

Vědecký výbor výživy zvířat

Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů Část I - lupina

Prof. MVDr. Ing. Pavel SUCHÝ, CSc.
Doc. Ing. Eva STRAKOVÁ, Ph.D.
Doc. MVDr. Ivan HERZIG, CSc.

Praha, prosinec 2006



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

OBSAH

1.	Teoretická část studie	4
1.1	Obsahové látky semen kulturních odrůd rodu <i>Lupinus</i>	4
1.2	Využití lupiny ve výživě drůbeže	6
1.2.1	Využití lupinových semen v dietách určených pro výkrm kuřat	6
1.2.1.1	Kombinace luštěnin a cereálií v dietách z hlediska jejich nutriční hodnoty	10
1.2.1.2	Náhrada sóji lupinou v dietách	12
1.2.1.3	Vhodné úpravy semen lupin a doplňky k lupinovým dietám	12
1.2.1.4	Vliv lupinových semen v dietách pro kuřata na kvalitu jatečných produktů	19
1.2.1.5	Dieteticky nepříznivé účinky lupinových semen v dietách určených pro výkrm kuřat	20
1.2.2	Využití lupinových semen v dietách určených pro výživu nosnic	22
1.2.2.1	Kombinace luštěnin a cereálií v dietách z hlediska nutriční hodnoty diet	23
1.2.2.2	Náhrada sóji lupinou v dietách	24
1.2.2.3	Vhodné úpravy semen lupin a doplňky k lupinovým dietám	24
1.2.2.4	Dieteticky nepříznivé účinky lupinových semen v dietách	25
1.2.3	Ostatní druhy drůbeže	25
1.2.3.1	Křepelka japonská	25
1.2.3.2	Kachny	26
1.2.3.3	Krůty	27
2.	Praktická část studie	29
2.1	Živinné složení semen rodu <i>Lupinus</i>	29
2.2	Nutriční hodnota proteinu semen rodu <i>Lupinus</i>	38
3.	Literatura	49

Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sojových produktů

Část I - lupina

Prof. MVDr. Ing. Pavel Suchý, CSc.
Doc. Ing. Eva Straková, Ph.D.
Veterinární a farmaceutická univerzita Brno

Doc. MVDr. Ivan Herzig, CSc.
Výzkumný ústav veterinárního lékařství v Brně

V souvislosti se zákazem zkrmování masokostních mouček a vývojem nových vegetabilních diet určených pro hospodářská zvířata se do těchto diet hledají nová, proteinová krmiva, jako alternativa za masokostní moučky. Z dominantních vegetabilních proteinových krmiv, která jsou v současné době využívána jako komponenty do krmných směsí, je sója a její produkty, především sojové extrahované šroty. Většina sojových bobů a produktů je do ČR dovážena, jen malá část je tuzemské produkce. Nevýhoda těchto dovozových krmiv spočívá v tom, že jsou poměrně drahá a o jejich ceně často nerozhodují náklady na jejich produkci, ale jejich cena je řízena nabídkou a poptávkou. Důkazem tohoto tvrzení je růst ceny sojových bobů a sojových produktů, který byl patrný v souvislosti se zákazem zkrmování masokostních mouček, kdy se stal sojový extrahovaný šrot jedinou nezastupitelnou komponentou v krmných směsích pro monogastrická zvířata. Vzniklá situace ve výživě hospodářských zvířat vytváří potřebu hledat alternativní, především tuzemská proteinová krmiva, která by úplně nebo alespoň částečně nahradila především sojové extrahované šroty. Tato krmiva by měla splňovat určitá kritéria jako je možnost jejich pěstování v ČR, výnosy srovnatelné se sojovými boby, nižší náklady na produkci ve srovnání se sojovými boby a srovnatelná živinová hodnota. V současné době se nabízí využít k těmto účelům řadu proteinových krmiv, která by v krmných směsích částečně nahradila sojové produkty, dokonce v kombinaci s těmito sojovými produkty by mohla zvýšit nutriční hodnotu dietárního proteinu, a tím zlepšit produkční účinnost podávaných směsí. Tento efekt lze zdůvodnit rozdílným aminokyselinovým složením proteinů u jednotlivých krmiv. Ve středoevropských podmínkách se z výše uvedeného pohledu nabízí:

- **odrůdy lupin a její produkty**
- **odrůdy řepky a její produkty**
- **amarantus a jeho produkty**
- **odrůdy bobů**
- **odrůdy hrachů**
- **odrůdy vikví**
- **proteinové koncentráty (bramborový, kukuřičný apod.)**

Jako jedno z perspektivních krmiv, které je předmětem této studie, splňující výše uvedené požadavky, jsou semena kulturních druhů lupin. Semena některých druhů lupin svojí výživnou hodnotou dokonce překonají i výživnou hodnotu sojových bobů, a to z hlediska nejen obsahu proteinů, ale i z hlediska jejich aminokyselinového spektra.

1. Teoretická část studie

V rámci experimentálních prací byla věnována velká pozornost semenům kulturních druhů rodu *Lupinus* především ve výživě drůbeže. Proto jsme i v rámci teoretické části této studie zaměřili svoji pozornost na literární prameny zabývající se touto problematikou.

1.1. Obsahové látky semen kulturních odrůd rodu *Lupinus*

Z hlediska racionálního využití lupin, zejména lupinových semen, jako významného zdroje proteinů, je nutné znát nutriční a dietetické účinky obsahových látek, případně obsah látek antinutričních.

Studiemi týkajícími se chemického složení a stravitelnosti živin semen australské lupiny se zabývali **Kang et al. (1989)**. U ovcí, prasat a drůbeže bylo srovnáváno složení a stravitelnost puklých (CLS), vločkovaných (FLS) a odslupkovaných (DLS) semen lupiny a lusků (LSH) lupiny. Obsah dusíkatých látek byl nejvyšší u odslupkovaných (DLS) lupin, u semen lupiny a lusků (LSH) byl nejvyšší obsah vlákniny a nejnižší bezdusíkatý extrakt. Obsah hrubých popelovin byl u všech frakcí stejný. Obsah železa byl nejvyšší u vločkovaných (FLS) lupin, nejvíce vápníku a sodíku bylo u semen lupiny a lusků (LSH). Obsah fosforu a draslíku byl u všech frakcí stejný s výjimkou semen lupiny a lusků (LSH). Nejvíce aminokyselin bylo u odslupkovaných (DLS), nejméně u semen lupiny a lusků (LSH). Z aminokyselin měla nejvyšší koncentraci kyselina glutamová a nejnižší metionin. Složky buněčné stěny byly nejvyšší u semen lupiny a lusků (LSH), stejné u puklých (CLS) a vločkovaných (FLS) a nejnižší u odslupkovaných (DLS). U ovcí a prasat byla stravitelnost a nutriční hodnota nejvyšší u odslupkovaných (DLS), stejně u puklých (CLS) a vločkovaných (FLS) a nejnižší u semen lupiny a lusků (LSH). N - korigovaná metabolizovatelná energie u drůbeže byla nejvyšší u odslupkovaných (DLS), stejně jako u puklých (CLS) a vločkovaných (FLS) a nejnižší u semen lupiny a lusků (LSH).

Carre et al. (1990) se zaměřili ve své práci především na stravitelnost polysacharidů buněčných stěn pšenice (otruby nebo celá zrna), sojového šrotu a šrotu z lupiny bílé u kohoutků, kachen pižmových a potkanů. U kohoutů, kachen pižmových a potkanů byla stanovena stravitelnost neškrobových polysacharidů (NSP). Byly použity diety, jejichž jediným zdrojem neškrobových polysacharidů byla pšenice - otruby (dieta B) nebo celá zrna (dieta W), sojový šrot (dieta S) nebo šrot z lupiny bílé (dieta L). Diety obsahovaly stejné množství dusíkatých látek (24,4 %), lipidů (5,2 %) a NSP (6,9 %). Podíl ve vodě rozpustných NSP k celkovým NSP byl 11,1 % (dieta B), 19,7 % (dieta W), 8,0 % (dieta S) a 11,5 % (dieta L). Obsah NSP v krmivu a výkalech byl stanoven měřením jejich jednotlivých cukrů pomocí plynové chromatografie alditol acetátových derivátů. Hodnoty stravitelnosti NSP se pohybovaly v následujících rozmezích: kohouti - od 21,9 % (dieta W) do 13 % (dieta L), kachny - od 18,7 % (dieta W) do 7,9 % (dieta L), potkani - od 85,7 % (dieta L) do 44,1 % (dieta B). Výsledky naznačují, že pouze kohouti a kachny byli schopni trávit ve vodě rozpustné frakce NSP. Potkani trávili ve velké míře pektinové polymery, které tvořily hlavní složku ve vodě rozpustných NSP diety S a L. Hodnoty stravitelné energie (DE), počítané z hodnot N-korigované zdánlivé metabolizovatelné energie (AMEn), byly u kohoutů a kachen podobné; rozdíl mezi ptačími druhy nepřesáhly hodnotu 0,23 MJ/kg DM. Ve všech případech byly hodnoty DE vyšší u potkanů než u ptáků. Výsledky naznačují, že hlavním

faktorem zodpovědným za rozdíly v hodnotách DE mezi potkany a ptáky byla schopnost trávit NSP, která byla vyšší u potkanů než u ptáků.

Cílem studie **RothMaier and Kirchgessner (1993)** bylo otestovat složení dvou variet lupiny bílé (*Lupinus albus* L. – variety *Lublanc* a *Amiga*) ze tří lokalit a dvou variet lupiny žluté (*Lupinus luteus* L. – variety *Borsaja* a *Juno*) ze čtyř lokalit. Kromě toho byly provedeny metabolické experimenty s prasaty a drůbeží (odlišné metody) za účelem otestování stravitelnosti, metabolizability a energetické hodnoty 4 variet (každá z jiné lokality). Obsah dusíkatých látek v sušině (DM) byl v lupině bílé 38 % a u lupiny žluté 48 %. Kvalita proteinu byla nízká, obsah lyzinu se pohyboval od 4,5 g/100g do 5,0 g/100g proteinu, obsah metionin byl pouze 0,8 g/100g. Obsah hrubého tuku v DM byl u lupiny bílé 7,6 %, u žlutých variet 4,6 % v DM. Pro tuk byl charakteristický vysoký obsah nenasycených mastných kyselin (50 % kyseliny linolové u *L. luteus*). Stravitelnost zjištěná u prasat se pohybovala od 75 % do 81 % a obsah energie byl 14,8 (*Lublanc*), 14,2 (*Amiga*), 13,8 (*Borsaja*) a 14,3 (*Juno*) MJ ME/kg DM. Autoři konstatují, že lupina žlutá může být použita jako jediný zdroj proteinů v krmných dávkách prasnic, jestliže jsou vybilancovány všechny esenciální aminokyseliny. U drůbeže byla průměrná metabolizabilita nízká (46 %), což vedlo k následujícím obsahům energie: 7,5 (*Lublanc*), 7,9 (*Amiga*), 9,0 (*Borsaja*) a 8,4 (*Juno*) MJ/kg ME (N-korekce) DM. Autoři doporučují, že lze přidat 20 % lupiny do diet nosnic a kuřat ve výkrmu bez závažných dietetických problémů.

Chemickým složením devíti variet sladké lupiny (variety lupiny žluté: *Juno*, *Popiel*, *Amulet*; variety lupiny bílé: *Wat*, *Bardo*, *Hetman*; variety lupiny úzkolisté: *Sur*, *Emir*, *Saturn*) sklizených v Polsku během roku 1993 se zabývali **Smulikowska et al. (1995)**. Bylo stanoveno chemické složení celých semen, lusků a odslupkovaných semen. Velikost semen (vyjádřená jako váha 1000 semen) variet lupiny bílé a úzkolisté pozitivně korelovala s rostlinnou dělohou a obsahem proteinů a tuků v semenech. U všech variet se okolo 97 % celkového proteinu a 95 % až 98 % celkového tuku obsaženého v semenech nacházelo v děloze a 75 % až 86 % celkové vlákniny bylo obsaženo v luscích. Odslupkování semen lupiny zvýšilo množství metabolizovatelné energie pro drůbež o 20 až 35 %.

Za významnou práci z pohledu studia obsahových látek luštěnin, včetně lupin, lze považovat publikaci **Gdala (1998)**, který uvádí, že neškrobové polysacharidy (NSP) a lignin jsou hlavními složkami vlákniny. Semena luštěnin, např. bobu (*Vicia faba*), hrachu a lupiny obsahují značné množství neškrobových polysacharidů. Průměrný obsah NSP u bobu je 177 g/kg DM (sušiny), hrachu 185 g/kg DM a u lupiny se pohybuje v rozmezí 320 do 400 g/kg DM v závislosti na druhu. Semena *Lupinus angustifolius* obsahují více SNP než semena *Lupinus luteus* a *Lupinus albus*. Rozdíly v hodnotách NSP mezi různými druhy lupin vychází z rozdílných obsahů sacharidových zbytků NSP, zejména rhamnózy, xylázy, galaktózy a kyseliny uronové. Glukóza a galaktóza jsou hlavní sacharidové zbytky NSP v semenech lupiny. NSP semen hrachu a bobu jsou převážně tvořeny glukózou, arabinózou a kyselinou uronovou. Vláknina luštěninových semen může také zahrnovat jiné složky jako např. α -galaktozidázu, rezistentní škrob, polyfenoly a proteiny vázané v buněčných stěnách. Rozdílné podíly karbohydrátů, buď hydrolyzovaných endogenními enzymy nebo fermentovaných střevní mikroflórou, mají za následek, že luštěninová semena mají pro zvířata odlišné energetické hodnoty. Vzhledem k tomu, že bakteriální fermentace NSP je intenzivnější v koncovém střevě prasat, mají semena luštěnin vyšší energetickou hodnotu pro tato zvířata než pro drůbež. Ačkoliv vysoký obsah NSP v dietách zvířat působí negativně na stravitelnost a vstřebávání živin, u lidí může mít dieteticky příznivý účinek. Za účelem zlepšení nutriční

hodnoty luštěninových semen u monogastrických zvířat jsou používány různé úpravy např. odslupkování, přidávání enzymů aj.

Mikrobiálními změnami v trávicí soustavě kuřat při zkrmování lupinových semen se zabývali **Rubio et al. (1998)**. Byly provedeny čtyři experimenty s rostoucími brojlerovými kuřaty za účelem studia vlivu lupinového šrotu obsaženého v jejich dietách na počty *E. coli* a laktobacilů ve voleti, ileu a tenkém střevě ve věku 3 nebo 4 týdnů. Diety byly sestaveny tak, aby obsahovaly stejné množství metabolizovatelné energie (12,55 MJ/kg) a proteinů (210 g/kg). K přípravě lupinových diet bylo použito 400 g/kg lupinového šrotu z neupravených celých (teplem neošetřených) semen nebo 320 g/kg lupinového šrotu z odslupkovaných sladkých (nízký obsah alkaloidů) semen. Proteiny byly doplněny buď odtučněným sojovým šrotem nebo kaseinem. Finální tělesná hmotnost a příjem krmiva u kuřat krmených dietami obsahujícími lupinový šrot z celých semen byly nižší než u skupin kontrolních, avšak konverze krmiva se nelišila. Hodnoty tělesné hmotnosti, příjmu krmiva a konverze krmiva byly u kuřat krmených dietou obsahující lupinový šrot z odslupkovaných semen podobné jako u kontrol. Zatímco počty *E. coli* nebyly ovlivněny, počty laktobacilů se v porovnání s kontrolami zvýšily ve všech zažívacích částech u kuřat krmených dietami obsahujícími lupinový šrot z celých nebo odslupkovaných semen, bez ohledu na věk ptáků nebo přítomnost sojového šrotu nebo kaseinu v dietě. Byly izolovány následující druhy laktobacilů: *Lactobacillus fermentum*, *L. acidophilus*, *L. salivarius* a *L. brevis*. Výsledky naznačují, že používání lupinového šrotu z celých nebo odslupkovaných semen v dietách rostoucích brojlerových kuřat může zvýšit počty bakterií fermentujících kyselinu mléčnou ve střevech.

Chemickou skladbou významných druhů lupiny (*Lupinus albus*, *L. angustifolius* a *L. luteus*) se zabýval i **Petterson (2000)**. V publikaci citovaný autor studoval obsah proteinů, aminokyselin, karbohydrátů, lipidů, minerálních látek, vitamínů a biologicky aktivních látek. V práci je diskutována nutriční hodnota lupin z hlediska intenzivního chovu hospodářských zvířat (masného skotu a dojnic, ovcí, prasat, drůbeže, ryb a koryšů) a jiných druhů.

1.2. Využití lupiny ve výživě drůbeže

1.2.1. Využití lupinových semen v dietách určených pro výkrm kuřat

Zvýšením efektivnosti využití lupiny při krmení brojlerových kuřat se již v minulém století zabýval **Bogdanov (1988)**. Skupina kuřat Hybro-6 dostávala krmné směsi PK5-4 (období předvýkrmu) a PK6-4 (dokrmmové období) + sojový extrahovaný šrot (K) nebo dostávala výše uvedené krmné směsi, u kterých byla část extrahovaného sojového šrotu nahrazena (i) lupinou bílou bez (NWL) nebo s metioninem (NWLM), (ii) extrudovanou lupinou bílou bez (EWL) nebo s metioninem (EWLM), (iii) přírodní lupinou žlutou bez (NYL) nebo s metioninem (NYLM) nebo (iv) extrudovanou lupinou žlutou (EYL) bez nebo s metioninem (EYLM). Průměrné denní přírůstky (g) byly: 31,1 (K), 27,5 (NWL), 30,5 (NWLM), 28,7 (EWL), 30,7 (EWLM), 28,5 (NYL), 30,9 (NYLM), 29,1 (EYL) a 30,8 (EYLM). Příjem krmiva (kg) na kg přírůstek byl: 2,31 (K), 2,67 (NWL), 2,50 (NWLM), 2,61 (EWL), 2,45 (EWLM), 2,64 (NYL), 2,40 (NYLM), 2,60 (EYL) a 2,40 (EYLM). Jatečná výtěžnost (%) požitelného jatečného trupu byla: 62,0 (K), 61,8 (NWL), 61,5 (NWLM), 58,1 (EWL), 61,4 (EWLM), 60,2 (NYL), 61,2 (NYLM), 62,6 (EYL) a 61,8 (EYLM).

Použitím sladké lupiny bílé při krmení brojlerových kuřat, její možnosti a omezení v dietách, se zabývali **Gualtieri and Rapaccini (1990)**. Citovaní autoři provedli 2 experimenty za

účelem studia vlivu přidání šrotu ze sladké lupiny bílé (*Lupinus albus* kultivar *Multitalia*) do diet brojlerových kohoutků Warren od 1. do 70. dne věku. U experimentu 1 byly kuřatům (n = 700) podávány krmné směsi založená na kukuřici (diety A a B) nebo čiroku s nízkým obsahem taninu (diety C a D). U diet B a D byla část sojového šrotu nahrazena 5 % (předvýkrm), 10 % (růst) a 20 % (dokrm) lupinového šrotu. U experimentu 2 byly kuřatům (n = 2244) podávány krmné směsi založené na kukuřici (dieta E) nebo čiroku (diety F, G a H). Dieta G obsahovala 10 % (předvýkrm), 20 % (růst) a 40 % (dokrm) lupinového šrotu. Dieta H obsahovala po všechna tři období výkrmu 30 % lupinového šrotu. Průměrná živá hmotnost (kg) v 70. dnu věku kuřat byla: 1,359 (A), 1,368 (B), 1,357 (C), 1,416 (D) a 1,517 (E), 1,493 (F), 1,563 (G), 1,401 (H). Konverze krmiva (kg) byla: 2,99 (A), 2,93 (B), 2,99 (C), 2,88 (D) a 2,77 (E), 2,73 (F), 2,62 (G), 2,72 (H). Jatečná výtěžnost (%) byla 83,61 (E), 82,13 (F), 83,35 (G) a 82,22 (H). Výsledky ukazují, že šrot z lupinových semen může být použit v dietách brojlerových kuřat, a to tak, že jeho množství lze s věkem zvyšovat, pokud jsou v období předvýkrmu jeho dávky nízké. Použití většího množství (30 nebo 40 %) by vyžadovalo přísun limitujících aminokyselin, což by nemuselo být cenově efektivní.

Srovnáním sojového šrotu a šrotu ze semen lupiny jako proteinových doplňků růstových a dokrmových diet brojlerových kuřata se zabývali **Perez-Alba et al. (1990)**. Brojlerovým kuřatům (n = 96) ve věku od 14 do 49 dnů byla podávána dieta založená na kukuřičném šrotu a šrotu ze sladké lupiny (*Lupinus albus* varieta *Neuland*) (dieta 1 a 2) nebo na kukuřičném a sojovém šrotu (dieta 3 a 4). Diety 2 a 4 obsahovaly 4 % rybí moučky. Dieta 1 byla doplněna 0,21 % lyzinu, 0,11 % metioninu a 0,015 % tryptofanu; dieta 2 byla doplněna 0,09 % lyzinu, 0,05 % metioninu a 0,010 % tryptofanu. Průměrné denní přírůstky byly: 48,9 g (dieta 1), 46,2 g (dieta 2), 47,6 g (dieta 3) a 47,8 g (dieta 4). Konverze krmiva (kg) byla: 2,13 (dieta 1), 2,20 (dieta 2), 2,12 (dieta 3) a 2,13 (dieta 4). Hmotnost jatečného trupu, prsou a křídel byla nižší u skupiny 2 v porovnání s ostatními skupinami. Živé hmotnosti, jatečné hmotnosti a jaterní a břišní tuk byly ve 49 dnu podobné.

Zlepšení proteinové kvality kukuřičně-lupinových diet lze dosáhnout pomocí syntetických aminokyselin, jak uvádějí ve své práci **Perez-Alba et al. (1990)**. Publikace uvádí výsledky dvou experimentů. 1) Byl proveden 4 x 4 faktorový experiment s brojlerovými kuřaty Hubbard (32 skupin po 12 jedincích), kterým byly podávány od 14. do 28. dne věku isonitrogenní a isoenergetické diety založené na kukuřičném šrotu a šrotu z lupinových semen. K těmto dietám byl přidán syntetický lyzin (0,16, 0,30, 0,52 nebo 0,70 %), metionin (0,36, 0,46, 0,56 nebo 0,66 %) a tryptofan (0,03 %). Růst byl dobrý u všech diet. Nebyly zjištěny rozdíly mezi skupinami. 2) Byl proveden 2 x 3 x 2 faktorový experiment (26 skupin po 12 kuřatech). Kuřata byla krmena dietami obsahujícími kukuřici a semena lupiny a doplněna o lyzin (0,084 nebo 0,168 %), metionin (0,12, 0,24 nebo 0,36 %) a tryptofan (0 nebo 0,03 %). Kontrolní dieta byla založena na kukuřici a rybí moučce. Hodnoty efektivnosti celkového proteinu založené na koeficientu přírůstku hmotnosti k příjmu proteinu ukázaly, že nejlepší přísun lyzinu (L), metioninu (M) a tryptofanu (T) byl v následujících kombinacích: 0,08 % (L), 0,12 % (M), 0 % (T) a 0,17 % (L), 0,12 % (nebo 0,24 %) (M), 0,03 % (T). Výsledky zjištěné u experimentálních skupin se podobaly výsledkům kontrolní skupiny.

Použití lupiny v dietách drůbeže testovali i **Schamsschagh et al. (1994)**. V experimentu byl testován účinek sladkých lupin, zejména variety *Amiga*, v krmných dávkách nosnic a brojlerů. V prvním experimentu byl sledován vliv přidání lupiny do diety nosnic na jejich užitkovost, složení a kvalitu vajec, organoleptické vlastnosti vajec a na složení výkalů. V každé skupině (kontrolní a experimentální) bylo 1000 nosnic (věk kolem 3 roků, třetí snáškové období), chovaných v bateriích. Tento experiment trval dva měsíce. Kontrolní skupina dostávala

komerční kompletní krmnou směs (typ mash). U diety experimentální skupiny byla část sojového šrotu a pšenice nahrazena lupinou (10 %). Díky signifikantně vyšší užitkovosti nosnic experimentální skupiny byla konverze krmiva u kontrolní skupiny (2,60 kg/kg vaječné hmoty) vyšší (+ 0,16 kg/kg vaječné hmoty). U kontrolní skupiny bylo zjištěno signifikantně větší procento křapovitých vajec a signifikantně nižší pevnost vaječné skořápky. U organoleptických testů vajec nebyly zjištěny rozdíly mezi skupinami. U druhého experimentu byl hodnocen vliv 6, 12 a 18 % lupiny v kompletní krmné směsi (typ mash) brojlerových kuřat na výkrmnost, jatečnou hodnotu a kvalitu masa a tuku. Každá ze čtyř skupin byla tvořena pěti posadami (= pět opakování; 65 kuřat/posada). Kuřata byla chována na hluboké podestýlce v kontrolovaných klimatických podmínkách. Experiment probíhal 43 dnů. Mezi skupinami nebyly zjištěny signifikantní rozdíly týkající se výkrmnosti, procenta tuku a procenta hodnotných jatečných částí.

Vlivem sladké, hořké a mikronizované namočené lupiny na užitkovost brojlerů se zabývali **Olver and Jonker (1997)**. U brojlerů byly zkoumány krmné hodnoty sladké lupiny (*Lupinus albus* varieta *Hanti*), hořké lupiny (*Lupinus angustifolius*) a hořké lupiny upravené mikronizací, které předcházelo máčení semen. Byly vytvořeny čtyři isokalorické a isonitrogenní diety: jedna bez obsahu lupiny a zbylé tři obsahovaly 400 g/kg sladké, hořké nebo mikronizované namočené hořké lupiny. Z těchto tří lupinových diet bylo vytvořeno 16 experimentálních diet obsahujících 0, 50, 100, 200 a 400 g/kg sladké, hořké a mikronizované namočené hořké lupiny. Diety byly podávány kuřatům Ross po dobu šesti týdnů. Hmotnost těla, příjem krmiva, konverze krmiva, jatečná výtěžnost a obsah jatečného tuku kuřat krmených dietami obsahujícími 300 g/kg a 400 g/kg hořké lupiny a 400 g/kg mikronizované namočené hořké lupiny se signifikantně lišily v porovnání s kontrolní skupinou. Nebyly zjištěny signifikantní rozdíly v obsahu jatečných proteinů a vlhkosti. U diet obsahujících hořkou a mikronizovanou namočenou hořkou lupinu byl u většiny studovaných parametrů zjištěn signifikantní lineární vztah mezi obsahem lupiny v dietě a jejími nepříznivými účinky. U sladké lupiny tento vztah zjištěn nebyl. Mikronizovaná namočená hořká lupina vykazovala lepší výsledky než neupravená hořká lupina.

