



Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav chovu a šlechtění zvířat

Stravitelnost aminokyselin u kuřat chovaných na maso

Doktorská disertační práce

Brno 2014

Vedoucí práce:

doc. Ing. Martina Lichovnicková, Ph.D.

Vypracoval:

Ing. Marian Foltyn

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: *Stravitelnost aminokyselin u kuřat chovaných na maso* vypracoval samostatně, a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Mé poděkování patří především paní doc. Ing. Martině Lichovnickové, Ph.D. za její trpělivost, ochotu, pomoc, odborné vedení a cenné rady nejen při řešení tohoto výzkumu a disertační práce.

Dále děkuji všem svým kolegům z oddělení Chovu drůbeže, kteří se jakýmkoliv způsobem podíleli na realizaci výzkumného úkolu.

Výsledky výzkumu uvedené v disertační práci jsou součástí řešení projektů IGA MENDELU IP 5/2012, IGA MENDELU TP 1/2012, IGA MENDELU TP 2/2013, Voutcheru JIC č. 253/9503/OS2100911 a Voutcheru Trnava regional chamber, slovenská komora obchodu a průmyslu č. 235/9510/SV2110051.

ABSTRAKT

Foltyn, M. (2013): Stravitelnost aminokyselin u kuřat chovaných na maso. Disertační práce, Brno, MENDELU, 126 s.

Cílem práce bylo zjistit vliv náhrady sojového extrahovaného šrotu (SEŠ) v krmných směsích (KS) BR2 pro brojlerů ostatními dusíkatými krmivými rostlinného původu. V rámci řešení disertační práce bylo provedeno pět pokusů.

Pokus I: V tomto pokuse byl zkoumán vliv vzrůstající hladiny (0, 4, 8 a 12 % v KS) surových plnotučných sojových bobů (SPSB) jako náhrada SEŠ a sojového oleje na růst, konverzi krmiva, dále na stravitelnost aminokyselin v KS, morfologii ilea, velikost pankreatu a aktivitu trypsinu a celkových proteáz. Až hladina 12 % měla statisticky průkazný negativní vliv ($P < 0,05$) na růst a konverzi krmiva. Ileální stravitelnost aminokyselin byla negativně ($P < 0,05$) ovlivněna zkrmováním SPSB v hladině 8 % z KS, ale u hladiny 12 % nebyl ($P > 0,05$) zjištěn statisticky průkazný vliv. Se vzrůstající hladinou SPSB se zvyšovala délka střevních klků i hloubka krypt a byla pozitivně ovlivněna velikost pankreatu i aktivita trypsinu ($P < 0,05$).

Pokus II: V tomto pokuse byl zkoumán vliv vzrůstající hladiny (0, 4, 8, 12 a 16 % v KS) extrudovaných plnotučných sojových bobů (EPSB) jako náhrada SEŠ a sojového oleje na růst, konverzi krmiva, dále na stravitelnost aminokyselin v KS, morfologii ilea, velikost pankreatu a aktivitu trypsinu a celkových proteáz. Zkrmování EPSB mělo statisticky průkazně negativní vliv ($P < 0,05$) na růst i konverzi krmiva až při hladině 16 % extrudovaných sojových bobů v KS BR2. Stravitelnost aminokyselin, kromě Lys a Met, byla negativně ($P < 0,05$) ovlivněna zkrmováním EPSB od hladiny 8 % v KS. Délka střevních klků i hloubka krypt byla negativně ovlivněna ($P < 0,05$) zkrmováním EPSB již od hladiny 4 % a aktivita trypsinu i celkových proteáz a hmotnost slinivky břišní se zvyšovala s rostoucí hladinou EPSB.

