$)

* Frakční výtoková rychlost (h^{-1})

Z práce Gierus et al. (2005) vyplývá důležitý závěr. Procedury odhalily přítomnost proteinu,vysráženého kyselinou trichlóroctovou, v promytých frakcích u šrotu lupiny (LPM), sójového šrotu (SBM) a řepkového šrotu (RSM), jež nebyly zcela a okamžitě degradovány v bachoru jak naznačovaly nylon bag metody. Jemné částice proniklé nylonovou síťkou měly podobný stupeň degradace jako rezidua zbylá ve filtru. U některých krmiv může frakce A

podstatně přispět k úniku nedegradovaného proteinu z bachoru. Mohly by být vyvinuty korekce založené na technice, prezentované v této studii, které se zdají být aplikovatelné u širokého spektra ostatních krmiv.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST STUDIE

Studie cituje část výsledků řešení grantového projektu MZeČR (NAZV, číslo QG 60142 „Využití vybraných odrůd lupin ve výživě hospodářských zvířat“) (Homolka a kol., 2007).

CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo stanovit nutriční hodnotu zrna u pěti hospodářsky využívaných odrůd lupiny metodami *in vitro* a *in sacco*. Dále porovnat nutriční hodnoty jednotlivých odrůd lupiny mezi sebou a porovnat nutriční hodnotu lupiny se sójou.

MATERIÁL A METODIKA

1. Použitá zvířata

Bachorová degradovatelnost (in situ metoda) byla testována na třech suchostojných kravách opatřených permanentní bachorovou kanylou.

Krmná dávka kanylovaných krav se sestávala z vojtěškového sena (4 kg/ks/den), kukuřičné siláže (10 kg/ks/den), ječného šrotu (1 kg/ks/den) a vitaminominerálního doplňku (100 g/ks/den). Krmná dávka byla kravám podávána dvakrát denně, tj. v 7:00 hodin ráno a v 17:00 hodin večer. Napájení vodou bylo ad libitně.

2. Pokusný materiál

Vybrané odrůdy lupiny: *Amiga* (vzorek č. 1704), *Butan* (vzorek č. 1705), *Dieta* (vzorek č. 1706), *Prima* (vzorek č. 1707), *APR 82* (vzorek č. 1708).
Vybraná odrůda sóji: *Korada* – boby sójové surové (vzorek č. 1527).

3. Chemické rozbory základních živin stanovených v původním vzorku

Lupina (odrůdy: *Amiga*, *Butan*, *Dieta*, *Prima*, *APR 82*) a sója (odrůda: *Korada*) byly analyzovány na obsah sušiny (DM), dusíkatých látek (NL), tuku, vlákniny (VL), popele, neutrálně-detergentní vlákniny (NDF) a acido-detergentní vlákniny (ADF). Bezdusíkaté látky

výtažkové (BNLV) byly počítány pomocí vzorce: BNLV (%) = 100 – (NL + tuk + VL + popel).

4. In situ degradovatelnost dusíkatých látek v bachoru přežvýkavců

Degradovatelnost NL byla hodnocena in situ metodou, která je založena na inkubaci vzorků krmiva v nylonových sáčcích v příslušných časových intervalech v bachoru kanylovaných krav. K tomuto účelu byly zvoleny inkubační intervaly 0, 2, 4, 8, 16, 24 a 48 hodin.

Vzorky krmiva (lupina, sója) byly namlety (mlýnek Retsch, síto 2 mm) a navažovány do nylonových sáčků pro konkrétní inkubační intervaly v přesném množství 2 mm g. Nylonové sáčky s naváženým krmivem byly pak upevněny na nosič válcovitého tvaru (Třináctý et al., 1995) o délce 150 mm, průměru 80 mm a hmotnosti 1000 g. Pro každý čas a krmivo bylo použito minimálně 9 sáčků rozdělených po třech do tří krav. Současně byl inkubován i běžně užívaný standardní vzorek pšeničného šrotu (vzorek č. 1355).

Nosič s naváženými nylonovými sáčky byl vložen do ventrálního bachorového vaku po dobu konkrétních inkubačních intervalů; bez předchozího namáčení nylonových sáčků ve vodě. Po vyjmutí nosiče s neinkubovaným krmivem byl z nylonových sáčků vodou opláchnut zbylý obsah krmiva od hrubého bachorového obsahu. Poté následovalo propírání nylonových sáčků se zbylým obsahem krmiva pod studenou tekoucí vodou po dobu nejméně 30 minut. Zbylý obsah krmiva v nylonových sáčcích byl pak v laboratoři kvantitativně převeden na označený filtrační papír, sušen 24 hodin při teplotě 50 °C a analyzován na obsah NL.