Krmnou hodnotou lupiny pro brojlerová kuřata a nosnice se zabývali **Egorov et al. (2001)**. V práci byla studována semena lupiny žluté zařazená do krmných dávek. Experimenty byly prováděny u brojlerů (linie Smena) od 1. do 42 dne věku a u nosnic (linie P-46) od 150. do 450. dne věku. Kontrolní skupina dostávala standardní směs suchého krmiva + 15 % slunečnicových pokrutin. U čtyř experimentálních skupin byly slunečnicové pokrutiny nahrazeny 10, 15, 20 a 25 % lupiny. V tabulkách jsou uvedena data týkající se chemického složení lupiny a slunečnicových otrub, produkce brojlerů a nosnic. Nutriční hodnota lupinových semen se blíží nutriční hodnotě slunečnicových otrub. Nejlepší výsledky, podobné jako u kontrolní skupiny, byly dosaženy s 20 % lupiny. Obsah 25 % lupiny v dietě se projevil signifikantním ($P < 0,05$) snížením tělesné hmotnosti.

Zajímavý experiment provedli **Ravindran et al. (2002)**. U brojlerových kuřat byla hodnocena nutriční hodnota semen transgenní lupiny (*Lupinus angustifolius* L.) s vysokým obsahem metioninu. U tradiční (CL) a transgenní lupiny (TL) byly zjištěny následující hodnoty (g/kg sušiny): dusíkaté látky 322 (CL) a 324 (TL), obsah metioninu 2,0 (CL) a 4,5 (TL), obsah cysteinu 3,6 (CL) a 3,7 (TL). V krmném experimentu byla tradiční nebo transgenní lupina (se slupkou) přidána v množství 250 g/kg do diety založené na kukuřičném-sojovém šrotu. Diety byly podávány slepičkám brojlerových kuřat ve věku od 6. do 20. dne. Všechny diety byly upraveny tak, aby obsahovaly podobnou hladinu zdánlivé metabolizovatelné energie (AME) a lyzinu. Volný metionin byl přidán v množství 2,2 g/kg do kukuřičné-sojové diety, v množství

2,8 g/kg do diety obsahující tradiční lupinu a v množství 2,2 g/kg do diety obsahující transgenní lupinu. Přírůstek hmotnosti a příjem krmiva nebyly dietami ovlivněny, avšak konverze krmiva byla vyšší ($P = 0,09$) u lupinových diet v porovnání s kontrolní dietou. Konverze krmiva byla vyšší u kuřat krmených dietou obsahující tradiční lupinu (1,82 kg) v porovnání s lupinou transgenní (1,74 kg). Data ukázala, že množství potřebného metioninu přidávaného do diety obsahující 250 g/kg lupiny může být sníženo o 0,6 g/kg diety, pokud se použije lupina s vysokým obsahem metioninu. Zjištěná hodnota AME tradiční lupiny byla 9,42 MJ/kg sušiny a transgenní lupiny 10,18 MJ/kg sušiny. Vyšší hodnoty AME transgenní lupiny mohou souviset s nižším obsahem neškrobových polysacharidů (45,6 oproti 60,7 g/kg přirozeně sušeného základu). Data týkající se ileální stravitelnosti aminokyselin naznačují, že aminokyseliny transgenní lupiny jsou stejně tak stravitelné jako aminokyseliny lupiny tradiční.

Krmením semenem sladké lupiny úzkolisté (*Lupinus angustifolius* L.) a lupiny žluté (*Lupinus luteus* L.) a nutriční hodnotou těchto lupin se zabýval **RothMaier (2003)**. Realizoval na brojlerových kuřatech dva experimenty. Experiment 1: U 108 brojlerových kuřat byla zjišťována nutriční metabolizabilita. Byl také zjišťován energetický obsah semen sladké lupiny úzkolisté (*Lupinus angustifolius* varieta *Bordako* (Bd) a varieta *Borweta* (Bw)). Podíly nutriční metabolizability pro organickou hmotu byly 43 % (Bd) a 50 % (Bw), pro proteiny 43 % (Bd) a 36 % (Bw), pro éterové extrakty 69 % (Bd) a 83 % (Bw) a pro bezdušičkaté extrakty 46 % (Bd) a 58 % (Bw). Obsah energie byl 7,45 MJ AME/kg DM (sušiny) pro *Bordako* a 8,22 MJ AME/kg DM pro *Borwetu*. Experiment 2: Celkem 350 brojlerových kuřat bylo od 1. dne věku po dobu 5 týdnů krmeno isoenergetickými a isonitrogenními dietami obsahujícími 20 % semen sladké lupiny žluté (*Lupinus luteus* varieta *Borsaja*) a nebo 30 % sladké lupiny úzkolisté (*Lupinus angustifolius* varieta *Bordako*). Příjem krmiva se u lupinových diet zvýšil na 70 g/den v porovnání s bezlupinovou dietou (64,5 g/den), avšak růst byl podobný u všech skupin (42,8 g/den; 40,9 g/den u skupiny 3 s 30 % *Lupinus angustifolius*). To se projevilo ve vyšších krmných nákladech na lupinové dietě (až 1,64 oproti 1,51 u kontrolní skupiny). Při použití aminokyselin může být až 20 % sojového šrotu v dietě nahrazeno semeny lupiny žluté, aniž by se zhoršil růst a konverze krmiva. Avšak obsah 30 % semen lupiny žluté snížil konverzi krmiva o 9 %. Přidání 20 % semen lupiny úzkolisté se projevilo stejným růstem jako u kontrolní skupiny, avšak konverze krmiva se snížila o 6 %.

Krmením rostoucích kuřat dietami obsahujícími šrot ze semen lupiny (*Lupinus angustifolius*) se zabývali **Rubio et al. (2003)**. Byly provedeny dva experimenty s rostoucími brojlerovými kuřaty za účelem studia vlivu diet obsahujících šrot z neupravených nebo odslupkovaných semen lupiny (*Lupinus angustifolius*) na produkční a fyziologické parametry kuřat. Také byl testován vliv přidání komerční proteázy (1 g/kg, Bio-Feed Pro, Novo. Nordisk, Madrid). Diety byly sestaveny tak, aby obsahovaly stejné množství energie (12,55 kJ/g) a proteinů (210 g/kg). Lupinové diety obsahovaly buď 400 g/kg šrotu z neupravených celých (teplem neopracovaných) semen nebo 320 g/kg šrotu z odslupkovaných (chudých na alkaloidy) semen sladké lupiny; obsah proteinů byl doplněn buď sójou nebo kaseinem. U kuřat krmených dietami obsahujícími lupinový šrot z celých semen (400 g/kg) byla finální tělesná hmotnost a příjem krmiva nižší než u kontrol, avšak konverze krmiva se nelišila. Sója a kasein v dietě neovlivnily produkční parametry. Ptáci krmení šrotem z odslupkovaných semen lupiny (320 g/kg) měli podobnou tělesnou hmotnost, příjem krmiva a konverzi krmiva jako kontroly. Přidání komerční proteázy (1 g/kg Bio-Feed Pro CT) k dietě celá lupina/sója nebo k dietě celá lupina/kasein zvýšilo příjem krmiva a finální hmotnost kuřat. U kuřat krmených šrotem z celé lupiny byla v plazmě zjištěna, v porovnání s kuřaty krmenými šrotem z odslupkované lupiny, vyšší koncentrace kyseliny močové a nižší koncentrace cholesterolu a triglyceridů.

Koncentrace aminokyselin v plazmě kuřat krmených lupinovými dietami se v porovnání s kontrolami nelišila. Zdánlivá ileální stravitelnost aminokyselin se mezi kontrolami a skupinami krmenými různými lupinovými dietami nelišila. U kuřat krmených lupinovými dietami byla zjištěna vyšší relativní hmotnost jater v porovnání s kontrolami; to však neplatí pro kuřata, kterým byl k lupinové dietě přidán enzymatický přípravek. U kuřat krmených lupinou byla zjištěna tendence ke zvýšení koncentrace DNA a snížení koncentrace glykogenu v játrech a byla u nich zjištěna nižší koncentrace RNA v játrech.

Z pohledu výživy lze za zajímavý pokládat i článek zabývající se dostupností fosforu ze semen bobu (*Vicia faba*) a lupiny (*Lupinus albus*) pro brojlerová kuřata, publikovaný autorem **Antoniewicz (1992)**. U 64 brojlerů od 0. do 18. dne věku byla hodnocena dostupnost fosforu z lupiny (*Lupinus albus*) a bobu (*Vicia faba*). Jako indikátory byly použity: mineralizace kostí, pevnost kostí a retence P frakcí. Při krmení P-deficitní polo-syntetickou kontrolní dietou bez anorganického P (Pi) byl 18. den věku kuřat zjištěn pokles ($P < 0,01$) jejich tělesné hmotnosti. Množství popelovin z holeně a pevnost kostí byly nejnižší a podobné u kuřat krmených P-deficitní kontrolní dietou nebo dietami obsahujícími bob. Obsah popelovin z holeně byl nižší asi o 12 % a síla kostí asi o 45 % v porovnání s kuřaty, kterým byla podávána dieta s 0,2 % P. U kuřat krmených dietou obsahující 0,2 % P byla zjištěna nejlepší mineralizace kostí. Dostupnost P byla vyšší u lupiny než u bobu (posuzováno z pevnosti kostí: 53 % (lupina) a 0 % (bob) a porovnáno s dostupností anorganického P, která byla brána jako 100 %).

1.2.1.1. Kombinace luštěnin a cereálií v dietách z hlediska jejich nutriční hodnoty

Kombinací různých druhů luštěnin (lupiny, hrachu a sóji) v dietách brojlerových kuřat a potkanů se již v minulosti zabývala řada autorů např. **Koreleski et al. (1987)**. V práci citovaných autorů byla zkoumána semena dvou nových variet lupiny úzkolisté (*Lupinus angustifolius*, variety *Remik* a *Ignis*), dvou variet hrachu setého (*Pisum sativum*, variety *Kaliski Zoty* a *Mikan*) a jedné variety sóji (*Glycine hispida*). Proteiny hrachu obsahovaly více lyzinu (7,48 g/16 g N (*Kaliski Zoty*) a 7,02 g/16 g N (*Mikan*) než variety lupiny (4,00 g/16 g N (*Remik*) a 4,78 g/16 g N (*Ignis*), také obsahovaly více sirných aminokyselin. Skóre esenciálních aminokyselin bylo: 68,2 (*Kaliski Zoty*), 70,3 (*Mikan*) a 51,0 (*Remik*), 59,0 (*Ignis*). Dieta obsahující ječmen a semena hrachu *Kaliski Zoty* a lupiny *Remik* způsobila u potkanů podobné přírůstky hmotnosti na g přijatého krmiva jako sojový šrot obohacený o DL-metionin. Lupina *Ignis* a hrách *Mikan* daly menší přírůstky hmotnosti. U krmného experimentu s kuřaty byl zjištěn u semen lupiny a hrachu podobný podporující vliv na růst, pokud tyto dvě plodiny nahradily 50 % sojových proteinů v dietách založených na pšeničném a sojovém šrotu. Nicméně lupina byla lepší náhradou u diety založené na pšeničném a řepkovém šrotu. Uspokojivé výsledky byly získány při použití až 13 % lupiny a 22 % hrachu. Jestliže byla semena použita ve větším množství, bylo nezbytné dodat do diet krystalické aminokyseliny. Celá, teplem neupravená, semena sóji (varieta *Progress*) byla v množství od 4 do 8 % hodnotnou složkou kuřecích diet založených na pšeničném, kukuřičném a sojovém šrotu. Drcená semena lupiny bílé, hrachu, bobu (*Vicia faba*) a tepelně upravená sója v kombinaci s kukuřicí jako krmivo pro brojlerová kuřata od 21. do 52. dne věku byla testována v experimentu, který publikovali **Bekric et al. (1988)**. Brojlerová kuřata byla rozdělena do 4 skupin, jejichž průměrná tělesná hmotnost byla na počátku experimentu 460 g. Diety byly sestaveny tak, aby obsahovaly 23 % lupiny, 27 % hrachu, 27 % bobu nebo 20 % tepelně upravené sóji, dále 5 % masokostní moučky, 4,1 % minerálních látek a byly doplněny do 100 % šrotovanou kukuřicí. Obsah dusíkatých látek byl ve všech dietách okolo 16 %. Skupině kontrolních kuřat bylo podáváno komerční kompletní krmivo s 20% obsahem

dusíkatých látek. Živá hmotnost v 52. dnu věku kuřat byla 1886 g (lupina), 1805 g (hrách), 1717 g (bob), 1822 g (sója) a 1983 g (kontrola). Příjem krmiva na kg přírůstkem byl: 2,43 kg (lupina), 2,58 kg (hrách), 2,56 kg (bob), 2,29 kg (sója) a 2,42 kg (kontrola). Jatečná výtěžnost (%) kuřat byla: 66,7 (lupina), 67,6 (hrách), 65,8 (sója) a 69,6 (kontrola).

Porovnáním různých druhů luštěnin v dietách - lupina, hrách (*Pisum sativum*), bob (*Vicia faba*) a sója v kombinaci s kukuřicí jako krmivo pro brojlerová kuřata od 21. do 52. dne věku se zabývali **Bekric et al. (1990)**. Brojlerovým kuřatům Hybro, jejichž počáteční průměrná hmotnost byla 460 g, byly od 21. do 52. dne věku podávány diety obsahující okolo 16 % dusíkatých látek (CP), které byly založeny na kukuřici a masové moučce a obsahovaly 23 % lupiny, 27 % hrachu, 27 % bobu nebo 20 % neodtučněné sóji nebo jim byla podávána komerční dieta (kontrola) obsahující 20 % CP. Průměrné přírůstky byly následující: 1439 g (lupina), 1348 g (hrách), 1253 g (bob), 1407 g (sója) a 1528 g (kontrola). Pouze u kuřat krmených dietou obsahující bob byly přírůstky signifikantně nižší v porovnání s kontrolní skupinou. Konverze krmiva byla nejnižší u skupiny krmené dietou obsahující sóju.

Kombinací lupina/hrách setý nebo extrahovaný řepkový šrot jako náhrada za sojový šrot v dietách brojlerů obsahujících pšenici, tritikale nebo pšenici s 15 % žita se ve své práci zabývali **Rutkowski and Gawecki (1990)**. Celkem na 720-ti brojlerových kuřatech Astra B byla podávána startérová dieta založená na pšenici nebo tritikale a dokrmová dieta obsahující pšenici, tritikale nebo pšenici s 15 % žita. Sojový šrot byl zcela nahrazen kombinacemi lupiny žluté (kultivar *Orbit*), hrachu (kultivar *Milewska*) nebo extrahovaného řepkového šrotu (kultivar *Jantar*) v poměru 50:50. Nejlepší výsledky byly získány u kombinace *Jantar* + lupina. Tělesná hmotnost brojlerů krmených pšenicí nebo tritikale byla pouze o 2 % nižší v porovnání s brojlerů krmenými sojovým šrotem. Tritikale bylo pro krmení brojlerů dostačující, což neplatilo pro žito.

Luštěninami jako vhodné komponenty do diet pro brojlerová kuřata se zabývali i **Farrell et al. (1999)**. Citovaní autoři sledovali optimální obsah hrachu (*Pisum sativum*), bobu (*Vicia faba*), cizrny a sladké lupiny v dietách u drůbeže. Byly provedeny tři experimenty za účelem stanovení optimálního obsahu hrachu, bobu, cizrny a sladké lupiny v startérové a dokrmovací dietě brojlerů, a to do množství 360 g/kg. Experiment A: U kuřat chovaných v klecích a krmených do věku 21. dnů dietami obsahující hrách a bob, byla zjištěna lepší intenzita růstu a konverze krmiva než u kuřat krmených dietami obsahujícími lupinu a cizrnu. Se zvyšujícím se množstvím hrachu v dietě se intenzita růstu a konverze krmiva (FCR) zlepšovaly. U diet s cizrnou intenzita růstu a FCR klesaly se zvyšujícím se obsahem této luštěniny v dietě. Viskozita tráveniny a konzistence trusu byly mnohem vyšší u diet obsahujících sladkou lupinu. Granulace parou zlepšila intenzitu růstu a FCR u všech diet. Experiment B: Pro tento experiment byla použita kuřata od 21. do 42. dne věku. Kuřata byla chována v klecích. Mezi luštěninami nebyl zjištěn rozdíl v intenzitě růstu, příjmu krmiva nebo FCR. Tak jako u experimentu A, viskozita byla mnohem vyšší u diet obsahujících lupinu, a pankreas se signifikantně zvětšil u diet obsahujících cizrnu. Diety upravené granulací parou měly pozitivní odezvu co se týče přírůstkem hmotnosti a FCR. Experiment C: Kuřata byla chována v posadách po šedesáti jedincích za polo-komerčních podmínek a do 42 dne věku dostávala startérovou a dokrmovou dietu. U diet obsahujících hrách v množství 200 až 300 g/kg a cizrnu v množství 150 až 220 g/kg byl zaznamenán horší růst než u diet obsahujících bob (150 až 180 g/kg) a lupinu (120g/kg). Na základě těchto výsledků lze předběžně doporučit následující dávky těchto luštěnin: hrách (*Pisum sativum*) 300 g/kg, bob (*Vicia faba*) 200 g/kg, cizrna 100 g/kg a sladká lupina < 100 g/kg. Vážnými problémy při krmení lupinou byly

vlhkost trusu a vysoká viskozita střevní tráveniny (s výjimkou experimentu C, kde tyto problémy nebyly tak očividné).

1.2.1.2. Náhrada sóji lupinou v dietách

Pro zemědělskou praxi je velmi významné zjistit možnost náhrady sóji a sojových produktů v dietách lupinou a lupinovými produkty. Z tohoto pohledu lze za přínosné považovat experimenty publikované **RothMaier and Kirchgessner (1994)**, kteří v 37 denním experimentu s 360 jednodenními kohoutky rozdělenými do devíti skupin testovali diety obsahující až 45 % lupiny bílé (*Lupinus albus*, L., varieta *Lublanc*). Kontroní dieta založená na sojovém šrotu obsahovala 24,5 % dusíkatých látek a 14,0 MJ ME (N-korekce)/kg sušiny (DM). Byly sledovány parametry užitkovosti a obsah sušiny v trusu. Průměrná živá hmotnost kuřat byla na konci experimentu 1500 g, přičemž rozdíly mezi skupinami zjištěny nebyly. Také příjem krmiva a konverze krmiva se signifikantně nelišily, avšak konverze krmiva se u skupin krmených dietami obsahujícími více než 20 % lupiny snížila o 6 %. U skupin krmených dietami obsahujícími 25 a více procent lupiny se vyskytly problémy s trusem – neustále se snižoval obsah sušiny v trusu (pod 32 % v prvním týdnu), zvyšovala se viskozita trusu a došlo ke zvýšení výskytu lepkavého trusu. Docházelo ke slepování nebo ztrátě břišního peří. Z praktického hlediska lze říci, že až 20 % lupiny bílé může být přidáno do diet brojlerů, aniž by to mělo nepříznivé účinky na jejich užitkovost nebo konzistenci trusu.

Obdobné závěry poskytují **Lettner and Zollitsch (1995)**, kteří brojlerům Isa Vedette po dobu 43 dnů podávali *ad libitum* isoenergetické diety založené na kukuřičném a sojovém šrotu nebo diety, u nichž kukuřičně/sojový šrot byl nahrazen 6, 12 a 18 % sladké lupiny bílé (kultivar *Amiga*). Lupina obsahovala 30,2 % dusíkatých látek, 1,52 % lyzinu, 0,7 metioninu + cysteinu, 11,3 % hrubého tuku, 14 % hrubé vlákniny a 10,9 MJ/kg metabolizovatelné energie. Za pozitivní závěry lze považovat, že hodnoty parametrů užitkovosti, jatečná hodnota a kvalita masa se mezi skupinami nelišily.

Náhradou sóji lupinou (*Lupinus luteus*) v krmivu brojlerů se zabývali i **Teixeira and Dos (1995)**. Celkem 24 kohoutkům brojlerových kuřat (Cornish x Plymouth Rock) chovaným v bilančních klecích byla od 1. do 3. týdnů věku podávána dieta založená na kukuřici, sojových luscích a rybí moučce bez nebo s obsahem 3, 6 nebo 9 % lupinových semen (*Lupinus luteus*). Tato lupina byla pěstována v Portugalsku a obsahovala 0,018, 0,036 a 0,054 % alkaloidů. Stejně diety byly podávány jiné skupině 24 kuřat také od 1. do 3. týdně věku. U žádného z experimentů nebyly zjištěny signifikantní rozdíly mezi skupinami co se týká průměrného denního přírůstku, depozice proteinů v jatečném trupu a retence energie.

1.2.1.3. Vhodné úpravy semen lupin a doplňky k lupinovým dietám

Ú p r a v y.

Odslupkování.

Vlivem odslupkování a alfa-galaktosidázového doplňku na ileální stravitelnost diet založených na lupině žluté u brojlerových kuřat a dospělých kohoutů se zabývali **Mieczkowska et al. (2005)**. Pro experiment bylo použito 256 brojlerových kuřat ve věku 22 dnů, která byla rozdělena po 16 kuřatech do 4 x 4 skupin; dále bylo použito 6 dospělých kohoutů, u kterých byla provedena ileostomie. Zvířata dostávala 4 diety, které obsahovaly kukuřičný škrob a 550 g/kg celých nebo 458 g/kg odslupkovaných semen lupiny (*Lupinus*

luteus L. kultivar *Amulet*), která byla jediným zdrojem proteinů. Diety byly bez nebo s přídatkem alfa-galaktozidázy. Byla stanovena zdánlivá ileální stravitelnost sušiny a dusíku diet. U kuřat byla trávenina odebrána ze spodní části ilea bezprostředně po porážce, u dospělých kohoutů byla trávenina odebrána pomocí T-kanyly umístěné v terminálním ileu během tří 12 hodinových period. Odslupkování lupiny významně zlepšilo ileální stravitelnost sušiny diety o 10 % (kohouti; $P < 0,05$) a o 14 % (brojlerová kuřata; $P < 0,001$), zatímco alfa-galaktozidáza zvýšila stravitelnost sušiny o 3 % pouze u kohoutů ($P < 0,05$). Odslupkování lupiny zvýšilo zdánlivou ileální stravitelnost N pouze u kohoutů ($P < 0,01$). Nebyl zjištěn rozdíl ve stravitelnosti sušiny mezi kohouty a brojlerovými kuřaty, avšak stravitelnost N byla nižší u kohoutů než u brojlerů. Viskozita ileální tráveniny byla sledována pouze u kuřat. Viskozita byla obecně nízká a nejvyšší (2,92 mPas.s) u brojlerů krměných celou lupinou s alfa-galaktozidázou. Po odslupkování semen byla viskozita asi o 37 % nižší a po přidání alfa-galaktozidázy se snížila asi o 15 %.

Doplňkové látky.

Probiotika.

Vliv metody úpravy krmiva a probiotického doplňku na metabolizovatelnou energii lupiny bílé u dospělých kohoutů publikovali **Boldaji and Pourisami (2004)**. Tato studie byla provedena za účelem zhodnocení vlivu úpravy krmiva a probiotického doplňku (*Saccharomyces cerevisiae*) na zdánlivou a skutečnou metabolizovatelnou energii lupiny bílé (*Lupinus albus* varieta *Ultra*) podávané dospělým kohoutům (Single Comb White Leghorn). Odslupkovaná lupina zlepšila hodnoty zdánlivé (AME) a skutečné (TME) metabolizovatelné energie a hodnoty o N-korigované zdánlivé (AMEn) a N-korigované skutečné (TMEn) metabolizovatelné energie v porovnání s neupravenou a autoklávanou lupinou ($P < 0,05$). Přidání probiotik (jednobuněčné kvasinky) k neupravené, autoklávané a odslupkované lupině nevedlo ke zlepšení energetického obsahu ($P > 0,05$). Výsledky ukázaly, že odslupkovaná lupina zlepšila obsah AME, TME, AMEn a TMEn, avšak probiotický doplněk neměl na tyto sledované parametry významný vliv.

Oligosacharidy.

Strukturu a funkci střev brojlerových kuřat krměných dietou s lupinou obsahující mannan oligosacharid studovali **Iji et al. (2001)**. Studie byla provedena za účelem vyhodnocení reakce brojlerových kuřat na komerční syntetický mannan oligosacharid Bio-Mos` (BM) přidávaný k čirokové/lupinové dietě v množství 0, 1, 3 a 5 g/kg diety. Diety byly podávány kuřatům od 7. do 28. dne věku a byla hodnocena jejich odpověď a příslušné mechanismy. U diety s nejvyšším obsahem BM byly zjištěny delší ($P < 0,01$) jejunální klky v porovnání s ostatními dietami. Signifikantně vyšší ($P < 0,05$) obsah RNA v ileálním mukózním homogenátu byl u kuřat krměných dietou obohacenou o 3,0 a 5,0 g BM/kg diety než u ostatních skupin. Poměr protein/DNA jejunálního mukózního homogenátu byl vyšší ($P < 0,05$) u kuřat krměných 1,0 g BM/kg diety v porovnání s ostatními skupinami. Poměry protein/RNA a RNA/DNA v ileálním homogenátu byly významně ($P < 0,01$) ovlivněny přítomností BM v dietě. Byla zjištěna významně větší specifická aktivita maltázy ($P < 0,01$), leucin aminopeptidázy ($P < 0,05$) a alkalické fosfatázy ($P < 0,001$) v jejunu jako výsledek přidání BM. Aktivita trávicích enzymů v ileu ovlivněna nebyla. Absorpce L-tryptofanu kartáčovým lemem jejunu (BBMV) byla významně vyšší ($P < 0,01$) u kuřat krměných 5,0 g BM/kg diety než u ostatních kuřat. Přidání BM vedlo k mírnému zvětšení tělesné hmotnosti, avšak konverze krmiva se

nezlepšila. Tyto účinky souvisely se změnami v aktivitě trávicích enzymů a také možná se změnami v transportu aminokyselin.

Enzymy.

Některé dietetické problémy spojené s použitím lupinových semen v dietách určených pro výživu hospodářských zvířat lze úspěšně řešit aplikací enzymových doplňků.

Vysoké podíly lupiny bílé (*Lupinus albus* L.) a enzymových doplňků podávali ve svém experimentu v dietách určených pro výkrm kuřat **RothMaier and Kirchgessner (1994)**. Provedli dvou-faktorový experiment (doba trvání: 5 týdnů), při kterém dostávalo 360 samců brojlerů diety obsahující 30 % a 45 % lupiny bílé (*Lupinus albus* kultivar *Lublanc*) bez nebo s enzymatickým přípravkem RoxazymeReg.G (200 mg/kg krmiva). Byl sledován vliv na přírůstek hmotnosti, příjem krmiva, konverzi krmiva a kvalitu exkrementů. Diety obsahovaly 23,5 % dusíkatých látek (CP) a 14,0 MJ/kg DM metabolizovatelné energie (ME). Na konci experimentu byla průměrná živá hmotnost 1568 g; živá hmotnost brojlerů krmených dietami obsahující enzymatický přípravek se zvýšila o 4 %. Přidání enzymu vedlo ke zlepšení konverze krmiva od 3. týdne věku a na konci experimentu byla konverze krmiva vyšší o 5 %. Užítkovost u skupin kuřat krmených vysokým obsahem lupiny byla stejná jako u skupiny kontrolní, avšak konverze krmiva byla u brojlerů krmených dietami obsahujícími 45 % lupiny signifikantně nižší. Díky delšímu skladování lupinových semen před krmením nebyla ovlivněna konzistence trusu.