Pokus III: Ve dvou dílčích pokusech byl sledován vliv vzrůstající (0, 8, 12 a 18 % v KS a 0 a 20 % v KS) hladiny kukuřičných DDGS jako náhrada SEŠ v krmných směsích BR2 na růst a konverzi krmiva. Ve třetí dílčí části byla stanovována stravitelnost aminokyselin kukuřičných DDGS diferenční a regresní metodou. Zařazení kukuřičných DDGS do hladiny 18 % nemělo ($P > 0,05$) negativní vliv na růst kuřat a konverzi krmiva. Největší rozdíl ve stanovení zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin různými metodami byl zjištěn u aminokyselin Lys a Met (0,30 vs. 0,79 a 0,50 vs. 0,91).

Pokus IV: V tomto pokuse byla stanovována zdánlivá ileální stravitelnost aminokyselin a NL vybraných dusíkatých krmiv a aktivita trávicích enzymů. Nejvyšší koeficienty stravitelnosti byly zjištěny u SEŠ a naopak nejnižší u SPSB. Koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin EPSB byly přibližně stejné jako u SEŠ. Stravitelnost aminokyselin DDGS byla podobná jako u řepkového extrahovaného šrotu (ŘEŠ), s výjimkou stravitelnosti Lys, která byla nejnižší ze všech zkoumaných krmiv. Nejvyšší aktivita trypsinu v jejunu byla zjištěna u SEŠ (572,8 U/ml) a v ileu u ŘEŠ (439,3 U/ml). S výjimkou SPSB byla aktivita trypsinu nižší v ileu než v jejunu.

Pokus V: V tomto pokuse byl zkoumán vliv vzrůstající hladiny (0, 8, 12 a 15 % v KS) řepkového semene (ŘS) jako náhrada SEŠ a sojového oleje na růst kuřat a konverzi krmiva. Zařazení plnotučného řepkového semene do krmných směsí BR2 až do hladiny 12 % nemělo statisticky průkazný ($P > 0,05$) vliv na růst kuřat.

Na základě našich sledování lze shrnout, že zařazení SPSB do hladiny 8 %, EPSB do hladiny 12 %, DDGS do hladiny 18 % a ŘS do hladiny 12 %, neovlivnilo statisticky negativně ($P > 0,05$) užitkovost vykrmovaných brojlerů. Zkrmování SPSB a EPSB mělo vliv ($P < 0,05$) na morfologii ilea a aktivitu trávicích enzymů. Na základě koeficientu stravitelnosti bylo nejvhodnější dusíkaté krmivo pro brojlery SEŠ, které bylo srovnatelné s EPSB.

Klíčová slova: růst, konverze, zdánlivá ileální stravitelnost, morfologie střeva, aktivita trávicích enzymů

ABSTRACT

Foltyn, M. (2013): Amino acids digestibility in broiler chickens. Dissertation thesis, Brno, MENDELU, 126 p.

The aim of the work was to determine the effect of substitution of soybean meal (SBM) in the grower diets for broilers with other protein feeds of plant origin. Five experiments were conducted within the dissertation.

Experiment I: In this experiment an effect of increasing level (0, 4, 8 and 12 % in feed mixture) of raw full fat soybeans (RFFSB) was studied as a substitute for SBM and soybean oil on growth and feed conversion, also on digestibility of amino acids in the diets, ileus morphology, pancreas size and activity of trypsin and proteases in total. Only the 12 % level had statistically significant negative effect ($P < 0.05$) on growth and feed conversion. Ileal digestibility of amino acids was negatively ($P < 0.05$) influenced by feeding RFFSB in 8 % of the diets, but 12 % level showed no statistically significant difference ($P < 0.05$). In parallel to increasing level of RFFSB, the length of intestinal villi and depth of crypts grew and the size of pancreas and trypsin activity were positively influenced ($P < 0.05$).