Degradovatelnost (úbytky) a efektivní degradovatelnost NL krmiva byly vypočítány dle vzorců (počet opakování pro jednotlivé odrůdy lupiny = 6, pro sóju 9 sáčků):

1. Výpočet degradovatelnosti (úbytků) NL:

$$Deg = ((A – B) / A) * 100$$

2. Výpočet efektivní degradovatelnosti NL (Ørskov a McDonald, 1979):

$$ED = a + b * (c / (c + k))$$

Kde:

Deg = degradovatelnost NL krmiva (%)

A = obsah NL ve vzorku před inkubací krmiva v bachoru (%)

B = obsah NL ve vzorku po inkubaci krmiva v bachoru (%)

ED = efektivní degradovatelnost NL krmiva (%)

a = NL krmiva rozpustné ve vodě (%)

b = NL krmiva nerozpustné, ale potenciálně degradovatelné (%)

c = rychlost degradace frakce b (h^{-1})

k = rychlost pasáže částic krmiva z bachoru 0,06 h^{-1}

5. In vitro enzymatické stanovení intestinální stravitelnosti proteinu

Ke stanovení intestinální stravitelnosti proteinu uniklého degradaci v bachoru u lupiny a sóji byla použita *in vitro* enzymatická metoda (Kopečný, Tománková and Homolka, 1997). K stanovení bylo použito krmivo preinkubované 16 hodin v bachoru kanylovaných krav. V první fázi bylo inkubováno 0,5 g zlyofilizovaného vzorku krmiva ve 20 ml 0,1 N HCl s pepsinem (2 %), při teplotě 39°C po dobu 2 hodin. Zkumavky s obsahem byly centrifugovány (3000 RPM, 5 minut) a po odsání supernatantu bylo krmivo 3x pomýváno horkou destilovanou vodou a neutralizováno fosfátovým pufrem o pH 7,4. V druhé fázi byly vzorky krmiv inkubovány v enzymatickém roztoku s pankreatinem (4xUSP) o koncentraci 600 mg/l. Po 24 hodinové inkubaci byl vzorek zmineralizován a protein stanoven spektrofotometicky po reakci s Nesslerovým činidlem.

Z hodnot obsahu dusíku ve zbytcích krmiva po 24 hod. inkubaci bylo vypočteno procento dusíku z navážky vzorku. Reciproké hodnoty vyjadřují stravitelnost proteinu.

Hodnoty stanovených krmiv byly korigovány predikční rovnicí pro soubor extrahovaných šrotů $y = 16{,}903 + 0{,}857x$ (Tománková a Homolka, 1997).

6. Statistické vyhodnocení

Výsledky základních chemických rozborů, úbytek NL v jednotlivých časech, efektivní bachorová degradovatelnost a parametry efektivní bachorové degradovatelnosti byly statisticky zpracovány v programu SAS (SAS Institute, 2003). Zvolenými statistickými metodami byla General Linear Model (GLM) procedura, korelační analýza (PROC CORR) a Scheffeho analýza (PROC GLM), (SAS Institute, 2003).

VÝSLEDKY

V tabulce 1 je uvedeno základní chemické složení pěti odrůd lupiny (*Amiga*, *Butan*, *Dieta*, *Prima* a *APR 82*) a jedné odrůdy sóji (*Korada*), zde byl prokázán statisticky významný vliv ($P < 0,0001$) odrůdy na obsah živin v původním vzorku sledovaného krmiva.

Bachorová degradovatelnost NL v jednotlivých inkubačních intervalech byla průkazně ($P < 0,0001$) vyšší u lupiny než u sóji. Efektivní bachorová degradovatelnost NL (ED) byla počítána s výtokovou rychlostí částic krmiva $k = 0,06\ h^{-1}$. Sója *Korada* vykazovala oproti lupině vyšší ED. Pro přehlednější porovnání jednotlivých odrůd lupiny a sóji mezi sebou jsou hodnoty ED znázorněny v grafu 1. Signifikantní rozdíl ($P < 0,05$) byl zaznamenám mezi sója (*Korada*) versus lupiny (*Butan*, *Dieta* a *Prima*) a dále pak mezi odrůdami lupiny *APR 8-2* versus *Prima*.

Bachorová degradovatelnost NL v časové posloupnosti inkubačních intervalů 0, 2, 4, 8, 16, 24 a 48 hodin v průměru obou krmiv (lupina, sója) narůstala z 23,5 %, 42,0 %, 52,4 %, 71,6 %, 95,4 %, 96,7 % až na 96,8 %, respektive. Vliv odrůdy na hodnoty degradovatelnosti byl statisticky průkazný ($P < 0,0001$) pro všechny časy, s výjimkou inkubačního intervalu 16 h ($P = 0,6399$).