Krmení kuřat ve výkrmu dietami obsahujícími vysoký podíl čerstvě sklizené nebo skladované lupiny bílé (*Lupinus albus* L) a enzymovými doplňky se zabývali **RothMaier and Kirchgessner (1995)**. U dvou-faktorového experimentu s kuřaty ve výkrmu byl testován vliv 35 % čerstvě sklizené nebo skladované lupiny bílé (*Lupinus albus* varieta *Lublanc*) v kombinaci s enzymovými doplňky na přírůstek hmotnosti, příjem krmiva, konverzi krmiva a kvalitu trusu. Dieta kontrolní skupiny byla převážně tvořena 35 % pšenicí a 11 % kukuřicí. Skladovaná nebo čerstvě sklizená lupina byla přidána v množství 0 nebo 35 %, enzymový doplněk (Roxazyme(R) G) v množství 0 nebo 200 mg/kg krmiva. Granulované krmivo bylo isoenergetické, isonitrogenní a v sušině obsahovalo 24,5 % dusíkatých látek a 13,6 % MJ AME/kg. Experiment probíhal po dobu 5 týdnů. Průměrná živá hmotnost byla na konci experimentu 1720 g. Přidání lupiny vedlo k signifikantnímu snížení hmotnosti o 6,5 % (skladovaná lupina) a o 11 % (čerstvě sklizená lupina). Příjem krmiva se signifikantně snížil o 6,4 %. Konverze krmiva se zhoršila u čerstvě sklizené lupiny o 4 % v porovnání se skupinami bez nebo se skladovanou lupinou. Přidání enzymu vedlo k signifikantnímu zvýšení přírůstku hmotnosti (3 %) a k redukci problémů s trusem. Z praktického hlediska výkrmu kuřat lze, na základě předchozích experimentů, doporučit přidání 20 % čerstvě sklizené nebo 30 % skladované lupiny do diet s optimálním množstvím energie a proteinů.

Vliv enzymových doplňků na nutriční hodnotu odslupkované lupiny prezentovali ve své publikaci **Annison et al. (1996)**. Výsledky své práce shrnuli do 7 níže uvedených bodů.

1. Byly provedeny samostatné bilanční experimenty za účelem posouzení vlivu dvou komerčních enzymových doplňků na zlepšení nutriční hodnoty odslupkovaných lupinových jader. Enzym A zahrnoval především xylanázové, pentosanázové a hemicelulázové aktivity a enzym B zahrnoval především beta-glukanázové, hemicelulázové a pektinázové aktivity.
2. Enzymy byly přidány v koncentracích 0, 0,25, 0,50, 0,75 a 1,00 g/kg do diet obsahujících 300 g/kg lupiny, 543 g/kg čiroku, 91 g/kg kaseinu, 20 g/kg celitu (diatomitu) (jako marker) a

46 g/kg vitamínů a minerálů. Kontrolní diety, buď bez nebo s enzymovým doplňkem, obsahovaly 800 g/kg čiroku a 134 g/kg kaseinu a neobsahovaly lupinu.

3. Intenzita růstu a konverze krmiva (FCR) brojlerů nebyla po 7 dnech ovlivněna přidáním lupiny nebo enzymu. Konverze krmiva brojlerů krmných čirokovou dietou se zlepšila enzymovým přípravkem A.

4. Ileální stravitelnost škrobu byla nepatrně nižší u ptáků krmných lupinovou kontrolní dietou (bez enzymu) v porovnání s bazální kontrolní dietou.

5. Enzym A přidáný v množství 0,5 g/kg zvýšil zdánlivou metabolizovatelnou energii (AME) lupiny z 10,01 MJ/kg sušiny na 11,65 MJ/kg sušiny. Vyšší dávky enzymu nevedly k dalšímu zvýšení hodnot AME.

6. Enzym A nezlepšil trávení škrobu, avšak koncentrace nerozpustných neškrobových polysacharidů v trávenině se snižovala (50,41 – 42,71 g/g v kyselině nerozpustných popelovin (AIA marker)) se zvyšující se koncentrací enzymového doplňku. To naznačuje, že zlepšená AME byla výsledkem zvýšené fermentace vlákniny v tlustém střevě.

7. Enzym B neměl vliv na AME lupiny ani na ileální stravitelnost živin, avšak zvýšil koncentraci rozpustných neškrobových polysacharidů v ileální trávenině kuřat (19,21 – 35,77 mg/ml). To bylo doprovázeno zvýšením viskozity ileální tráveniny (14,4 – 34,2 mPas.s).

Pro zlepšení stravitelnosti lupinových semen doporučují použití enzymů i **Marquardt et al. (1996)**. Autoři uvádějí, že přidání enzymů k dietám založených na obilovinách může významně zlepšit užitkovost kuřat tím, že se zvýší intenzita růstu, efektivnost využití krmiva, zdánlivá metabolizovatelná energie a stravitelnost sušiny, tuků a proteinů. Zlepšení byla pozorována u diet obsahujících žito, oves a ječmen. Méně dramatické výsledky jsou často získány u pšenice. Enzymy navíc snižují obsah vlhkosti v exkrementech, což spolu se zlepšenou stravitelností sušiny, snižuje celkový obsah vyprodukovaných exkrementů, a tím se omezují i organizační problémy a problémy se životním prostředím. Přidávání enzymů zlepšuje také nutriční hodnotu lupiny a redukuje délky a velikosti různých částí gastrointestinálního traktu a velikost pankreatu u kuřat. Studie, u kterých byly do diet založených na žitu přidávány enzymy v různém množství ukázaly vysokou lineární závislost ($r(2) > 0,91$, $P < 0,05$) mezi koncentracemi enzymu (transformovaných na logaritmické hodnoty) a zlepšením přírůstku hmotnosti a konverze krmiva. Tyto studie naznačují, že existuje jednoduchý vztah mezi množstvím enzymu přidávaného k dietě a dosaženým zlepšením. Celkově lze říci, že enzymy, pokud jsou náležitě použity, mohou významně zlepšit užitkovost kuřat a redukovat exkreci nestrávených látek.

Vlivem enzymů na využití lupinových karbohydrátů u brojlerů se zabývali ve své publikaci i **Kocher et al. (2000)**. Byly zkoumány účinky 3 komerčních enzymových přípravků na nutriční hodnotu dvou druhů lupin. Důraz byl kladen na změny ve skladbě neškrobových polysacharidů (NSPs) v trávicím traktu. Enzym A zahrnoval především celulózové, beta-glukanázové a xylanázové aktivity, enzym B především hemicelulózové, pentosanázové a xylanázové aktivity a enzym C především hemicelulózové, pektinázové a beta-glukanázové aktivity. Enzymy byly přidány k polo-purifikovaným dietám založeným na čiroku a kaseinu a obsahujících 35 % celých semen lupin (*Lupinus angustifolius* kultivar *Gungurru* nebo *Lupinus albus* kultivar *Kiev mutant*). Kontrolní diety lupinu neobsahovaly. Autoři dospěli k závěrům, že druh lupiny měl vliv na konverzi krmiva (FCR), obsah vlhkosti v trusu a zdánlivou metabolizovatelnou energii (AME). Avšak enzymy na tyto parametry vliv neměly. U diet obsahujících *L. angustifolius* enzym C signifikantně zvýšil viskozitu tráveniny a zvýšil koncentraci rozpustných NSPs ve všech úsecích střeva. Přidání enzymů k dietám obsahujících *L. angustifolius* nemělo vliv na stravitelnost proteinu a NSPs v ileu a mikrobiální fermentaci v ileu a ve slepém střevu. Přidání enzymů k dietám obsahujících *L. albus* neovlivnilo

viskozitu ani koncentraci rozpustných NPSs tráveniny, ale způsobilo signifikantní ($P < 0,05$) pokles koncentrace nerozpustných NSP v ileu. Přidání enzymů k dietám obsahujících *L. albus* signifikantně zvýšilo stravitelnost NSP v ileu, ale nemělo vliv na stravitelnost proteinů a fermentaci v ileu a ve slepém střevě.

Vliv enzymů na AME a na složení tráveniny brojlerových kuřat krmených dietami obsahujícími neškrobové polysacharidy izolované z lupinových semen studovali ve své práci **Hughes et al. (2000)**. Výsledky svých experimentů shrnuli do níže uvedených bodů.

1. Byly zkoumány účinky lupinových neškrobových polysacharidů (NSPs) na zdánlivou metabolizovatelnou energii (AME) a na složení tráveniny brojlerových kuřat v kombinaci s dvěma enzymovými přípravky, o kterých je z předešlých studií známo, že částečně depolymerují NPS v dietách obsahujících čirok, kasein a lupinová jádra. Experiment trvající 7 dnů byl proveden s brojlerovými kuřaty (od 24. do 30. dne věku) chovaných v bilančních klecích.

2. Bazální dieta obsahovala (g/kg) 800 čiroku (s nízkým obsahem taninu), 134 kaseinu, 20 celitu (diatomitu) a 46 vitamínů a minerálů. Enzymové přípravky byly přidány v množství 0,2 g/kg; izolát z lupinových semen (obsahující 560 g/kg NSPs) nahradil část čiroku a kaseinu. Dávky izolátu z lupinových jader (50, 100 a 150 g) přidané do diet odpovídaly přibližně dávám 80, 160 a 240 g/kg neupravených semen lupiny *Lupinus angusifolius* kultivar Gungurru.

3. Zařazení lupinového izolátu do diety snížilo AME a užitkovost kuřat a zvýšilo ileální viskozitu a vlhkost trusu.

4. Kombinace dvou enzymových produktů zlepšila AME o 0,3 MJ/kg sušiny. Enzymy snížily vlhkost trusu v případě, že obsah lupinového izolátu byl 50 g/kg (to odpovídá přibližně 80 g/kg lupinových semen); u vyššího obsahu izolátu nebyl tento účinek enzymů zjištěn.

5. Enzymy částečně depolymerovaly některé nerozpustné NSPs lupinového izolátu, což vedlo ke zvýšení ileální viskozity a obsahu rozpustných NSP tráveniny.

6. Lze usuzovat, že vývoj vhodných exogenních enzymatických přípravků by mohl směřovat k tomu, že by lupinové NSPs mohly být používány jako zdroj energie pro drůbež.

Vliv doplňkového enzymu na užitkovost a velikost gastrointestinálního traktu kuřat krmených semeny lupiny a jejich frakcemi sledovali **Brenes et al. (2002)**. U kuřat Leghorn a brojlerových kuřat byly provedeny tři experimenty za účelem studia vlivu přidání enzymatických přípravků do diet obsahujících celá nebo odslupkovaná semena lupiny a nebo lupinové lusky na užitkovost, retenci sušiny (DMR), zdánlivou metabolizovatelnou energii (AME), zdánlivou stravitelnost proteinů (APD) a velikost gastrointestinálního traktu.

Experiment 1: U kuřat Leghorn krmených dietami obsahujícími až 70 % celých semen lupiny došlo k poklesu užitkovosti. Se zvyšující se koncentrací lupiny (23,1, 46,9 a 70 %) v dietě docházelo k postupnému poklesu DMR (nanejvýš 30,2 %), AME (nanejvýš 6,5 %) a APD (nanejvýš 6,5 %) a nárůstu relativní hmotnosti žlázatého žaludku (18,8 %). Přidání enzymu k dietám obsahujícím lupinu signifikantně zlepšilo užitkovost kuřat. Přidáním enzymu se zlepšila DMR o 4,2 a AME o 3,1 a žaludek se zmenšil (7,1 %).

Experiment 2: Přidání 11,2 % a 22,4 % lupinových lusků k dietě obsahující odslupkovanou lupinu se projevilo dramatických poklesů užitkovosti kuřat (hodnoty se pohybovaly od 6,3 % (spotřeba krmiva) po 60,5 % (konverze krmiva) a zvýšením relativní hmotnosti (až 29,9 %) a délky trávicích orgánů (35,6 %). To se částečně zlepšilo působením enzymů.

Experiment 3: Koncentrace (15, 35 a 45 %) celé lupiny v dietách kuřat měla vliv na užitkovost ptáků; u ptáků krmených 35 a 45 % celé lupiny došlo k poklesu užitkovosti v porovnání s ptáky krmenými pšeničně-sojovou dietou. Oproti tomu dieta obsahující 15 % lupiny zlepšila přírůstky hmotnosti v porovnání s bezlupinovými dietami. Další hodnoty

parametrů užitkovosti se při krmení dietou obsahující tento nízký obsah lupiny málo nebo vůbec nelišily v porovnání s kontrolní skupinou, zatímco 35 a 45 % obsah lupiny v dietě měl sklon působit negativně. Zvyšující se obsah lupiny v dietě rovněž způsobil zvětšování relativních velikostí několika částí gastrointestinálního traktu. Přidání enzymů k lupinovým dietám zlepšilo přírůstek hmotnosti (5,5 %) a spotřebu krmiva (3,8 %) tak, že se tyto hodnoty podobaly hodnotám získaných krmením pšeničně-sojovou dietou. Enzymy také navíc snížily relativní velikosti trávicích orgánů a to od 5,3 % (pankreas) po 22,2 % (vole).
Souhrn: Zdá se, že lupiny obsahují vlákninové složky, které snižují užitkovost ptáků a zvyšují velikost gastrointestinálního traktu. Přidání enzymů vyvažuje tento negativní účinek u ptáků krmených dietou obsahující celá a odslupkovaná semena lupiny a lupinové lusky.

Vliv enzymatického doplňku na stravitelnost polysacharidů a oligosacharidů buněčných stěn lupiny bílé (celé, odslupkované a etanolem extrahované) u kuřat studovali **Brenes et al. (2003)**. Byly provedeny tři experimenty za účelem vyhodnocení vlivu komerčního enzymatického přípravku na užitkovost kuřat a na stravitelnost neškrobových polysacharidů (NSP), rafinózy (R), stachyózy (S) a celkových oligosacharidů (O) v dietách obsahujících celou a odslupkovanou lupinu a šrot z etanolem extrahované odslupkované lupiny. Extrakce etanolem byla také použita pro výrobu frakce bohaté na oligosacharidy.

Experiment 1: Odslupkování lupiny (L) a přidání enzymu (E) k dietě zlepšilo ($P < 0,05$) přírůstek hmotnosti 24 % (L) a 15 % (E), konverzi krmiva 13 % (L) a 9 % (E), retenci sušiny 32 % (L) a 8 % (E), zdánlivou stravitelnost proteinů 6 % (L) a 3 % (E) a ileální stravitelnost rafinózy 19 % (L) a 119 % (E), stachyózy 85 % (L) a 204 % (E) a celkových oligosacharidů 68 % (L) a 178 % (E). Navíc, přidání enzymu zlepšilo ($P < 0,05$) hodnoty stravitelnosti stanovené z exkrementů pro NSP (od 1,7 do 5,5 %), R (od 64,6 do 92,6 %), S (od 48,8 do 82,4 %) a O (od 48,8 do 82,4 %).

Experiment 2: U extrahované odslupkované lupiny došlo ke snížení ($P < 0,0001$) přírůstku hmotnosti (51 %) a k nárůstu ($P < 0,0001$) spotřeby krmiva (34 %), konverze krmiva (32 %), relativní hmotnosti žaludku (14 %) a relativní délky slepého střeva (20 %). Přidáním izolované oligosacharidové frakce k dietě obsahující extrahovanou lupinu (7,5 % a 15 %) byla získána podobná užitkovost jako u diety obsahující neextrahovanou odslupkovanou lupinu. Přidání enzymu k dietám signifikantně zlepšilo přírůstek hmotnosti (11 %) a konverzi krmiva (6 %) a snížilo relativní hmotnost žaludku (12 %) a relativní délku slepého střeva (7 %). Ileální stravitelnost R, S, a O byla výrazně nižší než odpovídající stravitelnost stanovená z exkrementů. Stravitelnost NSP stanovená z exkrementů a ileální a z exkrementů stanovená stravitelnost R, S a O byla nižší ($P < 0,05$) u kuřat krmených lupinovou dietou obsahující vysokou koncentraci extraktu v porovnání s kuřaty krmenými stejnou dietu, avšak obsahující nižší koncentraci extraktu. Když byly k dietám přidány enzymy, zvýšila se stravitelnost R, S, O, a to více ileální stravitelnost než stravitelnost stanovená z exkrementů.

Experiment 3: Etanolvý extrakt (7,5 % a 15 %) přidáný ke kukuřičné-sojové dietě zlepšil přírůstek hmotnosti (o 19 %), spotřebu krmiva (o 13 %) a konverzi krmiva (o 6 %). Ileální stravitelnost R, S a O byla nízká (< 45 %), a to zejména u kuřat krmených dietami s vysokým obsahem oligosacharidové frakce. Nebyl zjištěn vliv přidání enzymu na parametry užitkovosti. Nicméně přidání enzymu zlepšilo ($P < 0,05$) ileální stravitelnost oligosacharidů z 15,6 na 52,3 % a stravitelnost stanovenou z exkrementů z 68,6 na 84,8 %.

Na základě provedených experimentů autoři dospěli k závěru, že odslupkování velmi zlepšilo nutriční hodnotu lupiny, zatímco odstranění látek rozpustných v etanolu jako např. rafinózy a stachyózy, ji snížilo. Nezdá se, že by oligosacharidová frakce měla antinutriční účinek. Přidání enzymu zvýšilo stravitelnost NSP, rafinózy a stachyózy avšak nemělo signifikantní vliv na zlepšení užitkovosti kuřat.

Vlivem enzymatických přípravků na produkční užitkovost, stravitelnost a zdánlivou metabolizovatelnou energii (AME) se ve své práci zabývali i **Steenfeldt et al. (2003)**. Při experimentu s brojlerovými kuřaty byla do jejich diet zařazena lupina úzkolistá (*Lupinus angustifolius*) a exogenní enzymy a byl sledován vliv těchto přidaných složek na zdánlivou metabolizovatelnou energii (AME), stravitelnost a užitkovost. Byly vytvořeny dvě bazální diety: dieta A (založená na sojovém šrotu a kukuřici, bez lupiny) a dieta B (část sojového šrotu a kukuřice byla nahrazena 200 g/kg lupiny úzkolisté). Spolu s dietou B byly podávány i enzymatické přípravky (Bio-Feed Plus, laktáza, dvě galaktanázy (Gal-I a Gal-II)). Experiment byl proveden na 648 kohoutcích brojlerových kuřat chovaných v bateriových klecích. Kuřata byla krmena osmi experimentálními dietami od 7. do 21. dne věku a během tohoto období byl zjišťován přírůstek hmotnosti a příjem krmiva. Na konci experimentu byla tři kuřata z každé posady poražena a byl jim odebrán obsah jejich jejunu a ilea za účelem měření intestinální viskozity. Za účelem stanovení zdánlivé metabolizovatelné energie a zdánlivé stravitelnosti byl u zbylých ptáků ve věku 22 – 24 dnů sbírán trus a u ptáků ve věku 25 – 26 dnů byl odebrán obsah ilea. Nahrazení sojového šrotu a kukuřice lupinou úzkolistou snížilo signifikantně přírůstek hmotnosti (9 %) a konverzi krmiva (12 %). Příjem krmiva u diet obsahujících lupinu nebyl snížen. Lupinové proteiny byly tráveny ve stejné míře jako proteiny sojového škrobu, průměrná hodnota koeficientu zdánlivé ileální stravitelnosti byla 0,75. Nicméně vysoký obsah neškrobových polysacharidů (NSP; 450 g/kg) v lupině snížil zdánlivou stravitelnost organické hmoty přibližně o 10 %. N-korigovaná zdánlivá metabolizovatelná energie (AME(n)) bezlupinové diety byla 14,01 MJ/kg sušiny (DM) v porovnání s 13,11 MJ/kg DM u kontrolní diety obsahující lupinu. Zlepšení sledovaných parametry bylo pozorováno po použití některých enzymů. Nejúčinnějšími enzymy, které se podílely na zlepšení AME(n) a užitkovosti, byly Gal-I a Gal-II v kombinaci s laktázou. Přidáním těchto enzymů vzrostl přírůstek hmotnosti o 3,5 – 5,5 %. Gal-I signifikantně zvýšila hodnotu AME(n) na 13,65 MJ/kg, přičemž tato hodnota se signifikantně nelišila od hodnoty AME(n) zjištěné u bezlupinové diety. Přidání různých enzymů nemělo vliv na koeficient zdánlivé ileální stravitelnosti organických látek, zatímco přidání Gal-I k dietě obsahující lupinu zvýšilo zdánlivou stravitelnost organických látek o 3 %. Získané výsledky (zvýšená AME(n) a užitkovosti) ukázaly, že Gal-I zvýšila využití energie u diet obsahujících lupinu.

Vlivem přidání enzymatických přípravků k dietám obsahujících lupinu bílou (*Lupinus albus* var. *Butan*) na užitkovost, stravitelnost živin, viskozitu, pH a rychlost pasáže tráveniny u brojlerových kuřat se zabývali i **Mieczkowska et al. (2004)**. Ke krmení byly použity diety založené na pšenici, které obsahovaly 300 g/kg semen lupiny bílé (L) a které obsahovaly jeden, dva nebo tři komerční enzymy a nebo tyto enzymy neobsahovaly. Enzym B obsahoval především xylanázovou aktivitu (B), enzym E především pektinázovou a P-glukanázovou aktivitu (E) a enzym A především α -galaktozidázovou aktivitu (A). Osmidenní slepičky brojlerů, chované individuálně, byly podle podávaných diet, rozděleny do skupin po 24 jedincích. Během prvních dvou týdnů byla zaznamenávána užitkovost; u šesti ptáků byla měřena rychlost pasáže tráveniny; stravitelnost živin byla hodnocena u 10 ptáků z každé skupiny. Z každé skupiny bylo poraženo 14 ptáků ve věku 25 až 26 dnů, u kterých byla zjištěna viskozita a pH tráveniny z různých částí trávicího traktu. Přírůstek hmotnosti, konverze krmiva, metabolizovaná energie diety, viskozita tráveniny v jejunu a v distálním ileu, pH tráveniny ve slepém střevu a obsah vlhkosti v exkrementech nebyly ovlivněny přidáním enzymu k lupinovým dietám. U skupiny LB se zvýšila stravitelnost tuku ($P < 0,05$) v porovnání se skupinou L. U skupiny LBE se v porovnání se skupinami L a LB snížila zdánlivá stravitelnost proteinu a retence organické hmoty a zvýšila se viskozita tráveniny slepého střeva z 2,4 (skupina L) a 5,6 (skupina LB) na 21,3 mPas.s ($P < 0,05$). Přidání

enzymu A k dietě LBE způsobilo snížení viskozity tráveniny slepého střeva na 9,4 mPas.s a zvýšení rychlosti pasáže tráveniny během prvních 4 hod.

1.2.1.4. Vliv lupinových semen v dietách pro kuřata na kvalitu jatečných produktů

Vlivem kvality proteinů obsažených v krmivu na volné aminokyseliny v plazmě, svalech a játrech rostoucích kuřat se zabývali **Fernandezfigares et al. (1993)**. U rostoucích kuřat krmených různě kvalitními dietami s vysokým nebo nízkým obsahem proteinů byla měřena hladina volných aminokyselin (AA) v plazmě, svalech a játrech.

U experimentu 1 byl u kuřat prováděn výkrm, a to jednou denně (9.00 hod) po dobu 4 dnů, dietou bez obsahu dusíku (NF). Pátý den dostávala kuřata buď dietu NF nebo isoenergetické (13,1 kJ metabolizovatelné energie ME/g sušiny - DM) a isonitrogenní diety s vysokým obsahem proteinů (200 g dusíkatých látek CP/kg) založených na kaseinu (C), lupině (L), sóji (SB), bobu (*Vicia faba*) (FB), hrachu (*Pisum sativum*) (FB), vikvi (V) nebo hořké vikvi (B) jako jediného zdroje proteinů.

U experimentu 2 byl u kuřat prováděn nucený výkrm a to dvakrát denně (9.00 a 18.00 hod) po dobu 3 dnů, čtyřmi isoenergetickými (13,1 kJ ME/kg DM) a isonitrogenními dietami s nízkým obsahem proteinů (120 g CP/kg) založených na SB, FB, V nebo B jako jediném zdroji proteinů. Pátý (experiment 1) a čtvrtý (experiment 2) den byly 3 až 4 hodiny po ranním krmení odebrány u kuřat vzorky plazmy, svalů a jater na analýzu AA.

U žádné skupiny nebyly zjištěny rozdíly v koncentracích aminokyselin v plazmě, svalovině a játrech mezi dietami. Avšak byla zjištěna kvalitativní shoda mezi množstvím aminokyselin v tkáních a AA množstvím proteinů obsažených v krmivu. Po sloučení dat z obou experimentů byla zjištěna signifikantní regrese mezi hladinami treoninu, kyseliny asparágové, kyseliny glutamové, glycinu a prolinu v plazmě, lyzinu, alaninu, kyseliny glutamové, glycinu a prolinu ve svalovině nebo prolinu v játrech, a množstvím příslušné AA přijaté dietou. Experiment neumožňoval přesvědčivě určit přímý vztah mezi hladinou volných AA v tkáních a kvalitou proteinů obsažených v krmivu.

Vliv lupinových semen na užitkovost a kvalitu masa brojlerů studovali **Sitko and Cermak (1998)**. V práci byl studován vliv sladké lupiny (*Lupinus*, kultivar *Metel*) na užitkovost a kvalitu masa brojlerů. Jednodenní kuřata byla rozdělena do 4 skupin (v každé skupině bylo 100 kuřat) a po dobu experimentu (48 dní) byla chována v posadách za standardních podmínek. Kontrolní skupina byla krmena standardním koncentrátem a experimentální skupiny dostávaly diety obsahující 10, 15 nebo 20 % semen lupiny. Zahrnutí lupiny do diety zvýšilo obsah proteinů a hrubé vlákniny v dietě. Konverze krmiva a přírůstek hmotnosti byly u kontrolních brojlerů a brojlerů krmených lupinou podobné. Co se týká kvality masa, sušina, popeloviny, vaznost masa, pH a ztráty při vaření se mezi dietami nelišily. Avšak u skupiny krmené dietou obsahující 20 % lupiny byl zjištěn vyšší (22,6 %) obsah jatečných proteinů a nižší obsah (2,56 %) jatečného tuku v porovnání s kontrolní skupinou (21,9 % protein a 3,28 % tuk). Výsledky ukázaly, že je možné zahrnout až 20 % sladké lupiny kultivaru *Metel* do diet brojlerů, aniž by byla ovlivněna jejich užitkovost nebo kvalita masa.