Experiment II: This experiment studied an effect of increasing levels (0, 4, 8, 12 and 16 % in FM) of extruded full-fat soybeans (EFFSB) as a substitute of SBM and soybean oil on growth, feed conversion, digestibility of amino acids in the diets, ileus morphology, pancreas size and activity of trypsin and proteases in total. Feeding EFFSB had statistically significant negative effect ($P < 0.05$) on growth and feed conversion only in the level of 16 % of EFFSB in the grower diets. Amino acids digestibility, except for Lys and Met, was negatively ($P < 0.05$) affected by feeding FESB from the level of 8 % in FM. The length of intestinal villi and the depth of crypts was negatively influenced ($P < 0.05$) already from the 4 % level and activity of trypsin and total proteases and the weight of pancreas increased with growing level of FESB.

Experiment III: In two partial experiments, an influence of increasing (0, 8, 12 and 18 % in the diets and 0 and 20 % in the diets) level of corn DDGS was studied as a substitute of SBM on growth and feed conversion. Third part analysed digestibility of amino acids in corn DDGS by differential and regression method. Inclusion of corn DDGS up to the level of 18 % had not ($P > 0.05$) a negative effect on growth of chickens or feed conversion. The greatest difference in analysis of apparent ileal digestibility of amino acids was found for Lys and Met (0.30 vs. 0.79 and 0.50 vs. 0.91).

Experiment IV: This experiment determined apparent ileal digestibility of amino acids and crude protein for selected proteinous feeds and activity of digestive enzymes. The highest digestibility coefficients were found for SBM and on the contrary, the lowest for RFFSB. Coefficients of apparent ileal digestibility of amino acids for EFFSB were approximately the same as for SBM. Digestibility of amino acids for DDGS was similar to that for rapeseed meal (RSM) except for the amino acid Lys, which was the lowest of all analysed feeds. The highest activity of trypsin in jejunum was found for SBM (572.8 U/ml) and in ileum for RSM (439.3 U/ml). With the exception of RFFSB, the trypsin activity was lower in ileum than in jejunum.

Experiment V: This experiment analysed an effect of increasing level (0, 8, 12 and 15 % in FM) of rapeseed (RS) as a substitute for SBM and vegetable oil on growth of chickens and feed conversion. Inclusion of full fat rapeseed to grower diets for broiler chickens up to the 12 % level had no statistically significant ($P>0.05$) effect on the growth of chickens.

Based on our observation it can be concluded, that inclusion of RFFSB up to 8 % level, EFFSB up to 12 % level, DDGS up to 18 % level and RS up to 12 % level did not statistically significantly ($P>0.05$) negatively affect the yields in fed broilers. Feeding RFFSB and EFFSB influenced ($P>0.05$) the ileus morphology and activity of digestive enzymes. On the basis of digestibility coefficients, the most appropriate proteinous feed for broilers was SBM, which was comparable to EFFSB.

Key words: growth, conversion, apparent ileal digestibility, intestine morphology, activity of digestive enzymes