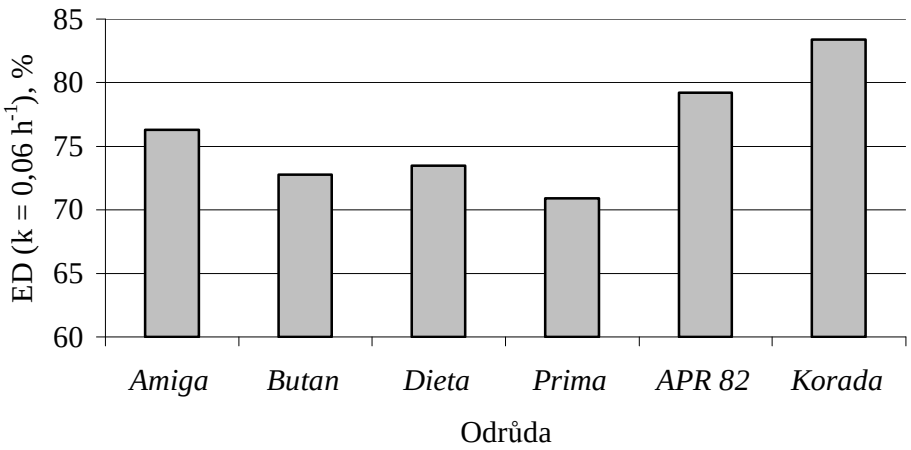
V Grafu 2. jsou uvedeny hodnoty intestinální stravitelnosti proteinu uniklého degradaci v bachoru u lupiny a sóji stanovené *in vitro* enzymatickou metodou.

Tabulka 1. Chemické složení (v absolutní sušině) pěti odrůd lupiny (*Amiga*, *Butan*, *Dieta*, *Prima*, *APR 82*) a jedné odrůdy sóji (*Korada*).

	Chemické složení (%)							
	DM	**NL**	**Tuk**	**VL**	**Popel**	**BNLV**	**NDF**	**ADF**
LUPINA								
Amiga	90,8	29,3	9,8	22,8	4,3	33,9	55,1	32,0
Butan	90,7	31,9	9,9	21,8	4,2	20,3	43,6	31,5
Dieta	89,1	33,5	10,6	19,2	4,4	23,4	40,2	24,3
Prima	89,2	38,6	9,6	16,7	4,4	23,5	49,6	23,7
APR 82	86,5	39,7	6,3	14,9	4,1	26,4	47,8	22,8
SÓJA								
Korada	86,4	29,1	18,5	8,4	4,9	39,1	20,4	18,1
Pravděpodobnost vlivu odrůdy (P)								
	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

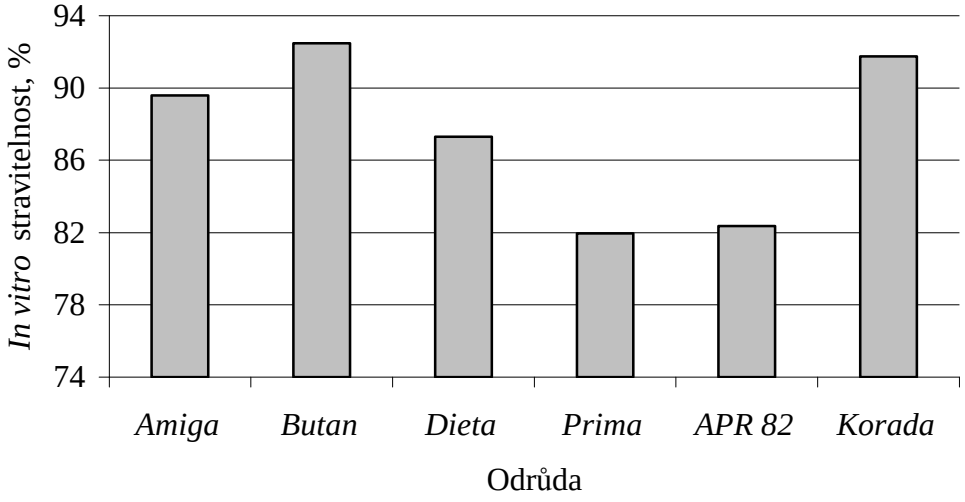
ADF = acido-detergentní vláknina, BNLV = bezdusíkaté látky výtažkové, DM = sušina, NDF = neutrálně-detergentní vláknina, NL = dusíkaté látky, VL = vláknina.