Vlivem semen lupiny bílé v dietách obohacených o tuky živočišného nebo rostlinného původu na složení mastných kyselin v tkáních brojlerů se zabývali **Mieczkowska and Smulikowska (2005)**. Byly provedeny dva experimenty. Pro každý experiment bylo použito 80 brojlerových kuřat, která byla rozdělena do 4 skupin po 20 ptáčích. Všechny diety měly pšeničný základ a byly isoproteinové.

U experimentu 1 byly diety připraveny bez nebo s 300 g/kg lupiny bílé (kultivar *Bardo*); aby byl vyrovnán obsah hrubého tuku, byl k dietě přidán buď sójový olej (dieta S a SL) nebo lůj

(dieta T a TL). U experimentu 1 byl startér podáván mezi 8. a 36. dnem, od 22. do 28. dne byl u osmi kuřat z každé skupiny proveden bilanční pokus. U experimentu 1 bylo zjištěno, že stravitelnost tuku u diety T byla 0,6, u diety TL 0,78 ($P < 0,05$), užítkovost byla nižší u TL skupiny ($P < 0,05$).

U experimentu 2 byly diety připraveny bez nebo s 200 g lupiny/kg; aby byly isoenergetické bylo přidáno buď vepřové sádlo (diety L a LL) nebo řepkový olej (diety R a RL). U experimentu 2 byly startér, růstová a dokrmová směs podávány od 10. do 46. dne věku. Na konci experimentu bylo 12 kuřat z každé skupiny poraženo a pomocí plynové chromatografie u nich bylo analyzováno složení mastných kyselin lipidů prsní svaloviny, srdce a abdominálních tukových polštářů. U experimentu 2 se užítkovost kuřat mezi skupinami nelišila.

Přestože složení mastných kyselin diet bylo odlišné, převládala v tělních lipidech všech kuřat kyselina olejová, výjimku tvořila dieta S. Lupina v dietě zvýšila koncentraci kyseliny olejové a α -linolenové v tukových tkáních kuřat. Lupina však významně neovlivnila, s výjimkou skupiny SL, koncentraci kyseliny linolové v tukových tkáních kuřat. Díky tomu byl poměr n-6/n-3 PLTFA u kuřat krmených lupinou nižší než u příslušných kontrol. Semena lupiny bílé mohou být použita jako zdroj kyseliny α -linolenové u kuřecích diet a mohou příznivě modifikovat složení mastných kyselin jatečných lipidů, a tím ovlivňovat vlastnosti masa brojlerů.

Vlivem enzymového doplňku a vysokého obsahu lupiny bílé na koncentrace lipidů v séru a v mase kuřat ve výkrmu se ve svém experimentu zabývali **Eder et al. (1996)**. Byl proveden dvou faktorový experiment za účelem prozkoumání vlivu enzymového doplňku (200 mg Roxazyme(R) g/kg krmiva) a lupiny bílé (35 % čerstvě sklizené nebo skladované) na koncentrace lipidů v séru, v lipoproteinech a v prsní a stehenní svalovině. Přidání enzymu nemělo vliv na koncentrace cholesterolu, triglyceridů a fosfolipidů v séru a v lipoproteinech a na koncentrace triglyceridů a cholesterolu v mase. Naopak krmení dietami obsahujícími 35 % lupiny vedlo ke snížení koncentrací triglyceridů a fosfolipidů v séru a ke snížení koncentrací cholesterolu, triglyceridů a fosfolipidů v lipoproteinech o vysoké hustotě. Avšak čerstvě sklizená lupina a skladovaná lupina měly částečně odlišný vliv na tyto parametry. Lupina neměla vliv na lipidy v lipoproteinech o nízké hustotě. Krmení dietami obsahujícími 35 % lupiny snížilo koncentraci triglyceridů ve stehenní svalovině, zatímco koncentrace triglyceridů v prsní svalovině a koncentrace cholesterolu v prsní a stehenní svalovině změněny nebyly. Klinicko-chemické parametry související s metabolismem proteinů nebyly enzymovým doplňkem a lupinou ovlivněny.

1.2.1.5. Dieteticky nepříznivé účinky lupinových semen v dietách určených pro výkrm kuřat

Za antinutriční látky lupin, kromě specifických sacharidů, jsou považovány především alkaloidy. V kulturních odrůdách lupin je jejich obsah minimální oproti volně rostoucím druhům. Přesto je nutné, i u kulturních odrůd, se těmito otázkami zabývat.

Použití lupiny bílé (*Lupinus albus*) a lupiny úzkolisté (*Lupinus angustifolius*) se středním nebo vysokým obsahem alkaloidů při krmení brojlerových kuřat se zabývali **Francesch et al. (1990)**. Při experimentech byla použita semena lupiny bílé (*Lupinus albus*, kultivar *Multolupa*, *H-418* a *No. 4*) a lupiny úzkolisté (*Lupinus angustifolius*, kultivar *Unicrop*, *SA-22* a *Fest*). Obsah alkaloidů (%) v semenech byl následující: 0,35 (*Multolupa*), 0,26 (*H-418*), 3,92 (*No. 4*), 0,33 (*Unicrop*), 0,49 (*SA-22*) a 1,70 (*Fest*). Zdánlivá metabolizovatelná energie (kcal/kg) byla: 2524 (*Multolupa*), 2724 (*H-418*), 2648 (*No. 4*), 1884 (*Unicrop*), 1843 (*SA-22*)

a 1994 (*Fest*). Brojlerovým kuřatům byly od 1. do 42. dne věku podávány diety založené na kukuričném a sojovém extrahovaném šrotu, bez nebo s obsahem lupiny bílé (6 nebo 12 %). Další podobný experiment byl proveden s lupinou úzkolistou. Nebyly zjištěny signifikantní rozdíly v příjmu krmiva a přírůstku hmotnosti mezi dietami obsahujícími 6 % lupiny a kontrolní dietou bez lupiny. Výjimkou byla dieta obsahující kultivar No. 4 (hořký), u které byl zjištěn pokles příjmu krmiva o 10 % a pokles přírůstku hmotnosti o 12 %. U diet obsahujících 12 % lupiny byl příjem krmiva snížen o 22 % a přírůstek hmotnosti o 28 %. Při krmení dietami obsahujícími lupiny se u kuřat vyskytla ochablost nohou a zvýšil se podíl hmotnosti vnitřností k tělesné hmotnosti.

Odhadem vlivu extraktů z lupinových semen a jejich frakcí na užitečnost brojlerových kuřat a užitečnost u nosnic se zabývali **Tarasewicz et al. (1995)**. Různé typy lupinových extraktů byly přidány k bazálním dietám 270 brojlerových kuřat, a to v takovém množství které odpovídalo obsahu 15 % lupiny v dietě. Použití extraktů nevedlo ke snížení tělesné hmotnosti nebo konverzi krmiva a nemělo vliv na mortalitu. U nosnic neměly lupinové extrakty vliv na produkci vajec s výjimkou alkaloidového extraktu z hořké lupiny, který produkci vajec snížil.

Stanovením průměrné letální dávky (DL50) lupinových alkaloidů se zabývali **Cubillos et al. (1999)**. Pro kuřata ISA Brown a Shavercross stanovili DL50 všech alkaloidů a dvou jednotlivých alkaloidů (spartein a lupanin) nacházejících se v semenech hořké lupiny. Celkem 300 kuřat bylo použito pro každou genetickou linii: 100 pro výpočet dávky podaných alkaloidů, 100 pro spartein a 100 pro lupanin. Pro stanovení DL50 musela být nejprve stanovena maximální a minimální letální dávka. Tři typy produktů byly kuřatům podány katetrem přímo do volete. Po podání alkaloidů byly ptáci několik hodin pozorováni. Výsledky ukázaly, že DL50 pro spartein byla 655 (509 – 856) mg/kg (ISABrown) a 425 (303 – 544) mg/kg (Shavercross). DL50 pro lupanin byla 1 131 (929 – 1378) mg/kg (ISABrown) a 1 271 (1027 – 1573) mg/kg (Shavercross). DL50 pro celkové alkaloidy v semenu lupiny byla 958 (854 – 1070) mg/kg (ISABrown) a 961 (890 – 1037) mg/kg (Shavercross). Lze říci, že lupanin byl alkaloid s nejvyššími hodnotami DL50, poté následovaly celkové alkaloidy a nakonec spartein.

Vlivem alkaloidové frakce připravené z lupiny na užitečnost a krevní parametry kuřat se zabývali **Uziebo et al. (1996)**. Byly připraveny extrakty ze semen hořké lupiny variety *Mirela* (sklizeň z roku 1993 a 1994) a semen sladké lupiny variety *Emir* (sklizeň z roku 1994). Všechny nebo jen vybrané frakce byly podávány spolu s pšeničnou moukou per os 558 brojlerovým kuřatům ve dvou experimentech. Extrakty z hořké lupiny z roku 1993 a 1994 se lišily obsahem alkaloidů. Extrakty a frakce neměly negativní vliv na růst, příjem krmiva a zdraví kuřat. Frakce A5 z hořké lupiny (z extraktu obsahujícího vysoký obsah alkaloidů), snížila ($P < 0,05$) přírůstek hmotnosti kuřat. Obsah trijodotyroninu v séru byl nejnižší u kuřat krmených frakcí obsahující cukr (A3) a nejvyšší u kuřat krmených alkaloidovou hydrochloridovou frakcí (A5). Nejvyšší hladina tyroxinu byla u kuřat krmených extrakty ze sladké lupiny. Extrakty a frakce neovlivnily počet krvinek; leukogramy vykazovaly nárůst bazofilních a eozinofilních leukocytů v porovnání s kontrolou.

Cílem studie **Bednarczyk et al. (1996)** bylo popsat vliv extraktu ze semen lupiny a jeho frakcí na vývoj embryí kuřat masného typu. Embrya ve věku 12 a 17 dnů byla rozdělena do skupin (kontrolní skupina a devět experimentálních skupin). Do vajíček kontrolní skupiny byl injektován fyziologický roztok a do vajíček experimentálních skupin byl injektován roztok celkového extraktu z hořkých nebo sladkých lupinových semen nebo roztok s jednou ze sedmi frakcí extraktu. Byla sledována líhivost, tělesná hmotnost embryí, počet erytrocytů, hladina

hemoglobinu v krevním séru a hladina hormonů štítné žlázy (T3 a T4). Byl počítán podíl T3:T4. Líhnivost byla ovlivněna rozdílným chemickým obsahem roztoků, odlišným obsahem alkaloidů v roztocích a jejich chemickou formou. Experimentální faktory neovlivnili ani tělesnou hmotnost ani krevní parametry embryí. Injektovaný roztok extraktu nebo jeho frakcí měly signifikantní vliv na hladiny hormonů T3 a T4. Zdá se, že jednou z příčin nižší líhnivosti u některých experimentálních skupin byla hypofunkce štítné žlázy způsobená některými látkami přítomnými v lupinovém extraktu a v některých jeho frakcích.

Na nepříznivé účinky lupinových diet u brojlerových kuřat ve své práci upozorňují **Olkowski et al. (2001)**. Studie popisuje nepříznivé účinky lupinových diet u brojlerových kuřat. Sojový šrot (SBM) v praktických dietách byl nahrazen neupravenými, odslupkovanými nebo autoklávovanými semeny lupiny (*Lupinus angustifolius*). Diety obsahovaly 35 % SBM (kontrola) nebo šrot z neupravených (40 %), autoklávovaných (40 %) nebo odslupkovaných (35 %) semen lupiny. Všechny diety byly isokalorické (3,230 kcal/kg AME) a isonitrogenní (23 % dusíkatých látek). Každý druh diety byl podáván *ad libitum* skupině 16-ti (4 opakování po 4 ptácích) brojlerových kohoutků od 1. do 21. dne věku. Chemická analýza semen lupiny neprokázala přítomnost zjistitelných mykotoxinů a celkový obsah alkaloidů byl nižší než 0,01 %. U všech kuřat krmených lupinovou dietou byl pozorován snížený příjem krmiva a rychlost růstu. Tyto nepříznivé účinky byly pozorovány již během prvního týdne experimentu a přetrvávaly po celou jeho dobu. Akutní příznaky toxicity byly pozorovány u čtyřech kuřat krmených dietou obsahující neupravená semena lupiny během prvního týdne, kdy jim tato dieta byla podávána. Mezi počáteční klinické příznaky patřily ochablost nohou, nedostatečná koordinace a strnutí šije. V pozdějším období, tj. během 2. a 3. týdne, byla u některých ptáků krmených lupinovými dietami pozorována svalová paralýza a kosterní deformace. Posmrtné vyšetření neukázalo očividné patologické změny spojené s výživou. Obsah jaterního mikrosomálního cytochromu P-50 byl vyšší ($P < 0,05$) u ptáků krmených dietou obsahující neupravená semena lupiny (průměr 0,56 pmol/mg proteinu) v porovnání s kontrolní skupinou (průměr 0,25 pmol/mg proteinu), což ukazuje na systémový účinek. Na základě prezentovaných výsledků lze říci, že vysoké hladiny některých variet sladkých lupin v dietě brojlerů mohou působit na tyto ptáky nepříznivě, což se v naší práci projevilo 1) poklesem příjmu krmiva a snížením rychlosti růstu u většiny kuřat a 2) specifickými příznaky akutní a chronické toxicity u některých brojlerů.

1.2.2. Využití lupinových semen v dietách určených pro výživu nosnic

Lupinová semena našla jako zdroj proteinů uplatnění i v dietách určených k výživě nosnic.

Sladkou lupinou bílou (*Lupinus albus* kultivar *Buttercup*) jako krmivem pro nosnice se zabývali **Prinsloo et al. (1992)**. Byl proveden experiment s nosnicemi za účelem stanovení, do jaké míry může být sladká lupina bílá (*Lupinus albus* kultivar *Buttercup*) použita jako zdroj proteinů v dietách nosnic. Pro každý pokus bylo použito 25 nosnic Hisex ve věku 20 týdnů. Nosnice byly chovány individuálně v klecích a po dobu experimentu (52 týdnů) byly ustájeny v halách s prouděním vzduchu. Byly vytvořeny dvě diety; u jedné byla zdrojem proteinů sladká lupina (300 g/kg) a u druhé pokrutiny ze slunečnicového oleje a rybí moučka. Z těchto diet bylo vytvořeno sedm diet obsahujících 0, 50, 100, 150, 200 a 250 g/kg lupiny. Výsledky ukázaly, že nosnice Hisex mohou být krmeny až 300 g lupiny/kg diety, aniž by to mělo signifikantní vliv na produkci vajec, vaječnou hmotu, efektivnost využití krmiva, tloušťku skořápky, Haughovy jednotky nebo zbarvení žloutku. Nicméně příjem krmiva signifikantně pozitivně koreloval s množstvím přidané lupiny.

Začleněním semen lupiny *Lupinus albus* s různým obsahem alkaloidů do krmiv nosnic se zabývali **Cubillos et al. (1996)**. Byl proveden experiment za účelem zjištění vlivu různých koncentrací alkaloidů přidaných do diet nosnic na jejich zdraví a užitkovost. Během 22 týdnů bylo studováno 160 nosnic (Shaver Starcross 288) ve věku 34 týdnů rozdělených do čtyř skupin (A, B, C, a D). K bazální dietě byla přidána (až do 10 %) semena lupiny (*Lupinus albus* varieta *Multolupa*) s odlišným obsahem alkaloidů. Každý týden byla kontrolována tělesná hmotnost, spotřeba krmiva a konverze krmiva nosnic a hmotnost vajíček. Denně byl zaznamenáván počet vajíček. Průměrná tělesná hmotnost byla (kg): 1,71 (A), 1,71 (B), 1,72 (C) a 1,70 (D). Mezi skupinami nebyly zjištěny signifikantní rozdíly v tělesných hmotnostech. Průměrná týdenní spotřeba krmiva (kg) byla: 29,58 (A), 30,08 (B), 24,77 (C) a 22,69 (D). Konverze krmiva (kg) byla: 1,76 (A), 1,75 (B), 1,42 (C) a 1,31 (D). Průměrná intenzita snášky (%) byla: 88,47 (A), 85,23 (B), 86,91 (C) a 83,44 (D). Vaječná hmota byla: 55,06 (A), 53,64 (B), 54,67 (C) a 52,08 (D). Navzdory rozdílům mezi skupinami, začlenění lupinových semen s vysokým obsahem alkaloidů neovlivnilo ukazatele zdraví a užitkovosti nosnic.

Lupinu v krmných dávkách nosnic testoval **Kashevarov (1999)**. Celkem 565 nosnic bylo použito pro studium vlivu lupiny přidané do krmiva na produkci vajec, hmotnost vajec a využití krmiva. Nosnice ve věku 11-ti týdnů byly po dobu 102 dnů krmeny dietou obsahující 7,41 %, 9,88 %, 11,86 % nebo 14,9 % lupiny. Přidání lupiny nemělo nepříznivý vliv na příjem krmiva nosnicemi, produkci vajec, kvalitu vajec a masa. Přidání lupiny v množství 11,86 % zvýšilo ziskovost o 38 %. Lze říci, že lupina může být použita jako doplňkový zdroj proteinů ve výživě drůbeže.

Nutriční hodnotou semen sladké lupiny bílé a jejím vlivem na produkci vajec u nosnic se zabývali **Vetesi et al. (2004)**. V experimentu byla studována bulharská sladká lupina bílá (*Lupinus albus*) za účelem stanovení její proteinové hodnoty ve vztahu k vaječnému proteinu nosnic. Byl také stanoven vliv různého množství lupiny v krmivu na produkci vajec a užitkovost nosnic. Byl měřen obsah hrubých živin a stanovena aminokyselinová skladba, chemické skóre a index esenciálních aminokyselin lupinových proteinů. U kohoutů, kterým bylo odstraněno slepé střevo, a u kterých byl prováděn nucený výkrm, byla stanovena stravitelnost aminokyselin. Užitkovost byla studována u 12 skupin nosnic Bovans Brown (n = 108, 4 způsoby zacházení) od 20. do 74. týdne věku. V dietách bylo 0, 35, 50 a 65 % sojových proteinů nahrazeno lupinovými proteiny, čehož bylo dosaženo přidáním 0 (A), 5,25 (B), 11,25 (C) a 15 (D) % lupiny. Obsah alkaloidů v lupině byl 0,069 %. Bylo zjištěno, že metionin je první limitující aminokyselinou s chemickým skóre pouze 20,5 %, což může být důvodem k přísunu krystalického metioninu do diety. Index esenciálních aminokyselin byl 63 %, stravitelnost aminokyselin se pohybovala v rozmezí 75,1 – 90,3 %. V rámci tohoto rozmezí byla stravitelnost metioninu vysoká (90,2 %), avšak také absorpce lyzinu byla vysoká (80,2 %). Hlavním omezením při použití lupiny v dietách drůbeže je tvrdost obalů zrna. Rozvíjející se nové způsoby úpravy krmiv jako odslupkování a extruze mohou eliminovat tyto a jiné problémy a zvýšit tak nutriční hodnotu lupiny.

1.2.2.1. Kombinace luštěnin a cereálií v dietách z hlediska nutriční hodnoty diet

Optimálním obsahem hrachu (*Pisum sativum*), bobu (*Vicia faba*), cizrny a sladké lupiny v dietách drůbeže se zabývali **Perez-Maldonado et al. (1999)**. Byly provedeny experimenty za účelem stanovení chemického složení a zdánlivé metabolizovatelné energie (AME) hrachu (*Pisum sativum*), bobu (*Vicia faba*), sladké lupiny a cizrny a za účelem stanovení produkce nosnic, do jejichž nutričně podobných diet byla každá plodina přidána v množství 250 g/kg. Aminokyselinové složení, dusíkaté látky a AME se shodovaly s již dříve publikovanými

měřeními. Detailní analýza neškrobových polysacharidů (NSPs) ukázala, že obsah rozpustných NSPs byl mnohem vyšší u sladké lupiny než u ostatních luštěnin, a že nejvíce zastoupeným NPSs byla arabinóza.

U prvního experimentu s nosnicemi, který trval 40 týdnů, byla u diety obsahující bob zjištěna nejnižší denní produkce vajec na slepici; hmotnost vajec a obsah vaječné hmoty byly u této skupiny také nejnižší. Relativní viskozita tráveniny tenkého střeva byla nejvyšší u slepic krmených dietou obsahující sladkou lupinu, druhá nejvyšší hodnota byla zjištěna u diety obsahující hrách. U slepic konzumujících cizrnu bylo pozorováno zvětšení pankreatu.

U druhého experimentu, při kterém byly použity pouze lupina a bob, bylo zjištěno, že granulace parou nebo granulace za studena měla malý vliv na studované parametry, stejně tak jako odslupkování bobu. Hmotnost vajec však byla nižší u diet – granulované diety ošetřené parou. Denní příjem krmiva byl nižší (5,7 g/kus) u parou granulovaných diet než u diet granulovaných za studena a konverze krmiva měla tendenci se zlepšovat ($P = 0,082$). Citovaní autoři konstatují, že hrách setý může v množství 250 g/kg diety nosnic zlepšit jejich produkci. Také cizrna a sladká lupina vykazovaly dobrou produkci, avšak na druhé straně byl při jejich krmení zjištěn nárůst hmotnosti pankreatu (cizrna) a vysoká viskozita střev (lupina). U druhého experimentu byla u bobu zjištěna podobná denní produkce vajec jako u lupiny, avšak hmotnost vajec při krmení bobem měla tendenci být nižší asi o 0,8 g v porovnání s lupinovými dietami.

1.2.2.2. Náhrada sóji lupinou v dietách

Náhradou části sojového šrotu za bob (*Vicia faba*), sladkou lupinu (*Lupinus albus*), hrách (*Pisum sativum*) a vikev (*Vicia sativa*) v dietách vysoce-užitkových nosnic se zabývali u Leghorn **Castanon and Perezlanzac (1990)**. V publikovaném experimentu byl studován vliv zvyšujícího se množství bobu, sladké lupiny, hrachu a vikve v dietách vysoce-užitkových nosnic na jejich produktivitu. Byl zjištěn negativní vztah ($P < 0,001$) mezi koncentrací bobu a vikve v dietách a příjmem krmiva, produkcí vajec a poměrem krmivo/vejce. Hrách (množství až do 300 g/kg) a lupina (množství až do 200g/kg) neměly vliv na produktivitu. U diet obsahujících vikev a nejvyšší experimentální množství bobu, lupiny a hrachu byla zjištěna nižší produkce vajec v posledním týdnu ($P < 0,01$) experimentu v porovnání se začátkem experimentu. To ukazuje na akumulaci toxických látek v organismu slepic.

1.2.2.3. Vhodné úpravy semen lupin a doplňky k lupinovým dietám

Enzymy.

Lupina bílá a enzymové doplňky u nosnic byly předmětem experimentální práce **RothMaier and Kirchgessner (1995)**. Byly provedeny tři dvou-faktorové experimenty s nosnicemi (lehký nosný hybrid, LSL) za účelem stanovení, do jaké míry může být lupina bílá (*Lupinus albus*, kultivar *Lublanc*) v kombinaci s enzymovými doplňky použita jako zdroj proteinů v dietách nosnic. Jedním faktorem byla čerstvě sklizená nebo skladovaná lupina (až 30 %), druhým faktorem byl enzymatický přípravek Roxazyme(R) G (0 nebo 200 mg/kg krmiva). Experimenty trvaly po dobu tři nebo šesti měsíců; nosnice ve věku od 50. do 75. týdne. Krmné dávky obsahovaly (v sušině) 18 % dusíkatých látek a 11,4 MJ ME(N-korigované)/kg. Diety byly isonitrogenní, isoenergetické a s vyrovnanými koncentracemi metioninu. Užitkovost byla mezi lupinovými a kontrolními skupinami podobná. Výsledky experimentu lze zhrnout, že až 30 % lupiny může být přidáno do diet nosnic bez významného vlivu na produkci vajec. Enzymový doplněk nevyvolal žádná další zlepšení.

Vliv enzymových doplňků a lupiny bílé (*Lupinus albus* L) na koncentrace lipidů v séru a ve vejcích nosnic studovali **Kirchgeßner et al. (1996)**. Byly provedeny dva dvou-faktorové experimenty s nosnicemi (lehké nosné plemeno, LSL) za účelem prozkoumání vlivu enzymového přípravku (200 mg Roxazyme(R) G) a sladké bílé lupiny (*Lupinus albus*, kultivar *Lublanc*) na koncentrace lipidů v séru a ve vaječném žloutku. Přidání enzymu nemělo vliv na koncentrace lipidů v séru; přidání 30 % lupiny snížilo koncentrace cholesterolu a fosfolipidů v séru. Koncentrace lipidů ve vaječném žloutku byly nepatrně ovlivněny přidáním enzymu a lupiny.

U prvního experimentu, jak enzym tak lupina neměly vliv na koncentrace lipidů ve žloutku. U prvního experimentu vedlo přidání enzymu ke zvýšení koncentrací kyseliny močové a celkového proteinu v séru.

U druhého experimentu, přidání enzymu a 30 % čerstvě sklizené nebo skladované lupiny vedlo ke zvýšení koncentrace cholesterolu ve žloutku o 3 až 7 %. U druhého experimentu vedlo přidání 30 % skladované nebo čerstvě sklizené lupiny ke snížení koncentrací celkového proteinu, albuminu, kyseliny močové a močoviny.

Tyto výsledky ukazují, že oba faktory, enzym a lupina, ovlivňují metabolismu proteinů.

1.2.2.4. Dieteticky nepříznivé účinky lupinových semen v dietách

Enzymatická a anatomicko-patologická studie nosnic krmených semeny sladké nebo hořké lupiny *Lupinus albus* po dobu 22 týdnů provedli **Polez et al. (1997)**. Byl studován vliv začlenění semen lupiny *Lupinus albus* varieta *Multolupa* do krmných dávek nosnic. Celkem 146 slepic Leghorn White (Shaver Starcross 288) (34 týdnů starých) bylo rozděleno do 4 skupin. Slepice byly krmeny po dobu 22 týdnů bazální dietou plus semeny lupiny (10 %) s odlišným obsahem alkaloidů. Slepice byly chovány v individuálních klecích. Denní krmná dávka byla 112,5 g/slepici, vodu dostávaly *ad libitum*. Enzymatická studie spočívala v měření aktivit enzymů (asparát aminotransferázy, alanin transferázy a alkalické fosfatázy). Vzorky jater, mozku a ledvin byly sbírány pro makro a mikroskopickou analýzu. V závěru práce autoři konstatují, že nebyly zjištěny takové enzymatické hodnoty, které by ukazovaly na poruchy jaterních funkcí způsobené semeny lupiny. Degenerativní a nekrotické změny v mozku byly hlavními patologicko – morfologickými změnami. Degenerativní změny byly také pozorovány v tubulárních částech ledvin. V podobné míře byly pozorovány i degenerativní změny v játrech. Závěrem lze říci, že hořká lupinová semena (2,63 % celkových alkaloidů), začleněná v množství 10 % do krmných dávek nosnic během první fáze snášky, nevyvolala změny u zkoumaných tkání.

1.2.3. Ostatní druhy drůbeže

1.2.3.1. Křepelka japonská

Reakcí brojlerových křepelk na diety obsahující oligosacharidy izolované ze semen lupiny úzkolisté (*Lupinus angustifolius*) se zabývali **Szczerbinska et al. (2000)**. Celkem 120 mladých křepelk bylo rozděleno do 3 skupin. Ptáci kontrolní skupiny byli krmeni standardní dietou po dobu 38 dnů. U skupiny II byla standardní dieta obohacena o 6 g/kg oligosacharidů izolovaných ze semen lupiny úzkolisté (*Lupinus angustifolius*, kultivar Emir). U skupiny III byla standardní dieta obohacena o flavomycin (4 mg/kg). Přísun oligosacharidů a antibiotik neměl signifikantní vliv na příjem krmiva, konverzi krmiva a finální tělesnou hmotnost. Jatečná výtěžnost byla u všech skupin podobná. Samice krmené dietou obohacenou o oligosacharidy měly signifikantně vyšší ($P \leq 0,05$) hladinu sérového lysozymu v krevním séru (25,6 mug/ml) a plicních tkáních (385 mug/ml). Lze říci, že přidání oligosacharidů a

antibiotika do diet neovlivnilo signifikantně užítkovost mladých křepelek, avšak oligosacharidy měly příznivý vliv na imunitní systém a zdraví křepelek.

Vlivem úpravy semen lupiny bílé (*Lupinus albus* L.) na růstovou užítkovost japonských křepelek se zabývali **Arslan and Seker (2002)**. Studie byla provedena za účelem stanovení vlivu různě upravených semen lupiny bílé na růstovou užítkovost japonských křepelek. Celkem 360 kuřat křepelek bylo náhodně rozděleno do čtyř skupin (každá skupina byla tvořena šesti posadami po 15 kusech). Aby byly eliminovány alkaloidy, byla semena lupiny upravena tradiční tureckou metodou (TTM) a extruzí (E). Výsledky ukázaly, že TTM byla úspěšnější v eliminaci lupinových alkaloidů než extruze. Dieta kontrolní skupiny (C) neobsahovala lupinu. Ostatní skupiny byly krmeny dietou obsahující 15 % neupravené (R), TTM upravené a E upravené lupiny. Studie trvala 6 týdnů (1. až 3. týden – předvýkrm; 4. až 6. týden – období růstu). Na konci experimentu byla živá hmotnost (g) 166,79 (C), 160,99 (R), 166,53 (TTM) a 161,58 (E); průměrné denní přírůstky (g) byly 3,81 (C), 3,67 (R), 3,85 (TTM) a 3,68 (E); průměrný příjem krmiva (g/den) byl 14,87 (C), 15,17 (R), 15,17 (TTM) a 14,04 (E); průměrná konverze krmiva (kg) byla 3,87 (C), 4,00 (R), 3,92 (TTM) a 3,71 (E). Lze říci, že krmení dietou obsahující 15 % R, TTM nebo E lupiny nemělo negativní vliv na růstovou užítkovost zvířat.

Na citovanou práci navazuje i další publikace výše citovaných autorů **Arslan and Seker (2002)**. Cílem této studie bylo vyhodnotit vliv diet obsahujících různě upravená semena lupiny (*Lupinus albus* L.) na užítkovost japonských křepelek. Celkem 360 kuřat bylo náhodně rozděleno do čtyř experimentálních skupin. Během šesti-týdenního experimentálního období byla kuřata krmena dietou bez lupiny (C) nebo dietami obsahující 15 % neupravených lupinových semen (R) nebo 15 % lupiny, jejíž semena byla upravena tradiční tureckou metodou (TTM) nebo extruzí (E), aby byl eliminován obsah alkaloidů. Byly zjišťovány následující parametry užítkovosti: živá hmotnost (LW), spotřeba krmiva (FC) a konverze krmiva (FCE). Na konci experimentu byla LW (g) 169 (C), 161 (R), 166 (TTM) a 162 (E); průměrný denní přírůstek (g/den) byl 3,8 (C), 3,7 (R), 3,8 (TTM) a 3,7 (E); průměrná FC (g/den) byla 14,9 (C), 15,2 (R), 15,2 (TTM) a 14,0 (E) a FCE 3,87 (C), 4,00 (R), 3,92 (TTM) a 3,71 (E). Lze říci, že zařazení neupravených nebo upravených semen lupiny do diety nemělo vliv na užítkovost křepelek. Zdá se, že semena lupiny mohou být přidána do krmných dávek až do koncentrace 15 %, aniž by byla ovlivněna spotřeba krmiva a omezen růst japonských křepelek. TTM byla efektivnější z hlediska odstranění alkaloidů.

1.2.3.2. Kachny

Vliv alkaloidů obsažených v semenech lupiny (*Lupinus angustifolius*) na růst kachen a některé parametry jejich masa studovali **Karasiniski et al. (1988)**. Celkem 80-ti kachňatům byla od 1. do 8 týdne věku podávána dieta obsahující 30 % semen lupiny (neupravené nebo zbavené hořkosti) kultivaru *Mirela* (hořký, obsah alkaloidů 1,6 %) nebo kultivaru *Emir* (sladký, obsah alkaloidů 0,3 – 0,013 %). Od 3. týdne věku byla tělesná hmotnost kachňat krmených neupravenými semeny kultivaru *Mirela* signifikantně nižší než u ostatních tří skupin. Tloušťka prsní svaloviny a délka hřebenu prsní kosti byla nižší ($P \leq 0,05$) u kachňat krmených neupravenými semeny kultivaru *Mirela*.

Vlivem sladké lupiny na růst kachňat se ve svých experimentech zabýval **Olver (1997)**. Byla hodnocena krmná hodnota sladké lupiny bílé (*Lupinus albus* varieta *Buttercup*) u mláďat kachny pekingské (Cherry Valley). Byly vytvořeny isoenergetické a isonitrogenní diety obsahující 0, 100, 200, 300 a 400 g/kg lupiny. Mláďata obou pohlaví byla chována společně a

od 0. do 3. týdne věku byla krmena startérem, od 4. do 7. týdne věku dostávala dokrmovou směs. Zahrnutí 400 g/kg sladké lupiny do diety (obsah alkaloidů < 0,1 g/kg) nemělo nepříznivý vliv ($P < 0,05$) na živou hmotnost, efektivnost využití krmiva, jatečnou hmotnost a obsah jatečného tuku.

Lupinu bílou (*Lupinus albus* L.) v krmných dávkách masných kachen testoval **Mihok (1997)**. Jednodenní kachny masného plemena Cherry Valley byly krmeny dietami obsahujícími komerční koncentrát (kontrola), lupinu, extrahovaný sojový šrot nebo sojový šrot s lupinou. Startérové diety byly podávány od 1. do 14. dne věku, růstové diety od 15. do 35. dne věku a dokrmové diety od 36. do 49. dne věku. Výsledky ukazují, že ve všech fázích výkrmu může být v dietách masných kachen extrahovaný sojový šrot nahrazen lupinou bílou. Je doporučeno použití 13 – 20 % lupiny bílé při krmení kachen, v závislosti na jejich věku. Při experimentech týkajících se stravitelnosti krmiva bylo zjištěno, že koeficienty trávení nebyly ovlivněny zdrojem rostlinného proteinu.

Vliv sladké, hořké a mikronizované namočené hořké lupiny na užitkovost kachňat ve své práci studovali **Olver and Jonker (1998)**. U samců kachňat pekingských byla zkoumána krmná hodnota sladké lupiny bílé (*Lupinus albus* varieta *Hanti*), hořké lupiny (*L. angustifolius*) a mikronizované namočené hořké lupiny. Byly vytvořeny isoenergetické a isonitrogenní diety, z nichž jedna byla bez obsahu lupiny a zbylé tři obsahovaly 400 g/kg sladké, hořké nebo mikronizované namočené hořké lupiny. Z těchto tří diet bylo vytvořeno 16 experimentálních diet obsahujících 0, 50, 100, 200, 300 a 400 g/kg sladké, hořké nebo mikronizované namočené hořké lupiny. Mláďata kachny pekingské (Cherry Valley Super M) byla těmito dietami krmena po dobu 6 týdnů. Kachňata krmená dietou obsahující 200, 300 a 400 g/kg hořké lupiny měla nižší užitkovost ($P < 0,01$) (přírůstek hmotnosti, příjem krmiva a konverze krmiva) v porovnání s kontrolní skupinou. Obsah jatečného tuku byl nižší ($P < 0,01$) pouze u diety obsahující 400 g/kg lupiny. Nebyly zjištěny rozdíly v obsahu jatečného proteinu a popelovin. Nebyly zjištěny signifikantní rozdíly mezi kontrolní skupinou a dietami obsahujícími různá množství sladké nebo mikronizované namočené lupiny. U hořké lupiny byla u většiny studovaných znaků zjištěna signifikantní lineární ($P < 0,01$) závislost mezi nepříznivými reakcemi a zvyšující se koncentrací lupiny v dietě, zatímco u sladké a mikronizované namočené hořké lupiny tato závislost pozorována nebyla. Mikronizovaná namočená hořká lupina měla podobné účinky jako lupina sladká, což naznačuje, že v dietách kachňat lze použít až 400 g/kg hořké lupiny, pokud je lupina upravena výše zmiňovanou metodou.

1.2.3.3. Krůty

Vlivem kompletních krmných směsí s lupinou na některé hematologické a biochemické krevní ukazatele a užitkovost mladých masných krocanů se zabývali **Koncicki et al. (1990)**. Celkem 960 jednodenních krocanů White Widebreast rozdělených do 8 skupin bylo krmeno *ad libitum* po dobu 16 týdnů (samice) a 24 týdnů (samci) kompletní dietou obsahující lokální ingredience. Mletá kukuřice v dietě (kontrola) byla nahrazena 20 – 30 % odslupkovaného ovsa a ječmene, zatímco sojový extrahovaný šrot byl částečně nebo úplně nahrazen pařenou (120°C 30 min) mletou sójou (16 – 17 %) nebo hrachem (20 – 24 %) nebo lupinou (9 – 13 %). Nahrazení sojového extrahovaného šrotu bobem nebo hrachem a kukuřicí, odslupkovaným ovsem-ječmenem vedlo k efektivnější konverzi krmiva při vyšší tělesné hmotnosti krocanů v 16. a 24. týdnu věku. Lupina dala nepatrně horší výsledky. Diety neměly vliv na hematologické (hematokrit, hemoglobin, červené a bílé krvinky) a biochemické (asparaginová a alanin aminotransferázová aktivita, obsah celkového proteinu a glukózy,

hladina sérového cholesterolu, vápníku, železa a anorganického fosforu) krevní ukazatele. Kromě poměrně vysoké hladiny kyseliny močové a signifikantních rozdílů mezi obsahy krevního proteinu, glukózy a anorganického P, spadaly všechny hodnoty do rozmezí fyziologických norem a nebyly ovlivněny druhem diety.

2. Praktická část studie

2.1. Živinné složení semen rodu *Lupinus*

V práci jsou uvedeny výsledky chemických analýz nejčastěji v Evropě pěstovaných odrůd rodu *Lupinus* (AMIGA, ANDA, ATU, BORUTA, BUTAN, DIETA, JUNO, KARO, PRIMA, ROSE, SONET, WATT) a jejich porovnání se sojovými boby dvou tuzemsky pěstovaných odrůd (KORADA a VISION). U analyzovaných odrůd semen lupin se jednotlivé obsahové látky pohybovaly v rozmezí u proteinů 317,06 – 458,86 g.kg⁻¹, tuků 52,15 – 125,76 g.kg⁻¹, vlákniny 101,21 – 154,23 g.kg⁻¹, bezdusíkatých látek výtažkových 285,94 – 436,47 g.kg⁻¹, škrobu 41,31 – 102,65 g.kg⁻¹, organické hmoty 951,75 – 966,24 g.kg⁻¹, popele 33,76 – 48,25 g.kg⁻¹, vápníku 2,29 – 5,10 g.kg⁻¹, fosforu 4,62 – 8,04 g.kg⁻¹, hořčíku 1,36 – 2,51 g.kg⁻¹ a acidodetergentní vlákniny 133,13 – 209,25 g.kg⁻¹. Z dosažených výsledků je zřejmá velká rozdílnost v chemickém složení jednotlivých odrůd semen rodu *Lupinus*. Lupinová semena jsou charakteristická vysokým obsahem proteinů, u některých odrůd výrazně převyšující obsah proteinů v sojových bobech. Obecně lze konstatovat, že na rozdíl od lupinových semen sojové boby obsahují výrazně vyšší obsah tuku a nižší obsah vlákniny včetně vlákniny acidodetergentní. Zajímavé jsou i korelační vztahy mezi některými sledovanými obsahovými látkami semen jednotlivých odrůd lupin. Záporný korelační koeficient charakterizuje vztah mezi obsahem hrubého proteinu a obsahem BNLV ($r = -0,93$) a obsahem hrubého proteinu a škrobu ($r = -0,79$). Kladná korelace charakterizuje vztah mezi obsahem škrobu a BNLV ($r = 0,76$) v lupinových semenech. Výsledky práce přinášejí podklady nejen pro pěstitele z hlediska atraktivnosti pěstování jednotlivých odrůd lupin, ale i pro chovatele, při využití lupinových semen jako vhodné komponenty do krmných dávek a krmných směsí.

V současné době se hledají vhodné proteinové komponenty do krmných dávek a krmných směsí určených k výživě hospodářských zvířat. Se zákazem podávání masokostních mouček ve výživě hospodářských zvířat v souvislosti s bovinní spongiformní encefalopatií (BSE) se hledají vhodné zdroje proteinů pro přípravu vegetabilních diet s cílem zajistit bezpečnost potravin animální provenience. Kromě sóji a sojových produktů se jeví jako velmi perspektivní zdroj vegetabilního proteinu semena některých odrůd rodu *Lupinus*. V praxi se setkáváme s velkou řadou nejrůznějších odrůd většinou odvozených od lupiny bílé, žluté a úzkolisté (*Lupinus albus*, *L. luteus* a *L. angustifolius*). Experimentální práce **Koreleski et al. (1987)** nebo **Castanon and Perezlanzac (1990)** dokazují možnost částečné náhrady sojového extrahovaného šrotu v dietách vhodnou odrůdou lupinových semen (*Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus*). Jako vhodný zdroj vegetabilních proteinů v dietách i pro monogastrická zvířata doporučuje lupinová semena **RothMaier and Kirchgessner (1993)**, **Lettner and Zollitsch (1995)**, **Ravindran et al. (2002)** a další autoři. Lupinová semena mají unikátní sacharidové složení, charakterizované nízkým obsahem škrobu a vysokým obsahem neškrobnatých polysacharidů, jak uvádí **VanBarneveld (1999)**. Z tohoto pohledu je často diskutována nutriční hodnota lupinových semen a jejich zařazení do diet pro hospodářská zvířata, jak ve své práci uvádí **Petterson (2000)**. Nutriční hodnotu semene lze významně zvýšit odslupkováním, jak potvrzují ve své práci **Smulikowska et al. (1995)**. Vysoké zastoupení lupinových semen (*Lupinus angustifolius*) v dietách může vlivem absence některých aminokyselin (methionin) zhoršit produkční účinnost krmných směsí, jak u slepic zjistili **Hammershoj and Steinfeldt (2005)**. Z literárních pramenů je zřejmé, že pro racionální zařazení semen rodu *Lupinus* do diet určených k výživě hospodářských zvířat je nutné znát a živinně přesně definovat použitou odrůdu lupiny. Cílem je upozornit na vysokou variabilitu základních obsahových látek v semenech mezi jednotlivými odrůdami

rodu *Lupinus* a srovnání s jejich obsahem v sojových bobech. Jsou uvedeny výsledky vlastních analýz provedených v laboratoři Ústavu výživy, zootechniky a zoohygieny, Fakulty veterinární hygieny a ekologie Veterinární a farmaceutické univerzity Brno. Z více jak 20 analyzovaných jednotlivých odrůd semen rodu *Lupinus* jsme vybrali 12 odrůd (AMIGA, ANDA, ATU, BORUTA, BUTAN, DIETA, JUNO, KARO, PRIMA, ROSE, SONET, WATT). Tyto odrůdy reprezentují nejznámější a nejpěstovanější odrůdy lupin v Evropě. Představují poměrně široké rozmezí, ve kterém se pohybují hodnoty sledovaných živin u většiny dosud známých a pěstovaných kulturních lupin. Pro srovnání nutriční hodnoty analyzovaných semen lupin jsme využili výsledky analýz dvou odrůd sojových bobů (KORADA a VISION). Z dosažených výsledků, jak uvádí Tab. 1 lze vyvodit závěr, že u semen jednotlivých odrůd lupin existují značné rozdíly v obsahu jednotlivých sledovaných látek.

Tab. 1 Chemické složení analyzovaných odrůd lupinových semen a odrůd sojových bobů (KORADA, VISION)

(g/kg)	AMIGA	ANDA	ATU	BORUTA	BUTAN	DIETA	JUNO
voda	71,50	67,30	87,20	86,30	85,60	117,80	104,30
sušina	928,50	932,70	912,80	913,70	914,40	882,20	895,70
protein	329,60	409,30	320,10	289,70	347,30	320,90	411,00
tuk	80,30	117,30	47,60	53,80	93,50	84,90	49,20
vláknina	110,20	94,40	133,90	136,60	103,80	114,90	127,80
BNLV	372,80	266,70	373,70	398,80	336,90	324,60	265,40
škrob	85,70	56,14	71,20	83,95	81,50	78,80	37,00
OH	892,90	887,70	875,30	878,90	881,50	845,30	853,40
popel	35,60	45,00	37,50	34,80	32,90	36,90	42,30
Ca	3,61	4,57	3,60	3,41	4,66	3,00	3,80
P	4,29	6,58	6,01	5,54	4,33	4,80	7,20
Mg	1,94	2,18	1,33	2,18	1,58	1,20	2,25
ADF	154,30	124,17	191,00	182,30	132,40	128,30	168,11
(g/kg)	KARO	PRIMA	ROSE	SONET	WATT	KORADA	VISION
voda	81,80	79,30	78,40	82,40	101,70	93,20	59,80
sušina	918,20	920,70	921,60	917,60	898,30	906,80	940,20
protein	326,30	305,70	302,50	311,60	289,80	321,10	333,90
tuk	56,20	53,70	49,10	55,70	87,10	197,20	201,60
vláknina	110,40	142,00	136,90	128,50	133,70	63,80	70,70
BNLV	394,30	382,50	400,00	386,30	350,00	274,30	278,70
škrob	83,00	92,90	94,60	62,00	73,68	62,00	67,70
OH	887,20	883,90	888,50	882,10	860,60	856,40	884,90
popel	31,00	36,80	33,10	35,50	37,70	50,40	55,30
Ca	2,10	4,00	4,01	4,50	3,20	3,19	3,60
P	4,80	5,23	4,62	5,47	5,55	7,30	8,57
Mg	1,88	1,94	1,46	1,34	1,94	2,18	1,94
ADF	145,22	192,20	177,70	169,40	175,87	96,70	82,60

OH – organická hmota

Pro objektivní porovnání analyzovaných odrůd mezi sebou a ve vztahu k sojovým bobům byly hodnoty jednotlivých obsahových látek vyjádřeny ve 100% sušině, a to proto, že různý obsah vody v semenech analyzovaných odrůd, jak uvádí Tab. 1 by ovlivnil jejich vzájemné živinové srovnání. Zastoupení jednotlivých obsahových látek uvedený ve 100% sušině je uvedeno v Tab. 2.

Tab. 2 Chemické složení analyzovaných odrůd lupinových semen a odrůd sojových bobů (KORADA, VISION) vyjádřeno ve 100 % sušině

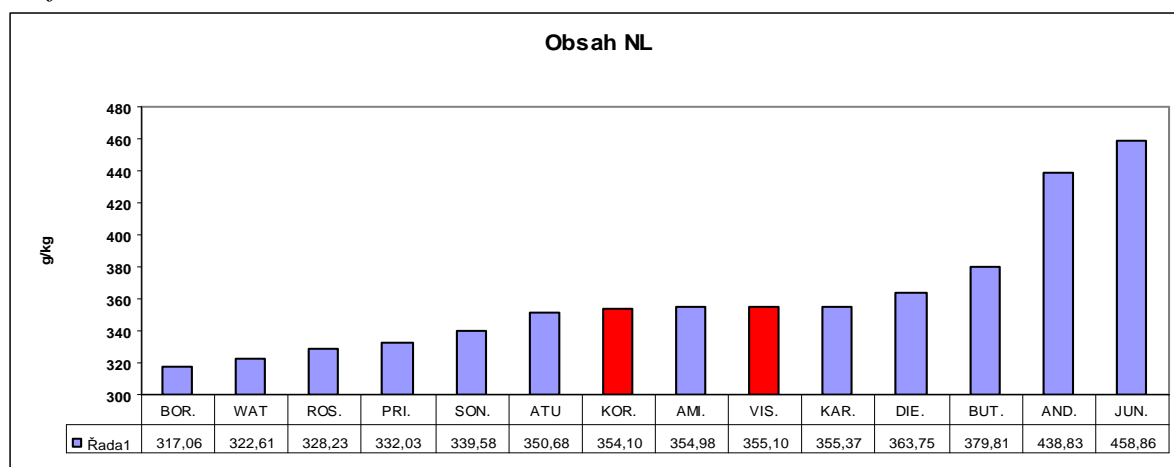
100%	AMIGA	ANDA	ATU	BORUTA	BUTAN	DIETA	JUNO
protein	354,98	438,83	350,68	317,06	379,81	363,75	458,86
tuk	86,48	125,76	52,15	58,88	102,25	96,24	54,93
vláknina	118,69	101,21	146,69	149,50	113,52	130,24	142,68
BNLV	401,51	285,94	409,40	436,47	368,44	367,94	296,30
škrob	92,30	60,19	78,00	91,88	89,13	89,32	41,31
OH	961,66	951,75	958,92	961,66	964,02	958,17	952,77
popel	38,34	48,25	41,08	38,09	35,98	41,83	47,23
Ca	3,89	4,90	3,94	3,73	5,10	3,40	4,24
P	4,62	7,05	6,58	6,06	4,74	5,44	8,04
Mg	2,09	2,34	1,46	2,39	1,73	1,36	2,51
ADF	166,18	133,13	209,25	199,52	144,79	145,43	187,69
100%	KARO	PRIMA	ROSE	SONET	WATT	KORADA	VISION
protein	355,37	332,03	328,23	339,58	322,61	354,10	355,10
tuk	61,21	58,33	53,28	60,70	96,96	217,50	214,40
vláknina	120,24	154,23	148,55	140,04	148,84	70,40	75,20
BNLV	429,43	415,44	434,03	420,99	389,62	302,50	296,40
škrob	90,39	100,90	102,65	67,57	82,02	68,40	72,00
OH	966,24	960,03	964,08	961,31	958,03	944,40	941,20
popel	33,76	39,97	35,92	38,69	41,97	55,60	58,80
Ca	2,29	4,34	4,35	4,90	3,56	3,52	3,83
P	5,23	5,68	5,01	5,96	6,18	8,05	9,12
Mg	2,05	2,11	1,58	1,46	2,16	2,40	2,06
ADF	158,16	208,75	192,82	184,61	195,78	96,70	87,90

OH – organická hmota

Z uvedené Tab. 2 je zřejmé, že v semenech lupin jsou ve velké míře zastoupeny především proteiny. Obsah hrubého proteinu se však v rámci jednotlivých odrůd pohyboval v poměrně širokém rozmezí, a to od 317,06 g.kg⁻¹ (BORUTA) do 458,86 g.kg⁻¹ (JUNO). U některých odrůd lupinových semen byl obsah hrubého proteinu srovnatelný (AMIGA, KARO) nebo dokonce vyšší (DIETA, BUTAN, ANDA, JUNO) než u analyzovaných sojových bobů. Dosažené výsledky jsou v souladu i s literárními prameny, které obdobně upozorňují na velké rozmezí v obsahu hrubého proteinu v rámci sledovaných odrůd, jako např. **RothMaier and Kirchgessner (1993)**, **Lettner and Zollitsch (1995)** nebo **Ravindran et al. (2002)**.

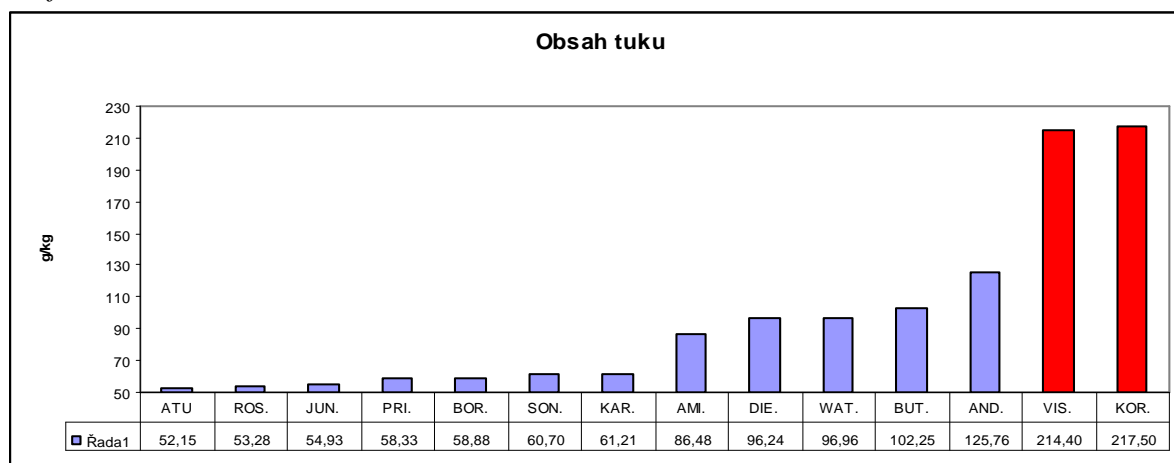
Obsah NL v semenech analyzovaných odrůd lupin a jejich srovnání s obsahem NL v sojových bobech je vyjádřen v grafu 1.