Graf 1. Efektivní bachorová degradovatelnost dusíkatých látek u pěti odrůd lupiny (*Amiga*, *Butan*, *Dieta*, *Prima*, *APR 82*) a jedné odrůdy sóji (*Korada*).



a = dusíkaté látky krmiva rozpustné ve vodě, b = dusíkaté látky krmiva nerozpustné, ale potenciálně degradovatelné, c = rychlost degradace frakce b, ED = efektivní degradovatelnost dusíkatých látek krmiva.

Graf 2. Intestinální stravitelnost proteinu uniklého degradaci v bachoru u pěti odrůd lupiny (*Amiga*, *Butan*, *Dieta*, *Prima*, *APR 82*) a jedné odrůdy sóji (*Korada*) stanovené *in vitro* enzymatickou metodou.



LITERATURA

Angela R. Moss, Deaville E. R., Givens D. I., 2001. The nutritive value for ruminants of lupins seeds from determinate and dwarf determinate plans. Anim. Feed Technol. Sci., 94, 187-198.

Arnold, G. W., Wallace, S. R., de Boer, E. S., 1977. Effects of grain supplements on lamb birth weight and growth rate and on milk production in Merino ewes. In: van Barneveld, R. J., 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (Lupinus spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition Research Reviews, 12, 203-230.

Barneveld, R. J., 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (Lupinus spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition Research Reviews, 12, 203-230.

Bayourthe, C., Moncoulon, R., Enjalbert, F., 1998. Effect of extruded lupin seeds as a protein source on lactational performance of dairy cows. Anim. Feed Sci. Tech., 72, 121-131.

Commission Decision 2001/25/EC of 27 December 2000 prohibiting the use of certain animal by-products in animal feed (Document n. C2000 4143). Official Journal L 006, 11/01/2001: 0016-0017.

Dixon R. M., Hosking, B. J., 1992. Nutrition value of grain legumes for ruminants. In: van Barneveld, R. J., 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (Lupinus spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition Research Reviews, 12, 203-230.

Émile, J. C., Huyghe, C., Huguet, L., 1991. Utilization du lupin blanc doux pour l'alimentation des ruminants: résultats et perspectives. Ann Zootech., 40, 31-44.

Freer, M., Dove, H., 1984. Rumen degradation of protein in sunflower meal, rapeseed meal and lupin seed placed in nylon bags. Anim. Feed Sci. Tech., 11, 87-101.

Froidmont, E., Bartiaux-Thill, N., 2004. Suitability of lupin and pea seeds as a substitute for soybean meal in high-producing dairy cow feed. Anim. Res., 53, 475-487.

Fukamchi, K., 1986. Usage of lupin as feed ingredient for cattle in Japan. In: van Barneveld R. J., 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (Lupinus spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition Research Reviews, 12, 203-230.

Gierus M., de Jonge L., Meijer G. A. L., 2005. Physico-chemical characteristics and degradation rate of soluble protein obtained from the washout fraction of feeds. Lives. Prod. Sci., 97, 219-229.

Godfrey,S. I., Rowe, J. B., Speijers, E. J., Toon, W., 1993. Lupins, barley, or barley plus virginiamycin as supplements for sheep at different feeding intervals. In: van Barneveld, R. J., 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (Lupinus spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition Research Reviews, 12, 203-230.

Guillaume, B., Otterby, D. E., Linn, J. G., Stern, M. D., Johnson, D. G., 1987. Comparison of sweet white lupin seeds with soybean meal as a protein supplement for lactating dairy cows. In: van Barneveld, R. J., 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (Lupinus spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition Research Reviews, 12, 203-230.

Homolka, P., Koukolová, V., Tománková, O., Hladká, V., 2007. Porovnání nutriční hodnoty lupin. In: Skřivanová a kol.. Využití vybraných odrůd lupin ve výživě hospodářských zvířat. Periodická zpráva za rok 2006, Uhříněves, 75 s.

Hynd, P. I., Valentine, S. C., Bartsch, B. D., 1985. Rumen protozoa numbers in dairy cows fed barley or lupins. In: van Barneveld, R. J., 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (Lupinus spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition Research Reviews, 12, 203-230.

Juśkiewicz, J., Zduńczyk, Z., Wróblewska, M., Gulewicż, K., 2003. Influence of oligosaccharide extracts from pea and lupin seeds on caecal fermentation in rats. J. Anim. Feed Sci., 12, 289-297.