Graf 1



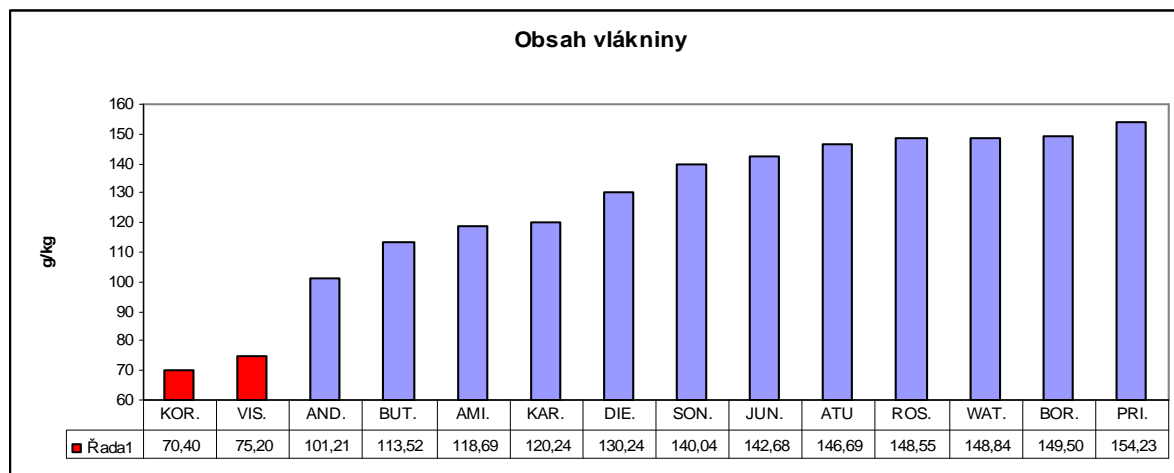
Oproti sojovým bobům semena lupin mají výrazně nižší **obsah tuků**. Jejich obsah se v semenech uvedených odrůd pohyboval v rozmezí hodnot od 52,15 g.kg⁻¹ (ATU) do 125,76 g.kg⁻¹ (ANDA). Literární prameny jednoznačně potvrzují nižší obsah tuků v lupinových semenech ve srovnání se sojovými boby. Výsledky analýz tuků u jednotlivých autorů se v literatuře liší i u stejné odrůdy. Například u odrůdy AMIGA uvádějí **Lettner and Zollitsch (1995)** obsah tuků 11,3 % (113 g.kg⁻¹), zatím co **RothMaier and Kirchgessner (1993)** u stejné odrůdy uvádí hodnotu 7,6 % (76 g.kg⁻¹), která více koresponduje s našimi výsledky. Obsah tuku v lupinových semenech a jeho srovnání s obsahem tuku v sojových bobech je vyjádřeno v grafu 2.

Graf 2



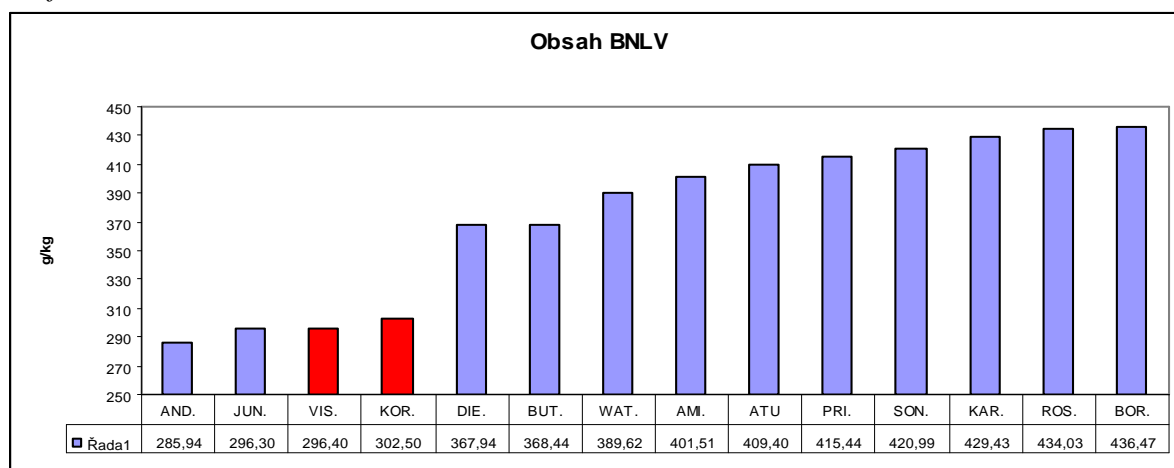
Na rozdíl od sojových bobů semena lupin obsahují poměrně vysoké množství **hrubé vlákniny**, včetně vlákniny acidodetergentní. Obsah hrubé vlákniny u analyzovaných odrůd se pohyboval v rozmezí od 101,21 g.kg⁻¹ (ANDA) do 154,23 g.kg⁻¹ (PRIMA), vlákniny acidodetergentní od 133,13 g.kg⁻¹ (ANDA) do 209,25 g.kg⁻¹ (ATU). Odrůdová variabilita obsahu vlákniny v semenech lupin a její srovnání se sojovými boby je uvedena v grafu 3.

Graf 3



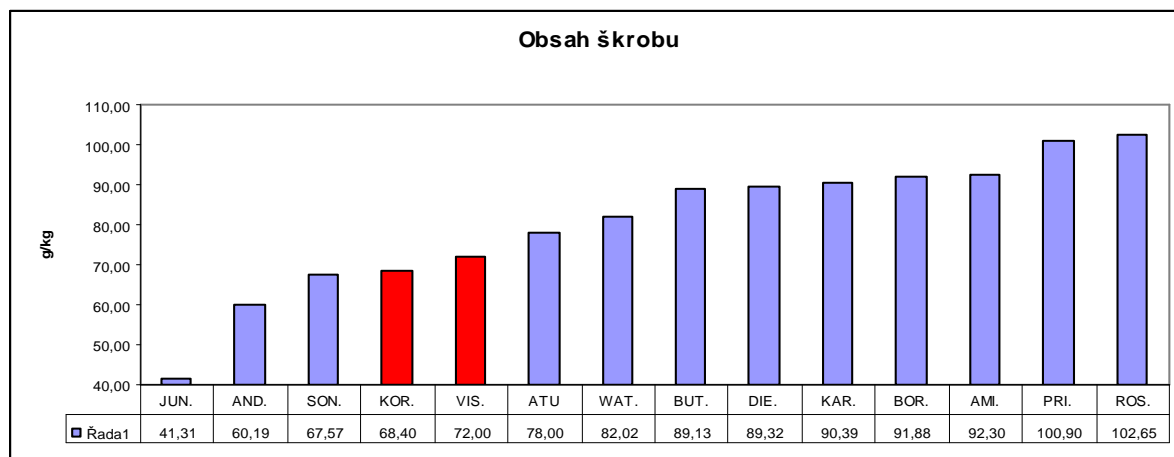
Bezdušikáté látky výtažkové (BNLV) reprezentují především nejrůznější druhy sacharidů, od jednoduchých sacharidů, přes oligosacharidy, až po nestrukturální polysacharidy. Obsah BNLV u semen jednotlivých odrůd lupin se pohyboval v rozmezí od 285,94 g.kg⁻¹ (ANDA) do 436,47 g.kg⁻¹ (BORUTA). Jak je patrné z Tab. 2 a grafu 4, většina semen analyzovaných odrůd lupin má vyšší obsah BNLV, tedy sacharidů, než sojové boby.

Graf 4



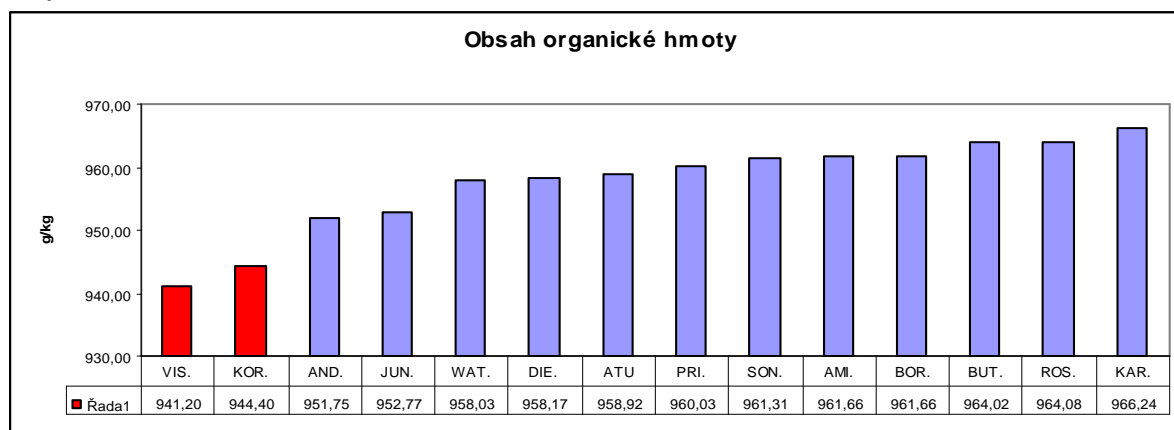
Přítom **škrob**, jehož množství se v lupinových semenech pohybovalo v rozmezí od 41,31 g.kg⁻¹ (JUNO) do 102,65 g.kg⁻¹ (ROSE), je v poměrně nízkém množství a v průměru představuje asi 20 % z BNLV, zatím co u obilnin jsou zastoupeny škroby ze 70 % a více. Tato skutečnost ukazuje na poměrně vysoké zastoupení neškrobnatých sacharidů v lupinových semenech. Uvedené závěry jsou v souladu s autory **VanBarneveld (1999)**, **Ravindran et al. (2002)** nebo **Hammershoj and Steinfeldt (2005)**, kteří ve svých publikacích upozorňují na velké zastoupení neškrobnatých polysacharidů v lupinových semenech. Obsah škrobu u jednotlivých analyzovaných odrůd je uveden v grafu 5.

Graf 5



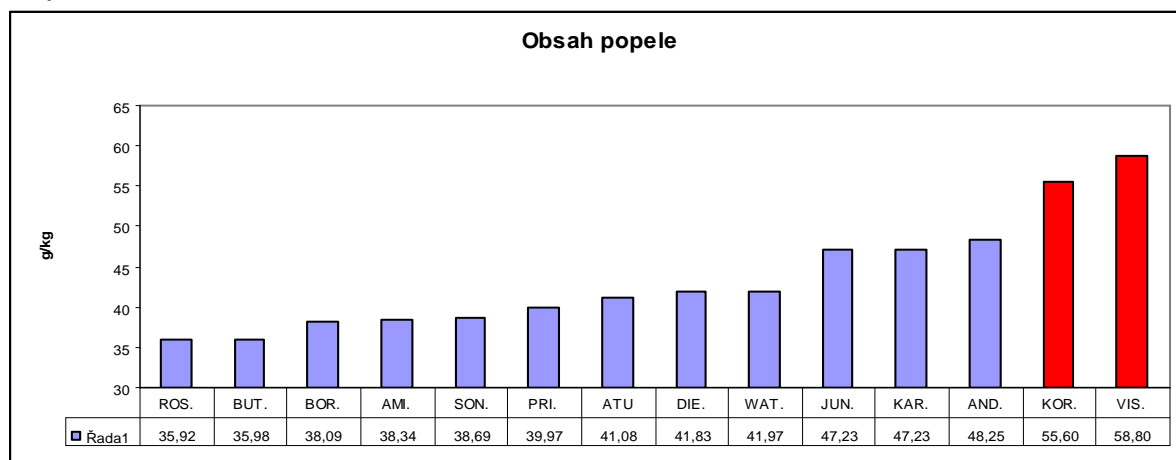
Množství **organických látek** v semeni je charakterizováno obsahem organické hmoty. Její obsah v lupinových semenech se pohyboval v poměrně úzkém rozmezí hodnot od 941,20 g.kg⁻¹ (ANDA) do 966,24 g.kg⁻¹ (KARO). U lupinových semen byl obsah organické hmoty o něco vyšší než u srovnávaných sojových bobů jak dokumentuje graf 6.

Graf 6



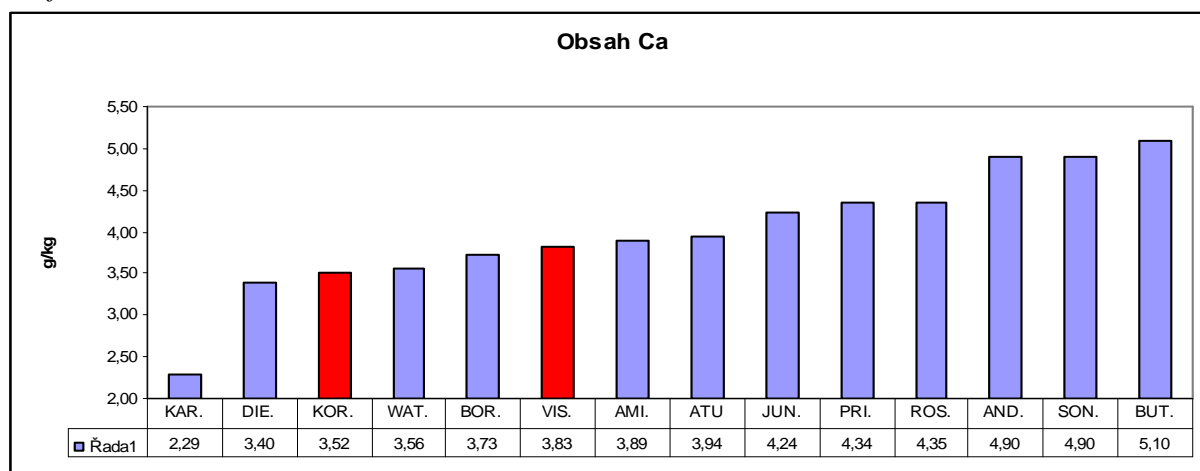
Obsah minerálních látek je charakterizován obsahem popelovin. V analyzovaných lupinových semenech se obsah popelovin pohyboval v rozmezí hodnot 33,76 g.kg⁻¹ (KARO) do 48,25 g.kg⁻¹ (ANDA).

Graf 7



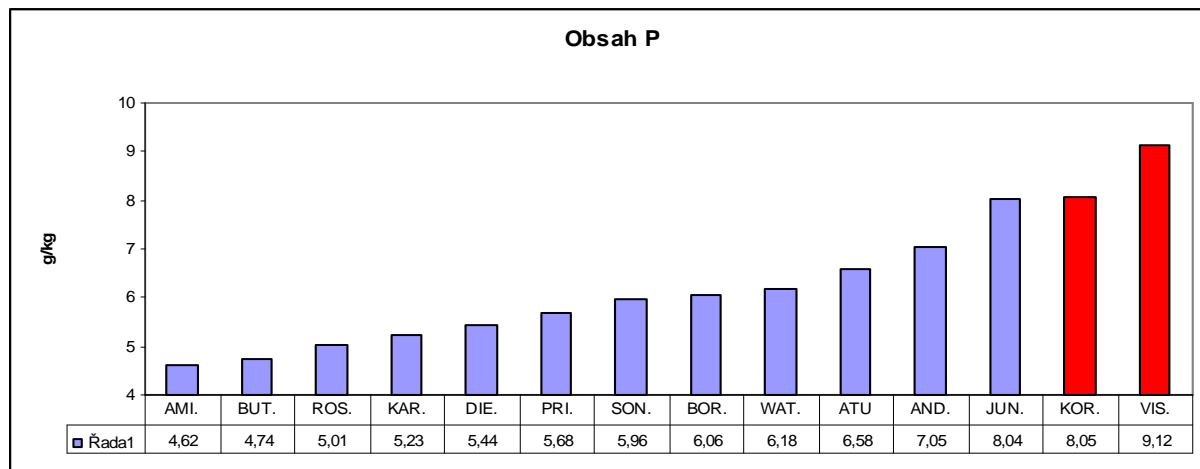
Ze sledovaných prvků lupinových semen se jejich obsah pohyboval v rozmezí u **vápníku** od 2,29 (KARO) do 5,10 g.kg⁻¹ (BUTAN), jak uvádí graf 8.

Graf 8



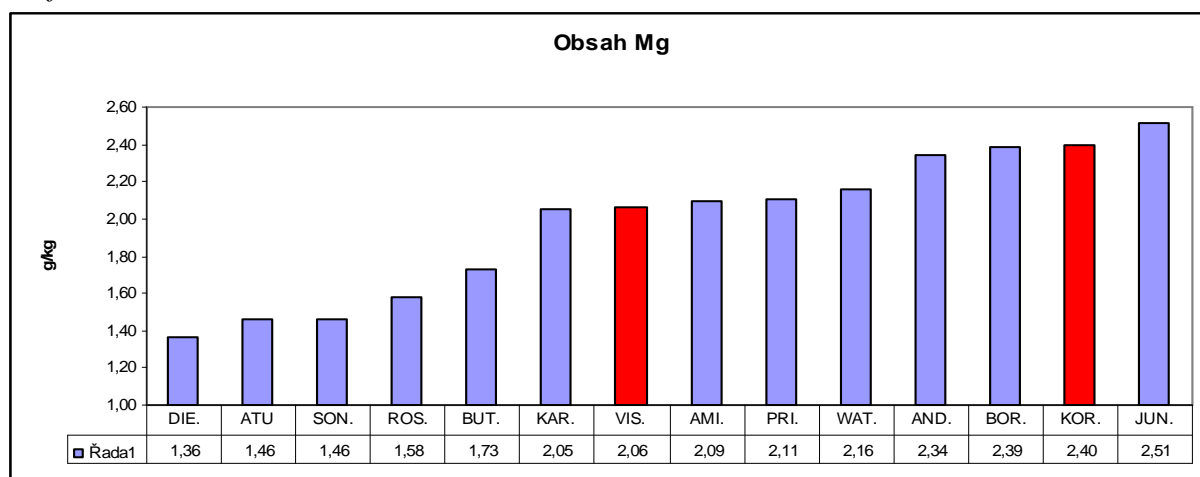
U **fosforu** od 4,62 g.kg⁻¹ (AMIGA) do 8,04 g.kg⁻¹ (JUNO), jak uvádí graf 9.

Graf 9



U **hořčíku** od 1,36 g.kg⁻¹ (DIETA) do 2,51 g.kg⁻¹ (JUNO), jak uvádí graf 10.

Graf 10



Při srovnání chemického složení lupinových semen se sojovými boby lze na základě dosažených výsledků konstatovat, že u sojových bobů byl prokázán vyšší obsah popele, respektive minerálních látek. U jednotlivých sledovaných prvků byly pozorovány určité rozdíly, které lze charakterizovat u většiny analyzovaných lupinových odrůd vyšším obsahem vápníku a naopak nižším obsahem fosforu.

Za zajímavé lze považovat i některé vztahy mezi jednotlivými obsahovými látkami lupinových semen. Při korelační analýze bylo prokázáno, že se zvyšujícím se obsahem hrubého proteinu v lupinových semenech klesá obsah BNLV (sacharidů), což charakterizuje velmi vysoký záporný korelační koeficient ($r = -0,93$). Obdobně vysoká záporná korelace ($r = -0,79$) byla prokázána mezi obsahem hrubého proteinu a obsahem škrobu.

Přesto, že v lupinových semenech je poměrně málo škrobu, jeho obsah je v kladné korelaci s obsahem BNLV ($r = 0,76$).

Závěrem lze na základě dosažených výsledků konstatovat, že lupinová semena některých odrůd jsou z hlediska výživy zvířat velmi perspektivní, zejména proteinovou krmnou složkou. Při jejich zařazení do krmných dávek nebo krmných směsí je nutné přesně znát jejich odrůdovou charakteristiku ve vztahu k jejich živinovému složení.

Z á v ě r

Z dosažených výsledků lze vyvodit následující závěry :

- **lupinová semena se výrazně odrůdově liší obsahem jednotlivých živin**
- **jednotlivé odrůdy obsahují nižší, srovnatelný, ale i vyšší obsah dusíkatých látek ve srovnání se sojovými boby**
- **z hlediska obsahu dusíkatých látek lze lupinová semena považovat za významné proteinové krmivo**
- **obecně lze konstatovat, že obsahují méně tuků než sojové boby a z tohoto pohledu lze konstatovat, že mají i nižší obsah energie**
- **obecně lze konstatovat, že obsahují více vlákniny než sojové boby, toto lze kompenzovat jejich úpravou - odslupkováním**
- **obecně lze konstatovat, že většina odrůd lupin obsahuje více BNLV než sojové boby**
- **obecně lze konstatovat, že obsahují méně popelovin než sojové boby**
- **obecně lze konstatovat, že obsahují méně fosforu a více vápníku než sojové boby**
- **poměr Ca : P je z hlediska výživy příznivější než u cereálií nebo jiných luštěnin**
- **korelační analýzou bylo zjištěno, že existuje vysoká záporná korelace mezi obsahem NL a BNLV, respektive škrobu**

2.2. Nutriční hodnota proteinu semen rodu *Lupinus*

Cílem této části práce bylo porovnání kvality proteinů obsažených v lupinových semenech u nejvýznamnějších odrůd pěstovaných v Evropě s proteiny sojových bobů na základě jejich aminokyselinového složení. Za tímto účelem byly provedeny rozborů 14 odrůd lupinových semen (LAE, LAV 8-4, APR 8-2, BORUTA, V 6-1, ROSE, SONET, PRIMA, ATU, EGHO, AMIGA, KARO, LWA 1, JUNO) a dvou odrůd sojových bobů (KORADA, VISION).

Výsledky rozborů dokládají velkou rozdílnost v obsahu dusíkatých látek, které se pohybovaly u jednotlivých odrůd lupin v rozmezí od 308,60 do 444,40 g/kg 100% sušiny semene. Z těchto výsledků je zřejmé, že u některých odrůd (AMIGA, KARO, LWA 1, JUNO) je obsah dusíkatých látek srovnatelný, u některých odrůd i mnohem vyšší než u sojových bobů, u kterých se obsah dusíkatých látek pohyboval v rozmezí 352,00 – 355,10 g/kg 100% sušiny bobů. Celková suma aminokyselin v lupinových semenech z obsahu NL se podle odrůdy pohybovala v rozmezí od 68,01 % do 90,26 %. Z kvalitativního hlediska je u dusíkatých látek však rozhodující obsah jednotlivých aminokyselin – **aminokyselinové spektrum**. Pro objektivní posouzení rozdílu v aminokyselinovém složení semen jednotlivých odrůd lupin a jejich srovnání s aminokyselinovým spektrem dusíkatých látek sojových bobů jsme při konečném vyhodnocení obsahu jednotlivých aminokyselin vyjádřili v gramech na 100 g dusíkatých látek. Z vyhodnocených aminoanalýz je zřejmá velká rozdílnost v obsahu sledovaných aminokyselin u jednotlivých odrůd lupinových semen, což potvrzuje kvalitativní rozdílnost jejich obsahových proteinů. U jednotlivých aminokyselin zkoumaných odrůd lupinových semen jsme zjistili následující variabilitu (vyjádřeno v g příslušné aminokyseliny na 100 g NL): kyselina asparagová 7,65 – 10,93 g, threonin 0,65 – 3,50 g, serin 2,81 – 4,67 g, kyselina glutamová 16,08 – 21,00 g, prolin 2,02 – 4,61 g, glycin 1,60 – 4,03 g, alanin 1,69 – 4,12 g, valin 3,18 – 5,33 g, isoleucin 1,99 – 4,25 g, leucin 5,41 – 7,49 g, tyrosin 1,05 – 3,73 g, phenylalanin 1,01 – 4,71 g, histidin 2,23 – 3,20 g, lysin 3,74 – 5,95 g a arginin 7,69 – 11,16 g. Charakteristickým znakem pro lupinová semena ve srovnání se sojovými boby je vysoký obsah **argininu**.

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. Problémy spojené s bovinní spongiformní encefalopatií a zákazem zkrmování masokostních mouček u hospodářských zvířat, jak bylo již v předchozím textu uvedeno, ještě více zúžily sortiment proteinových krmiv vhodných pro využití do krmných směsí. Výše popsaná situace si vyžádala nutnost hledat nové alternativní zdroje dusíkatých látek vegetabilní proveniencí. Jako jedna z perspektivních plodin s vysokým obsahem dusíkatých látek se jeví semena různých odrůd rodu *Lupinus*. Do současné doby byla v Evropě vyšlechtěna řada odrůd s velmi rozdílným obsahem dusíkatých látek – proteinů. V současné době schází komplexní údaje o kvalitě lupinových proteinů, jinak řečeno o jejich aminokyselinovém spektru. V tomto pojetí výsledky této části práce přináší nové až prioritní poznatky.

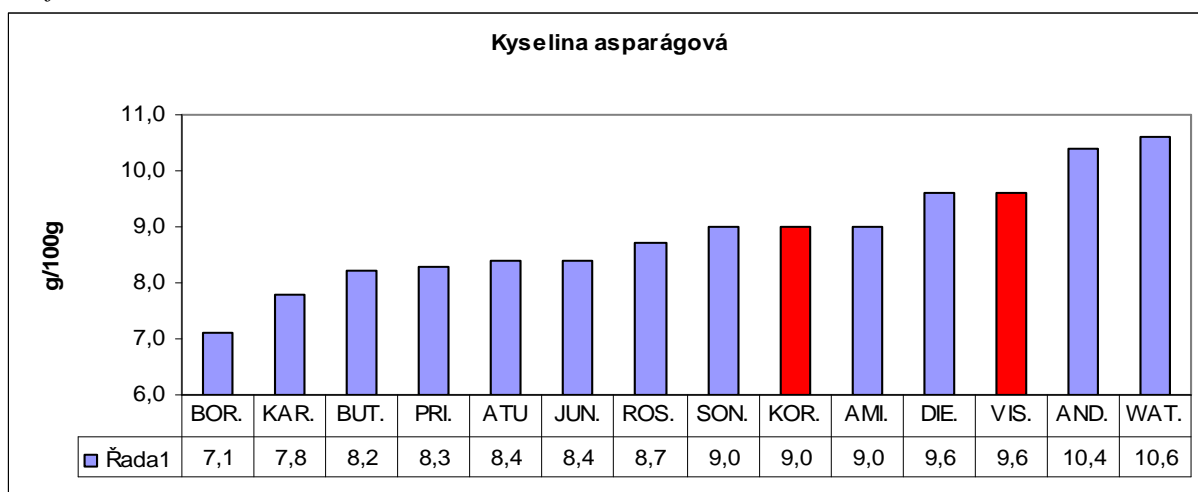
Cílem této části studie bylo poznání aminokyselinového spektra proteinů v semeni nejvýznamnějších odrůd kulturních lupin a provést srovnání dosažených výsledků s aminokyselinovým obsahem proteinu sojových bobů. Základem byla analýza 14. odrůd semen rodu *Lupinus* (LAE, LAV 8-4, APR 8-2, BORUTA, V 6-1, ROSE, SONET, PRIMA, ATU, EGHO, AMIGA, KARO, LWA 1, JUNO) a 2 odrůd sojových bobů (KORADA, VISION). 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 hydrolyza 6N HCl po dobu 24 hodin při teplotě 110 °C za použití automatického analyzátoru aminokyselin AAA 400 firmy INGOS-ČR. Obsah dusíkatých látek byl vyjádřen v g/kg ve 100% sušině. Obsah jednotlivých aminokyselin byl vyjádřen v g/100g dusíkatých látek.