Kibelolaud, A. R., Vernay, M., Bayourthe, C., Moncoulon, 1993. Effect of extruding on ruminal disappearance and lower gastrointestinal tract digestion of white lupin seeds. Can. J. Anim. Sci., 73, 571-579.

Kopečný, J., Tománková, O., Homolka, P., 1998. Comparison of protein digestibility of rumen undegraded protein estimated by an enzymatic and mobile bag method: feeds for ruminants and anaerobic fungus. Anim. Feed Sci. Tech., 71, 109-116.

May, M. G., Otterby, D. E., Link, J. G., Hansen, W. P., Johnson, D. G., Putnam, D. H., 1993. Lupins (*Lupinus albus*) as a protein supplement for lactating Holstein dairy cos. J. Dairy Sci., 76, 2682-2691.

McNaughton, D., McNaughton, Jacqui, nedatováno. Production and utilisation of lupins in the UK. Soya UK, Southampton, 2nd edition, 24 p.

Morcombe, P. W., Ferguson, J., 1990. Lupin, pea and wheat grain as supplements for young Merino sheep grazing wheat stubble. In: van Barneveld, R. J., 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (Lupinus spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition Research Reviews, 12, 203-230.

Moss, A. R., Givens, D. I., Grundy, H. F., Wheeler, K. P. A., 1997. The nutritive value for ruminants of lupin seeds from determinate plants and thein raplacement of soya bean meal in diets for zouny browning cattle. Anim. Feed Sci. Tech., 68, 11-23.

Moss, A. R., Deaville, E. R., Givens, D. I., 2001. The nutritive value for ruminants of lupin seeds from determinate and dwarf determinate plants. Anim. Feed Sci. Technol., 94, 187-198.

Murphy, S. R., McNiven, M. A., 1994. Raw or roasted lupin supplementation of grass silage diets for beef steers. Anim. Feed Sci. Tech., 46, 23-35.

ØRSKOV, E. R. and McDONALD, I.: The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. J. Agric. Sci., (Camb)., 92, 1979: 499-503.

Paduano, D. C., Dixon, R. M., Domino, J. A., Holme, J. H. G., 1995. Lupin (*Lupinus angustifolius*), cowpea (*Vigna unguiculata*) and navy bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds as supplements for sheep fed low duality roughage. J. Anim. Feed Sci., 53, 55-69.

Petterson, D. S., 2000. The Use of Lupins in Feeding Systems. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 13, 861-882.

Rémond, D., Le Guen, M. P., Poncet, C., 2003. Degradation in the rumen and nutritional value of lupin (*Lupinus albus* L.) seed proteins effect of extrusion. Anim. Feed Sci. Tech., 105, 55-70.

Robertson, J. A., Hinch, G. H., 1990. The effect of lupin feeding on embryo mortality. In: van Barneveld, R. J., 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (Lupinus spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition Research Reviews, 12, 203-230.

Robinson, P. H., McNiven, M. A., 1993. Nutritive value of raw and roasted sweet white lupins (*Lupinus albus*) for lactating dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol., 43, 275-290.

Roth-Maier, D. A., Paulicks, B. R., 2003. Feeding and nutritional value of sweet blue and yellow lupin seed (*Lpinus angustifolius L., Lupinus luteus L.*) for broiler chicks. Archiv für Geflügelkunde, 67, 175-178.

Statistical Analysis Systems Inc., 2003. SAS; Statistic's Version 9.1 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Thompson, A. N., Curtis, K. M. S., 1990. The effects of lupin or oat grain supplements on liveweight change staple strength and position of break for sheep grazing dry annual pastures. In: van Barneveld, R. J., 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (Lupinus spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition Research Reviews, 12, 203-230.

Tománková, O., Homolka, P., 1997. Comparison of enzymatic technique and mobile bag technique for determination of intestinal digestibility of feedstuff undegradable protein. [Porovnání enzymtické metody mobile bag pro stanovení střevní stravitelnosti nedegradovaného proteinu krmiv.] Živočišná výroba, 42, 219-222.

Třináctý, J. et al., 1995. The influence of a nylon bag carrier on alfaalfa crude protein degradability. Anim. Feed Sci. Tech., 57, 129-137.

Van Barneveld, R. J., 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (Lupinus spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition Research Reviews, 12, 203-230.

Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 451/2000 Sb., kterou se provádí zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění zákona č. 244/2000 Sb. (Regulation of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic no. 451/2000).

Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 343/2001 Sb., kterou se mění vyhláška MZe č. 451/2000 Sb., kterou se provádí zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění zákona č. 244/2000 Sb. (Regulation of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic no. 343/2001)