Výsledky rozborů dokládají velkou rozdílnost v obsahu dusíkatých látek, která se pohybovala u jednotlivých odrůd lupin v rozmezí od 308,60 do 444,40 g/kg 100% sušiny semene. Již z výše uvedených výsledků je zřejmé, že u některých odrůd (AMIGA, KARO, LWA 1, JUNO) je obsah dusíkatých látek srovnatelný, u některých odrůd i mnohem vyšší než u sojových bobů, u kterých se obsah dusíkatých látek pohyboval v rozmezí 352,00 – 355,10 g/kg 100% sušiny bobů. Tyto výsledky dokládají, že lupinová semena některých odrůd jsou významným zdrojem dusíkatých látek (proteinů) pro potřeby výživy zvířat. Celková suma aminokyselin v lupinových semenech z obsahu NL se podle odrůdy pohybovala v rozmezí od 68,01 % do 90,26 %, což poukazuje na vysoký obsah zejména aminokyselinového dusíku z celkového dusíku obsaženého v lupinových semenech. Reálně by se dalo konstatovat, že skutečný obsah aminokyselin bude ještě vyšší, neboť nebyly stanoveny všechny aminokyseliny (tryptofan), navíc při použité kyselé hydrolyze dochází k rozkladu sirných aminokyselin, což dokumentují i velmi nízké hodnoty methioninu v analyzovaných vzorcích. Z hlediska racionálního přístupu ve výživě zvířat již nestačí znát pouze obsah dusíkatých látek v krmivu, ale především jejich kvalitu, která je charakterizována obsahem jednotlivých aminokyselin. Proto jsme se zaměřili při analýzách lupinových semen na stanovení obsahu jednotlivých aminokyselin. U jednotlivých aminokyselin zkoumaných odrůd lupinových semen jsme zjistili následující variabilitu (vyjádřeno v g příslušné aminokyseliny na 100 g NL) : kyselina asparágová 7,65 – 10,93 g, threonin 0,65 – 3,50 g, serin 2,81 – 4,67 g, kyselina glutamová 16,08 – 21,00 g, prolin 2,02 - 4,61 g, glycin 1,60 – 4,03 g, alanin 1,69 – 4,12 g, valin 3,18 – 5,33 g, isoleucin 1,99 – 4,25 g, leucin 5,41 – 7,49 g, tyrosin 1,05 – 3,73 g, phenylalanin 1,01 – 4,71 g, histidin 2,23 – 3,20 g, lysin 3,74 – 5,95 g a arginin 7,69 – 11,16 g. Z dosažených výsledků je zřejmé, že existuje značná odrůdová rozdílnost v obsahu jednotlivých aminokyselin v lupinovém proteinu. Pro porovnání byla provedena i aminoanalýza sojových bobů u dvou odrůd KORADA a VISION, u kterých byly stanoveny následující hodnoty obsahu jednotlivých aminokyselin (vyjádřeno v g příslušné aminokyseliny na 100 g NL) : kyselina asparágová 10,06 a 10,18 g, threonin 3,43 a 3,50 g, serin 4,31 a 4,37 g, kyselina glutamová 15,72 a 16,21 g, prolin 4,16 a 4,31 g, glycin 3,74 a 3,77 g, alanin 3,59 a 3,65 g, valin 4,28 a 4,28 g, isoleucin 4,07 a 4,10 g, leucin 6,99 a 7,07 g, tyrosin 3,07 a 3,14 g, phenylalanin 4,61 a 4,64 g, histidin 2,68 a 2,73 g, lysin 5,66 a 6,47 g a arginin 7,10 a 7,20 g. Názorné vyjádření výše popsaných rozdílů u jednotlivých aminokyselin je názorně vyjádřeno v níže uvedených grafech.

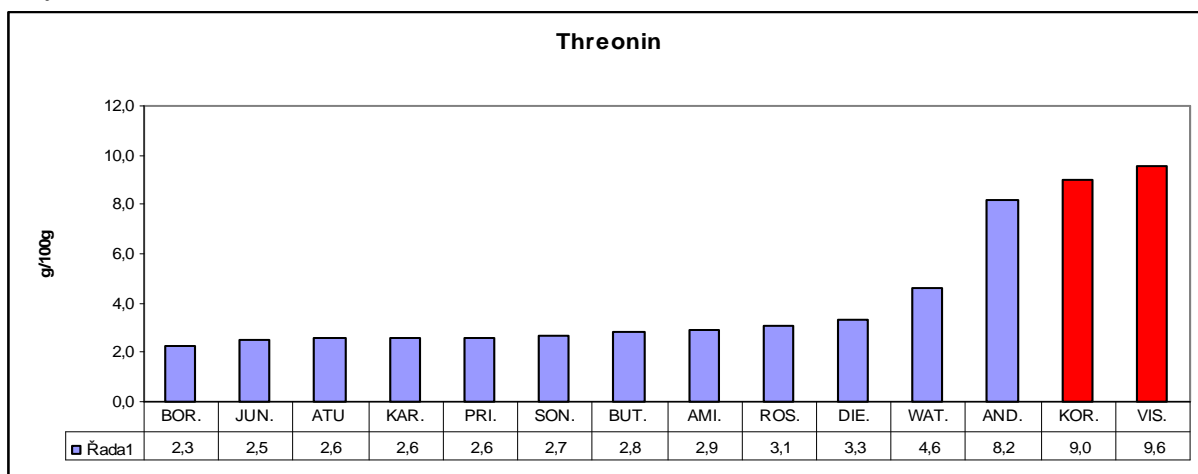
Kyselina asparágová – u většiny odrůd, jak dokumentuje graf 11, byl obsah nižší ve srovnání se sojovým proteinem.

Graf 11



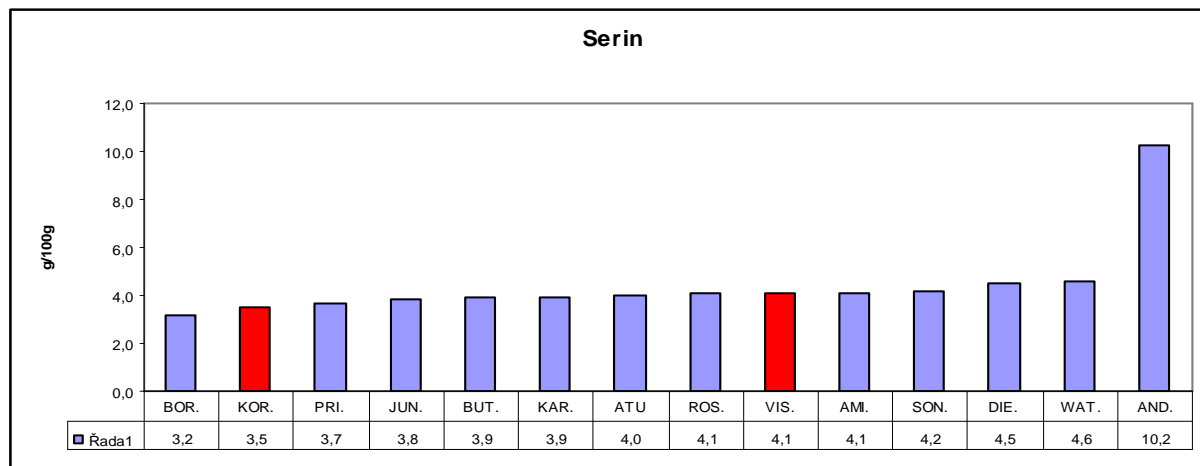
Threonin – u analyzovaných odrůd lupinových semen bylo v jejich proteinu výrazně nižší zastoupení této aminokyseliny, jak dokumentuje graf 12 ve srovnání se sojovými boby. Jeho obsah v lupinovém proteinu se pohyboval v rozmezí 2,3 – 8,2 g/100g hrubého proteinu. U většiny odrůd lupin byl obsah threoninu velmi nízký oproti sojovému proteinu a kolísal okolo hodnoty 3 g/100g hrubého proteinu. Výjimku tvořila lupina Anská, jejíž obsah threoninu se blížil jeho obsahu v sojovém proteinu. Proto při sestavování krmných směsí s obsahem lupinových semen je nutno tuto nízkou hladinu při optimalizaci zohledňovat.

Graf 12



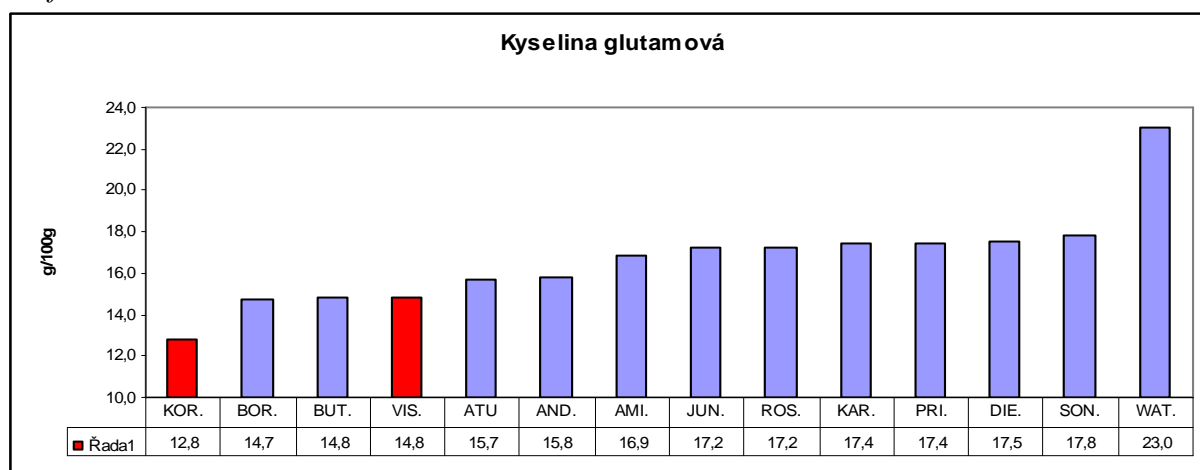
Serin – obsah serinu byl v lupinových semenech srovnatelný s jeho obsahem v sojových bobech (graf 13). Jeho obsah v lupinovém proteinu se pohyboval v poměrně úzkých mezích, a to od 3,2 g/100g hrubého proteinu do 4,6 g/100g hrubého proteinu. Výjimku tvořila pouze lupina Andská, která obsahovala 10,2 g/100g hrubého proteinu.

Graf 13



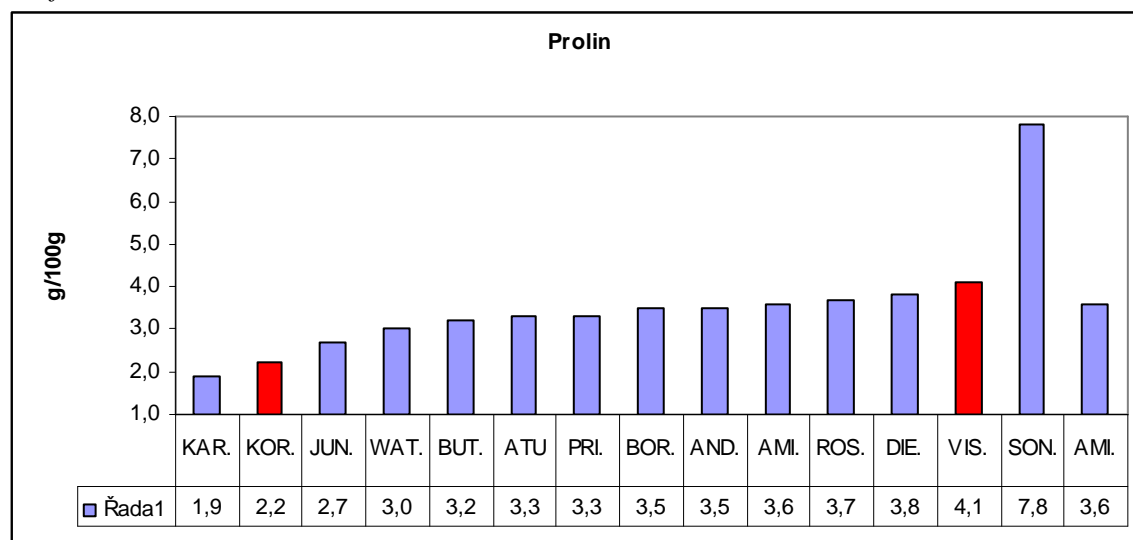
Kyselina glutamová – jak lze vidět v grafu 14, jsou lupinová semena charakteristická vyšším zastoupením kyseliny glutamové ve srovnání se sojovým proteinem. U analyzovaných odrůd lupinových semen se hladiny této kyseliny pohybovaly v rozmezí 12,8 – 23,0 g/100g hrubého proteinu. U většiny odrůd vyjma lupiny Boruta a Butan byly hodnoty kyseliny glutamové v hrubém proteinu vyšší než v proteinu sojovém. Velmi vysoký obsah kyseliny glutamové byl prokázán především u odrůdy Watt.

Graf 14



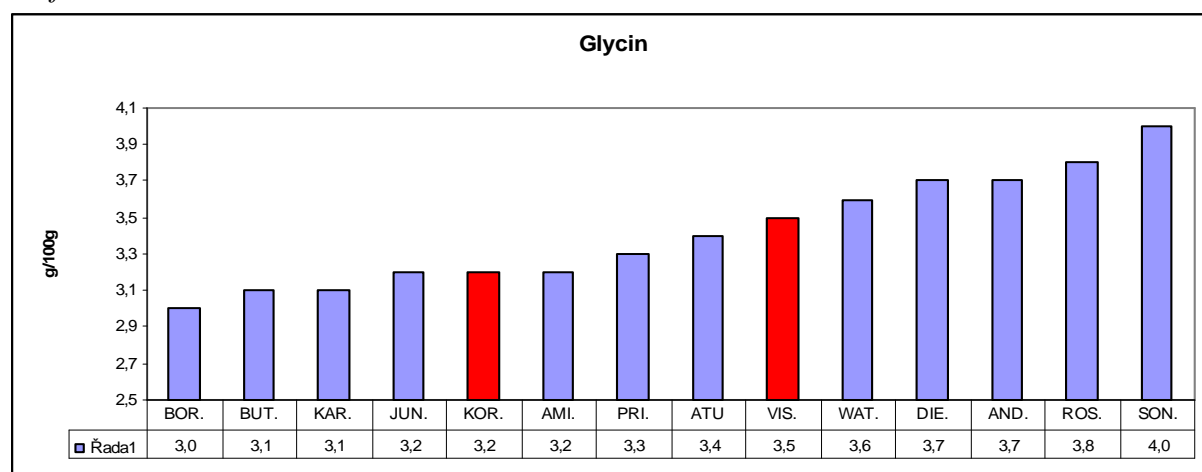
Prolin – u této aminokyseliny zaznamenány u jednotlivých odrůd lupin poměrně vyrovnané hladiny. Výjimku tvořila pouze odrůda Sonet, u které byla v proteinu zaznamenána poměrně vysoká hodnota prolinu 7,8 g/100g, jak dokumentuje graf 15. V porovnání se sojovými boby hladiny prolinu v hrubém proteinu lupinových semen jsou srovnatelné a pohybovaly se v rámci analyzovaných odrůd v rozmezí 1,9 – 7,8 g/100g.

Graf 15



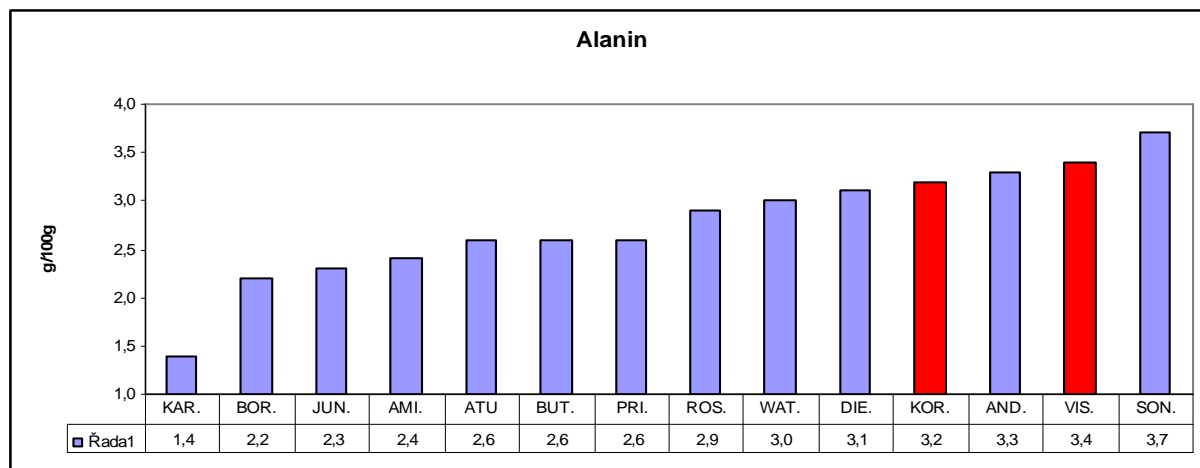
Glycin – jeho hodnoty v rámci jednotlivých odrůd semen lupin, jak dokumentuje graf 16, se pohybovaly v poměrně úzkém rozmezí hodnot 3,0 – 4,0 g/100g. V porovnání se sojovými boby hrubý protein lupinových semen nevykazoval u glycinu výrazné odrůdové rozdíly.

Graf 16



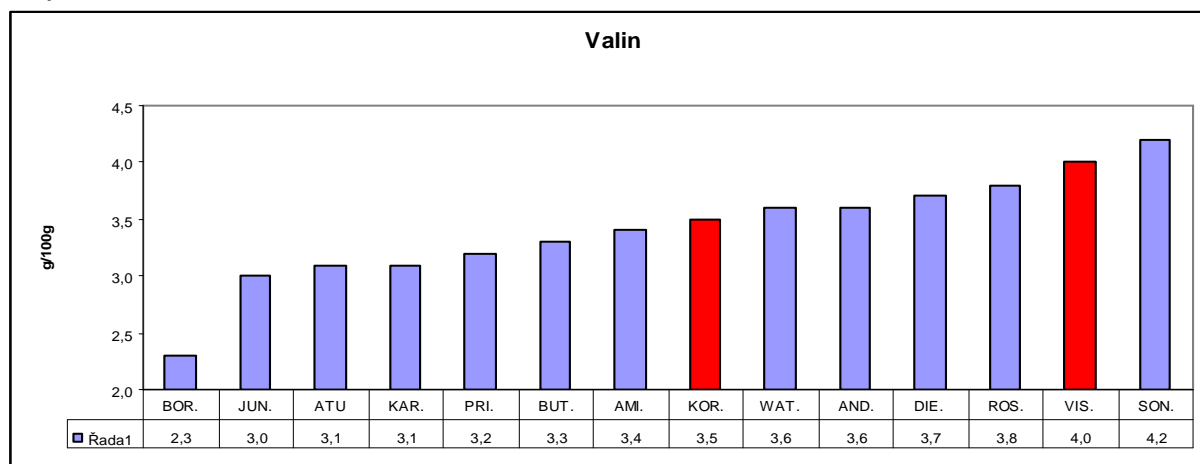
Alanin – jeho hladiny se u analyzovaných odrůd lupin pohybovaly v rozmezí 1,4 – 3,7 g/100g, jak dokumentuje graf 17. U většiny odrůd byly pozorovány nižší hladiny alaninu ve srovnání se sojovými boby. Nejnižší obsah alaninu byl prokázán u odrůdy Karo 1,4 g/100g, nejvyšší u odrůdy Sonet 3,7 g/100g. Rozdíly mezi jednotlivými odrůdami se pohybovaly řádově v hodnotách několika 0,1 g/100g.

Graf 17



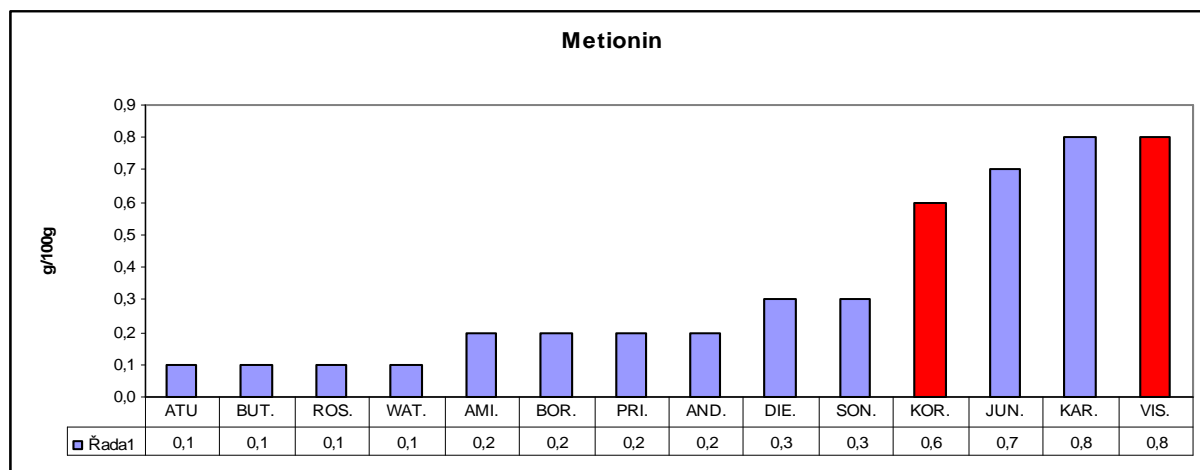
Valin – jeho hodnoty v hrubém proteinu lupinových semen se pohybovaly v rozmezí 2,3 – 4,2 g/100g, jak je uvedeno v grafu 18. Nejnižší hodnota valinu 2,3 g/100g byla stanovena u odrůdy Boruta, nejvyšší 4,2 g/100g u odrůdy Sonet. U většiny semen lupinových odrůd byl obsah valinu srovnatelný nebo nižší ve srovnání se sojovými boby. Vyšší hladina valinu byla pouze u odrůdy Sonet.

Graf 18



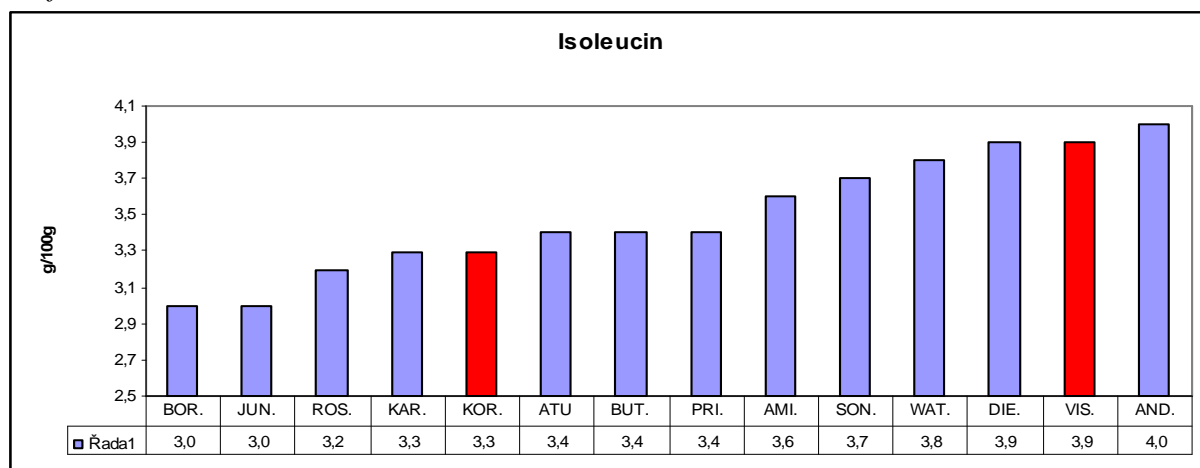
Metionin - jeho hladiny se v hrubém proteinu sledovaných odrůd lupin pohybovaly v rozmezí 0,1 – 0,8 g/100g. Z grafu 19 je zřejmé, že v proteinu lupinových semen je méně metioninu ve srovnání se sojovými boby. Z výsledků analýz lze předpokládat, což potvrzují i literární prameny, že diety postavené na lupinovém proteinu mohou být s velkou pravděpodobností deficitní na tuto aminokyselinu. Srovnatelný obsah metioninu se sojovými boby byl potvrzen pouze u odrůdy Juno a Karo.

Graf 19

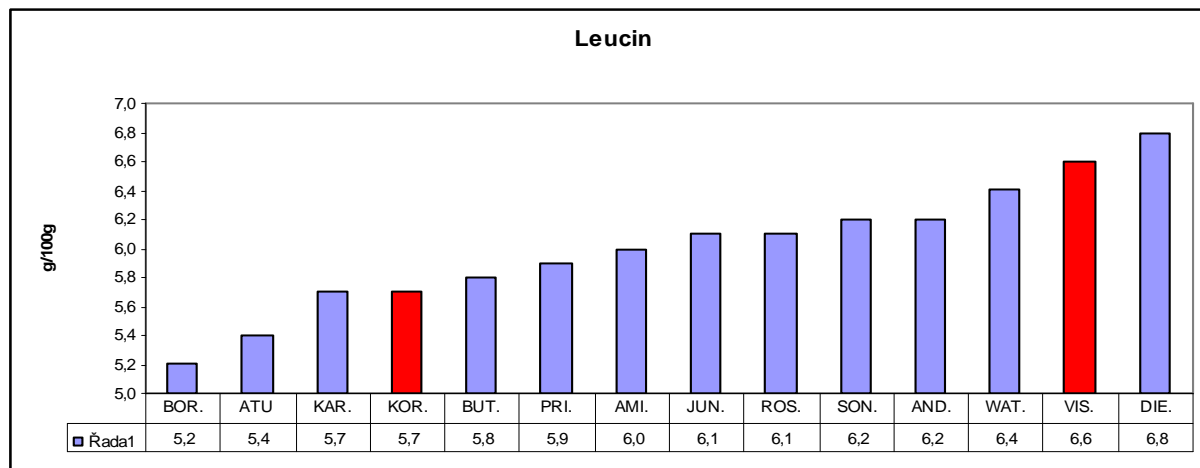


Isoleucin a leucin – rovněž u těchto aminokyselin se jejich hodnoty v lupinovém proteinu pohybovaly v mezích srovnatelných se sojovým proteinem, jak dokumentuje graf 20 a 21. U jednotlivých odrůd semen lupin se hodnoty isoleucinu (graf 20) v lupinovém proteinu pohybovaly v poměrně úzkém rozsahu hodnot 3,0 – 4,0 g/100g, leucinu (graf 21) 5,2 – 6,8 g/100g.

Graf 20

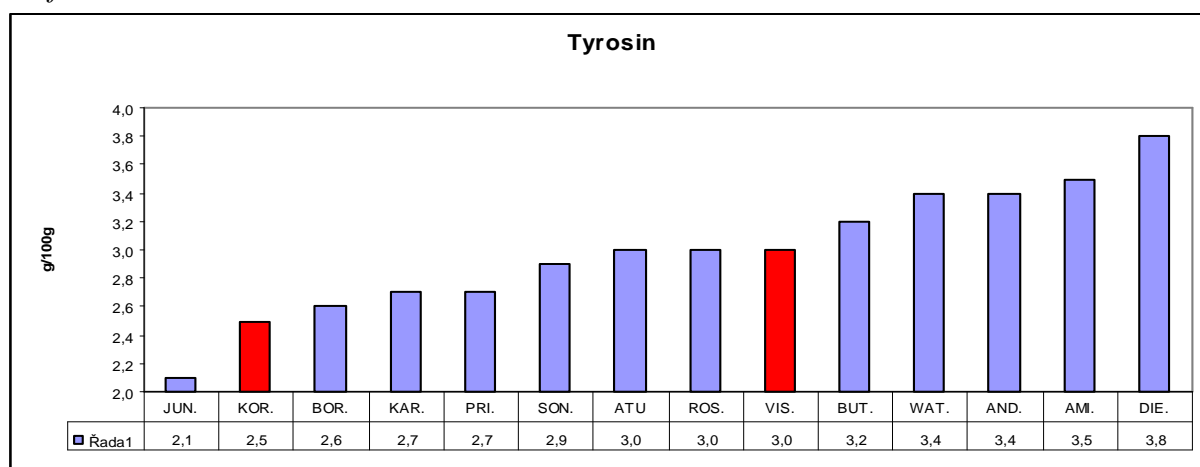


Graf 21

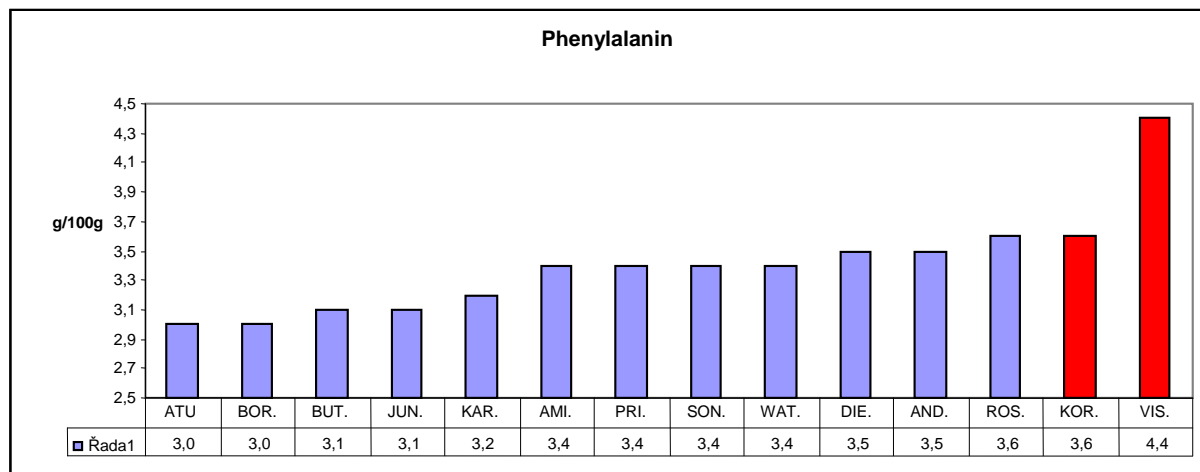


Tyrosin, phenylalanin, histidin – rovněž u těchto aminokyselin se jejich hodnoty v rámci sledované odrůdové skladby lupinových proteinů pohybují v poměrně úzkých mezích, a to u tyrosinu (graf 22) 2,1 – 3,8 g/100g, phenylalaninu (graf 23) 3,0 – 3,5 g/100g a histidinu (graf 23) 2,0 – 2,8 g/100g. Rovněž v porovnání se sojovým proteinem je obsah uvedených aminokyselin v lupinovém proteinu srovnatelný.

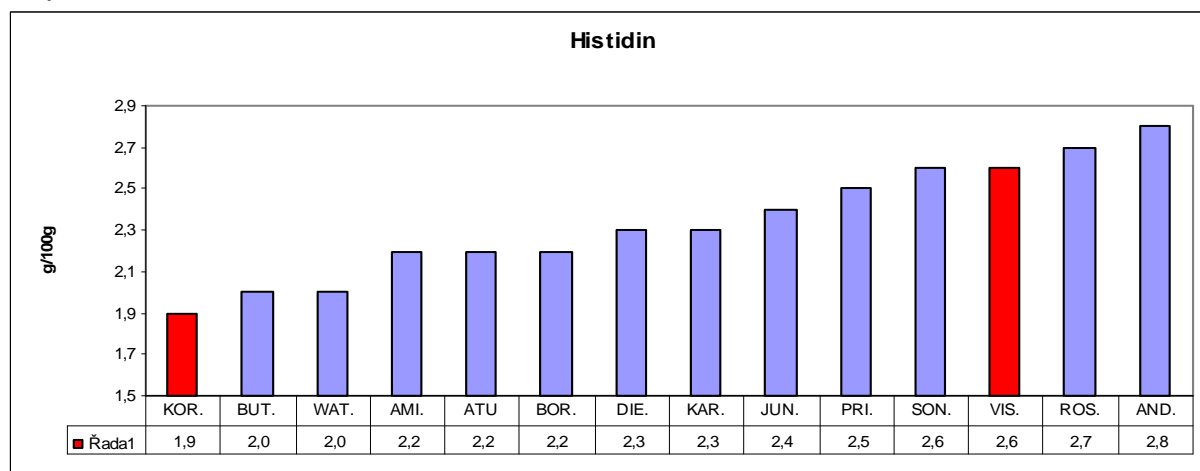
Graf 22



Graf 23

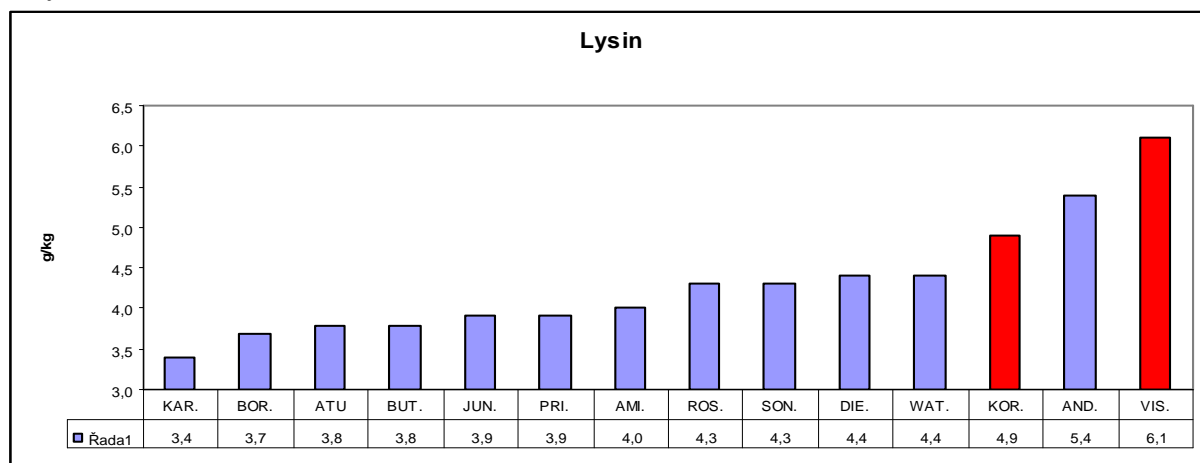


Graf 24



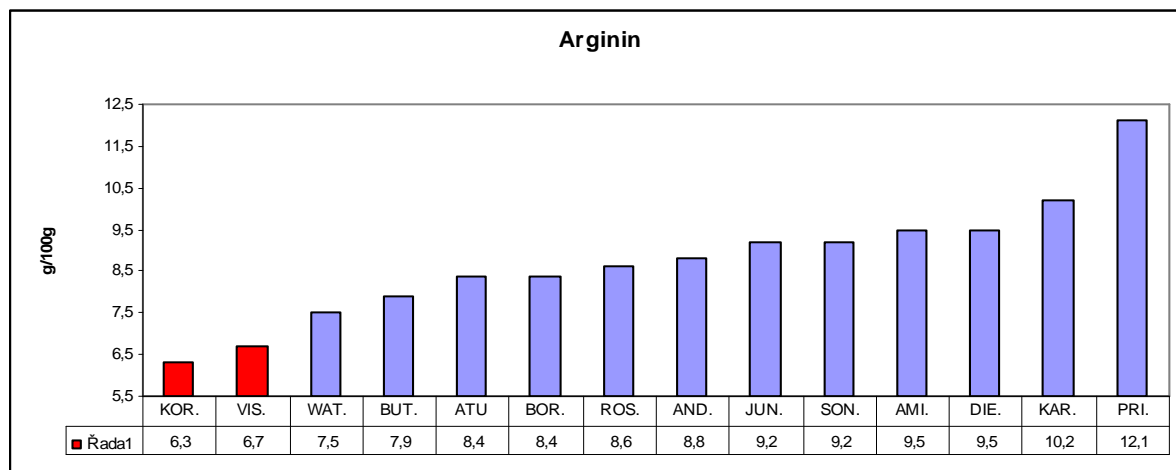
Lysin – jak dokumentuje graf 25, lupinový protein je charakteristický u většiny odrůd nižším zastoupením lysinu ve srovnání se sojovým proteinem. Jde o druhou aminokyselinu, která může být deficitní v dietách s vyšším obsahem lupinových semen.

Graf 25



Arginin – jak lze vidět z grafu 26, charakteristickým znakem proteinu lupinových semen je vysoké zastoupení této aminokyseliny. Z tohoto pohledu lze konstatovat, že lupinová semena mohou být významným zdrojem dietárního argininu.

Graf 26



Při porovnání obsahu jednotlivých aminokyselin v semenu lupin a v sojových bobech lze vyvodit závěr, že semena jednotlivých odrůd lupin jsou kvalitním proteinovým krmivem. Při jejich zvýšeném zastoupení v krmných směsích pro výživu hospodářských zvířat je potřebné optimalizovat obsah některých aminokyselin jako je threonin, metionin a lysin. Charakteristickým znakem pro lupinová semena ve srovnání se sojovými boby je vysoký obsah argininu. Z tohoto pohledu lze lupinová semena pokládat za významný zdroj argininu, který je často v krmivech a krmných směsích určených pro výživu hospodářských zvířat deficitní.

Z á v ě r

Z dosažených výsledků lze vyvodit následující závěry:

- **lupinová semena jsou významným zdrojem dusíkatých látek (proteinů) využitelných k výživě hospodářských zvířat**
- **existuje značná odrůdová rozdílnost v obsahu dusíkatých látek (proteinů), kterou je nutno zohlednit při sestavování krmných dávek nebo výrobě krmných směsí**
- **lupinový protein je zdrojem řady esenciálních aminokyselin a u některých odrůd je jeho kvalita srovnatelná s proteinem sojovým**
- **při sestavování krmných směsí s vyšším zastoupením lupinových semen je nutné při jejich optimalizaci věnovat pozornost především threoninu, metioninu a lysinu**
- **lupinový protein lze pokládat za významný zdroj argininu, který je často v krmivech a krmných směsích určených pro výživu hospodářských zvířat deficitní**
- **výrazného zvýšení nutriční hodnoty lupinových semen lze dosáhnout jejich odslupkováním**

3. Literatura

Annison, G., Hughes, RJ, Choct, M. Effects of enzyme supplementation on the nutritive value of dehulled lupins. *British Poultry Science*, 1996, vol. 37, no. 1, p. 157-172.

Antoniewicz, A., Dumańska, K., Ombach, A. Availability of phosphorus from field bean (*Vicia faba*) and lupin (*Lupinus albus*) seeds to broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 1992, vol. 1, no. 2, p. 127-137.

Arslan, C., Seker, E. Effects of processed white lupin seed (*Lupinus albus* L.) on growth performance of Japanese quail. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 2002, vol. 153, no. 10, p. 643-646.

Arslan, C. Seker, E. Effects of diets containing white lupin seeds on the performance of Japanese quails. *Indian Journal of Animal Sciences*, 2002, vol. 72, no. 10, p. 899-903.

Bednarczyk, M., Lisowski, M., Siwek, M., Uziębło, L., Stobiecki, M., Gulewicz, K. Estimation of influence of different groups of chemical compounds from *Lupinus angustifolius* seeds on development of chicken embryo. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences-Chemistry*, 1996, vol. 44, no. 2, p. 71-83.

Bekrić, B., Božović, I., Pavlovski, Z., Masić, B. Lupin, field pea, horse bean and soya-bean in combination with maize as feed for 21 to 52 days old broilers. *Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens*, 1990, no. 7, p. 103-106.

Bekrić, V., Božović, I., Pavlovski, Z., Masić, B. Crushed seeds of white lupin, peas, field beans and heat treated soyabean in combination with maize as feed for broiler chickens from 21 to 52 days old. *Peradarstvo*, 1988, vol. 23, no. 11-12, p. 81-84.

Bogdanov, AG. Increasing the effectiveness of utilizing lupin in feeding broiler chickens. *Zootekhniya*, 1988, no. 6, p. 38-39.

Boldaji, F., Pourislami, R. Effect of processing method and probiotic supplementation on metabolizable energy of white lupin in mature white Leghorn Roosters. *Agricultural Sciences and Technology*, 2004, vo. 18, no. 1, p. 177, p. 185.

Brenes, A., Slominski, BA, Marquardt, RR, Guenter, W., Viveros, A. Effect of enzyme addition on the digestibilities of cell wall polysaccharides and oligosaccharides from whole, dehulled, and ethanol-extracted white lupins in chickens. *Poultry Science*, 2003, vol. 82, no. 11, p. 1716-1725.

Brenes, A., Marquardt, RR, Guenter, W., Viveros, A. Effect of enzyme addition on the performance and gastrointestinal tract size of chicks fed lupin seed and their fractions. *Poultry Science*, 2002, vol. 81, no. 5, p. 670-678.

Carre, B., Derouet, L., Leclercq, B. The digestibility of cell-wall polysaccharides from wheat (bran or whole grain), soybean meal, and white lupin meal in cockerels, Muscovy ducks, and rats. *Poultry Science*, 1990, vo. 69, no. 4, p. 623-633.

Castanon, JIR, Perez-Lanzac, J. Substitution of fixed amounts of soybean meal for field beans (*Vicia faba*), sweet lupins (*Lupinus albus*), cull peas (*Pisum sativum*) and vetches (*Vicia sativa*) in diets for high performance laying Leghorn hens. *British Poultry Science*, 1990, vol. 31, no. 1, p. 173-180.

Cubillos, A., Mena, C., von Baer, D., Molina, I., Mardones, C. Incorporation of *Lupinus albus* seeds with different alkaloid concentrations in feed of laying hens. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 1996, vol. 28, no. 2, p. 51-60.

Eder, K., RothMaier DA, Kirchgessner, M. The effect of enzyme supplements and high amounts of white lupins on concentrations of lipids in serum and meat in fattening chickens. *Archives of Animal Nutrition-Archiv für Tierernahrung*, 1996, vol 49, no. 3, p. 221-228.

Egorov, IA, Chesnokova, NY, Takunov, IP. Feed value of lupin for broiler chickens and laying hens. *Kormoproizvodstvo*, 2001, no. 1, p. 28-30.

Farrell, DJ, Perez-Maldonado, RA, Mannion, PF. Optimum inclusion of field peas, faba beans, chick peas and sweet lupins in poultry diets. II. Broiler experiments. *British Poultry Science*, 1999, vol. 40, no. 5, p. 674-680.

Fernández-Figares, I., Lachica, M., Pérez, L., Nieto, R., Aguilera, JF, Prieto, C. The Effect of Dietary-Protein Quality on Free Amino-Acids in Plasma, Muscle and Liver of Growing Chickens. *Animal Production*, 1993, vol. 57, no. 2, p. 309-318.

Francesch, M., Perez-Vendrell, A., Esteve, E., Brufau, J. Use of white lupin (*Lupinus albus*) and blue lupin (*Lupinus angustifolius*) with intermediate or high alkaloid content in feeding broiler chickens. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales*, 1990, vol. 5, no. 3, p. 91-107.

Gdala, J. Composition, properties, and nutritive value of dietary fibre of legume seeds. A review. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 1998, vol. 7, no. 2, p. 131-149.

Gualtieri, M., Rapaccini, S. Possibilities and limitations of using white sweet lupin in the feeding of broiler chickens. *Rivista di Avicoltura*, 1990, vol. 59, no. 10, p. 53-57.

Hughes, RJ, Choct, M., Kocher, A., Van Barneveld, RJ. Effect of food enzymes on AME and composition of digesta from broiler chickens fed on diets containing non-starch polysaccharides isolated from lupin kernel. *British Poultry Science*, 2000, vol. 41, no. 3, p. 318-323.

Iji, PA, Saki, AA, Tivey, DR. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2001, vol. 81, no. 12, p. 1186-1192.

Kang, TH, Cha,YH, Moon, CS, Ahn, CN, Lee, SC. Studies on the chemical composition and digestible nutrients of Australian lupin seed. *Research Reports of the Rural Development Administration, Livestock*, 1989, vol. 31, no. 4, p. 29-35.

Karasiniski, D., Bednarczyk, M., Peretiatkowicz, M., Gulewicz, K. The influence of alkaloids in seeds of *Lupinus angustifolius* on the growth and some meat features of ducks. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Biological Sciences*, 1988, vol. 36, no. 10-12, p. 215-224.

Kashevarov, M. Lupins in ration for laying hens. *Ptitsevodstvo*, 1999, no. 6, p. 28-30.

Kirchgessner, M., Eder, K., RothMaier, DA. The effect of enzyme supplements and white lupins (*Lupinus albus* L) on concentrations of lipids in serum and eggs of layers. *Archiv für Geflügelkunde*, 1996, vol. 60, no. 3, p.109-113.

Kocher, A., Choct, M., Hughes, RJ, Broz, J. Effect of food enzymes on utilisation of lupin carbohydrates by broilers. *British Poultry Science*, 2000, vol. 41, no. 1, p. 75-82.

Koncicki, A., Krasnodebska-Depta, A., Mikulski, D., Faruga, A., Al-Saadi, MA. Effect of complete feed mixtures with increased proportion of local ingredients on some hematological and biochemical blood indices and on performance of young meat turkeys. II. Feed mixtures containing ground horse-bean, pea or lupin seeds and hulled oat and barley grain. *Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis, Veterinaria*, 1990, no. 19, p. 255-263.

Koreleski, J., Rys, R., Kubicz, M. Seeds of new domestic varieties of lupin, pea and soyabean in diets for table chickens and rats. *Roczniki Naukowe Zootechniki, Monografie i Rozprawy*, 1987, no. 25, p. 221-244.

Lettner, F., Zollitsch, W. Lupins in broiler feeds. *Forderungsdienst*, 1995, vol. 43, no. 9, p. 285-288.

Lopez, JC, Cubillos, V., Cubillos, A., Molina, I., Böhmwald, H. Enzymatic and anatomopathological study of laying hens feeding on *Lupinus albus* seeds (sweet and bitter) for 22 weeks. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 1997, vol. 29, no. 2, p. 269-278.

Marquardt, RR, Brenes, A., Zhang, ZQ, Boros, D. Use of enzymes to improve nutrient availability in poultry feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 1996, vol. 60, no. 3-4), p. 321-330.

Mieczkowska, A., Jansman, AJM, Kwakkel, RP, Smulikowska, S. Effect of dehulling and α -galactosidase supplement on the ileal digestibility of yellow lupin based diets in broiler chickens and adult roosters. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 2005, vol. 14, no. 2, p. 297-304.

Mieczkowska, A., Smulikowska, S. The influence of white lupin seeds in diets supplemented with fats of animal or plant origin on the fatty acid composition of broiler tissues. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 2005, vol. 14, no. 1, p. 93-107.

Mieczkowska, A., Smulikowska, S., Nguyen, CV. Effect of enzyme supplementation of white lupin (*Lupinus albus* var. *Butan*)-containing diets on performance, nutrient digestibility, viscosity, pH, and passage rate of digesta in broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 2004, vol. 13, no. 3, p. 475-486.

Mihok, S. White lupine (*Lupinus albus* L.) in feed rations for meat ducks. *Allattenyesztes es Takarmanyozas*: 1997, vol. 46, no. 4, p. 361-374.

- Olkowski, AA, Olkowski, BI, Amarowicz, R., Classen, HL.** Adverse effects of dietary lupine in broiler chickens. *Poultry Science*, 2001, vol. 80, no. 5, p. 621-625.
- Olver, MD, Jonker, A.** Effect of sweet, bitter and soaked micronised bitter lupins on broiler performance. *British Poultry Science*, 1997, vol. 38, no. 2, p. 203-208.
- Olver, MD, Jonker, A.** Effects of sweet, bitter and soaked micronised bitter lupins on duckling performance. *British Poultry Science*, 1998, vol. 39, no. 5, p. 622-626.
- Olver, MD.** Effect of sweet lupins on duckling growth. *British Poultry Science*, 1997, vol. 38, no. 1, p. 115-117.
- Pérez-Alba, LM, Díaz-Arca, JF, Cejas-Molina, MA, Pérez-Hernández, M.** Comparison of soyabean meal and lupin seed meal as protein supplements to growing and finishing diets for broiler chickens. *Archivos de Zootecnia*, 1990, vol. 39, no. 145, p. 271-283.
- Pérez-Alba, LM, Díaz-Arca, LF, Cejas-Molina, MA, Pérez-Hernández, M.** Improving protein quality of maize-lupin diets with synthetic amino acids. *Archivos de Zootecnia*, 1990, vol. 39, no. 143, p. 85-93.
- Perez-Maldonado, RA, Mannion, PF, Farrell, DJ.** Optimum inclusion of field peas, faba beans, chick peas and sweet lupins in poultry diets. I. Chemical composition and layer experiments. *British Poultry Science*, 1999, vol. 40, no. 5, p. 667-673.
- Petterson, DS.** The use of lupins in feeding systems - Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2000, vol. 13, no. 6, p. 861-882.
- Prinsloo, JJ, Smith, GA, Rode, W.** Sweet white *Lupinus albus* (Cv Buttercup) as a feedstuff for layers. *British Poultry Science*, 1992, vol. 33, no. 3, p. 525-530.
- Ravindran, V., Tabe, LM, Molvig, L., Higgins, TJV, Bryden, WL.** Nutritional evaluation of transgenic high-methionine lupins (*Lupinus angustifolius* L) with broiler chickens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2002, vol. 82, no. 3, p. 280-285.
- RothMaier, DA, Kirchgessner, M.** High proportions of white lupins (*Lupinus albus* L.) and enzyme supplements for fattening chickens. *Archiv für Geflügelkunde*, 1994, vol. 58, no. 6, p. 245-248.
- RothMaier, DA, Paulicks, BR.** Feeding and nutritional value of sweet blue and yellow lupin seed (*Lupinus angustifolius* L., *Lupinus luteus* L.) for broiler chicks. *Archiv für Geflügelkunde*, 2003, vol. 67, no. 4, p. 175-178.
- RothMaier, DA, Kirchgessner, M.** Composition and nutritive-value of various white and yellow lupin varieties (*Lupinus albus* L. and *Lupinus luteus* L.) for pigs and poultry. *Agribiological Research-Zeitschrift für Agrarbiologie Agrikulturchemie Ökologie*, 1993, vol. 46, no. 3, p. 218-228.
- RothMaier, DA, Kirchgessner, M.** White lupins (*Lupinus albus*, L) as a replacement for soybean meal in diets for fattening chickens. *Archiv für Geflügelkunde*, 1994, vol. 58, no. 3, p. 111-114.

RothMaier, DA, Kirchgessner, M. Feeding of high proportions of freshly harvested or stored white lupins (*Lupinus albus* L) and enzyme supplements to fattening chickens. *Archiv für Geflügelkunde*, 1995, vol. 59, no. 1, p. 108-111.

RothMaier, DA, Kirchgessner, M. White lupins (*Lupinus albus* L) and enzyme supplements for layers. *Archiv für Geflügelkunde*, 1995, vol. 59, no. 3, p. 186-189.

Rubio, LA, Brenes, A., Centeno, C. Effects of feeding growing broiler chickens with practical diets containing sweet lupin (*Lupinus angustifolius*) seed meal. *British Poultry Science*, 2003, vol. 44, no. 3, p. 391-397.

Rubio, LA, Brenes, A., Setién, I., de la Asunción, G., Durán, N., Cutuli, MT. Lactobacilli counts in crop, ileum and caecum of growing broiler chickens fed on practical diets containing whole or dehulled sweet lupin (*Lupinus angustifolius*) seed meal. *British Poultry Science*, 1998, vol. 39, no. 3, p. 354-359.

Rutkowski, D., Gawecki, K. Combining lupin/field pea or Jantar rapeseed oilmeal to replace soyabean meal in broiler diets with wheat, triticale or wheat plus 15% rye. *Biuletyn Informacyjny Przemysłu Paszowego*, 1990, vol. 29, no. 3, p. 59-73.

Schams-Schargh, M., Zollitsch, W., Knaus, W., Lettner, F. Der Einsatz von Lupinen in der Hühnerfütterung. *Bodenkultur*, 1994, vol. 45, no. 2, p. 163-175.

Sitko, VA, Čermák, B. Influence of lupin seed on performance and meat quality of broilers. Sborník Zemědělské Fakulty Jihočeské Univerzity, České Budějovice: *Zootechnická řada*, 1998, vo. 15, no. 1, p. 3-9.

Smulikowska, S, Wasilewko, J., Mieczkowska, A. A note on the chemical composition of the cotyledons and seed coat of three species of sweet lupin. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 1995, vol. 4, no. 1, p. 69-76.

Steenfeldt, S., González, E., Bach Knudsen, KE. Effects of inclusion with blue lupins (*Lupinus angustifolius*) in broiler diets and enzyme supplementation on production performance, digestibility and dietary AME content. *Animal Feed Science and Technology*, 2003, vol. 110, no. 1-4, p. 185-200.

Szczerbińska, D., Tarasewicz, Z., Danczak, A., Ligocki, M. The response of growing quails to diets containing oligosaccharides isolated from seeds of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius*). *Journal of Animal and Feed Sciences*, 2000, vol. 9, no. 3, p. 505-512.

Tarasewicz, Z., Uziębło, L., Szczerbińska, D., Romaniszyn, K., Ligocki, M. Estimation of the effects of lupin seed extracts and their fractions on fattening outcome in broiler chickens and on laying performance in hens. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie, Zootechnika*, 1995, 32, p. 117-121.

Teixeira, AS.dos R. Replacement of soyabeans by lupins (*Lupinus luteus*) in the feeding of broiler fowls. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 1995, vo. 90, no. 513, p. 20-28.

Uziębło, L., Gulewicz, K., Tarasewicz, Z., Bednarczyk, M., Szczerbińska, D., Ligocki, M. Effect of lupin alkaloid fraction level on performance and blood parameters in chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 1996, vol. 5, no. 3, p. 261-271.

Vetesi, M., Dublec, K., Sandor, G., Farago, J., Erdelyi, M. Nutritive value of sweet white lupin seeds and its effects on the egg production of hens. *Allattenyesztes es Takarmanyozas*, 2004, vol. 53, no. 3, p. 279-290.