OBSAH

| | | |
|------|--|----|
| 1 | ÚVOD..... | 10 |
| 2 | LITERÁRNÍ PŘEHLED | 12 |
| 2.1 | Dusíkaté látky krmiv | 12 |
| 2.2 | Potřeba dusíkatých látek ve výživě kuřat..... | 12 |
| 2.3 | Vysoká hladina dusíkatých látek v krmivu | 14 |
| 2.4 | Nízká hladina dusíkatých látek v krmivu..... | 14 |
| 2.5 | Kvalita dusíkatých látek a její hodnocení | 15 |
| 2.6 | Poměr aminokyselin v krmivu | 17 |
| 2.7 | Metody stanovení potřeby aminokyselin | 18 |
| 2.8 | Trávení dusíkatých látek u drůbeže..... | 21 |
| 2.9 | Morfologie tenkého střeva | 24 |
| 2.10 | Stravitelnost a využitelnost aminokyselin..... | 27 |
| 2.11 | Dusíkatá krmiva a jejich využití ve výkrmu kuřat | 33 |
| 2.12 | Anitnutriční látky v dusíkatých krmivech..... | 38 |
| 3 | CÍL PRÁCE..... | 45 |
| 4 | MATERIÁL A METODIKA | 46 |
| 4.1 | Pokus I – Vliv náhrady sojového extrahovaného šrotu a sojového oleje surovými plnotučnými sojovými boby..... | 46 |
| 4.2 | Pokus II - Vliv náhrady sojového extrahovaného šrotu a sojového oleje extrudovanými plnotučnými sojovými boby | 51 |
| 4.3 | Pokus III – Vliv zkrmování kukuřičných výpalků..... | 54 |
| 4.4 | Pokus IV - Stravitelnost aminokyselin vybraných proteinových krmiv a aktivita trávicích enzymů | 59 |
| 4.5 | Pokus IV - Vliv zkrmování řepkového semene na růst kuřat | 60 |
| 5 | VÝSLEDKY..... | 62 |
| 5.1 | Pokus I - Zkrmování surových plnotučných sojových bobů brojlerům | 62 |
| 5.2 | Pokus II - Zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů brojlerům | 66 |
| 5.3 | Pokus III - Zkrmování kukuřičných výpalků brojlerům | 73 |
| 5.4 | Pokus IV - Stravitelnost aminokyselin vybraných proteinových krmiv a aktivita trávicích enzymů | 79 |
| 5.5 | Pokus V - Vliv zkrmování řepkového semene na růst kuřat..... | 81 |
| 6 | DISKUZE | 84 |
| 6.1 | Pokus I - Zkrmování surových plnotučných sojových bobů brojlerům | 84 |
| 6.2 | Pokus II - Zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů brojlerům | 86 |
| 6.3 | Pokus III - Zkrmování kukuřičných výpalků brojlerům (<i>Pokus III A a III B</i>) | 90 |
| 6.4 | Pokus IV - Stravitelnost aminokyselin vybraných proteinových krmiv a aktivita trypsinu v tenkém střevě kuřat | 92 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 6.5 | Pokus V - Vliv zkrmování řepkového semene na růst kuřat..... | 94 |
| 7 | ZÁVĚR..... | 95 |
| 8 | POUŽITÁ LITERATURA..... | 97 |
| 9 | SEZNAM ZKRATEK..... | 122 |
| 10 | SEZNAM TABULEK..... | 123 |
| 11 | SEZNAM GRAFŮ..... | 125 |
| 12 | SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 126 |

1 ÚVOD

Nařízení (ES) č. 1774/2002 (které v ČR platí od 1. května 2004) omezuje použití zpracovaných živočišných bílkovin (ZŽB) tak, že nesmí být zkrmovány stejnému druhu zvířat. Nařízení (ES) č. 1069/2009 s účinností od 4. března 2011, které ruší a nahrazuje nařízení (ES) č. 1774/2002 v celém rozsahu, nově formuluje zákaz použití ZŽB tak, že se vztahuje na všechna suchozemská zvířata, výjma kožesinových. Zvířatům nesmí být zkrmovány ZŽB, které jsou získány z těl zvířat stejného druhu, nebo jejich částí. Z toho vyplývá možnost zkrmování například ZŽB z drůbeže prasatům a ZŽB z prasat drůbeži. Omezení či zákaz zkrmování ZŽB zásadně doplňuje a podrobněji upravuje další nařízení (ES) č. 999/2001, ve kterém je stanoven zákaz zkrmování živočišných bílkovin nejenom přežvýkavcům, ale je rozšířen i na jiné druhy zvířat než přežvýkavce. Použití ZŽB pro zvířata určená pro produkci živočišných surovin určených k výživě lidí, tj. pro potravinová zvířata, je zakázáno. V případě prasat, drůbeže, ryb a mladých, dosud neodstavených přežvýkavců je možné zkrmovat rybí moučku. Souběžná platnost nařízení (ES) č. 1069/2009 a (ES) č. 999/2001 tedy i v budoucnu nadále vylučují možnost použití ZŽB pro potravinová zvířata.

Stejně jako u dalších druhů a kategorií jatečných zvířat, jsou i při výkrmu kuřat nejvyššími položkami náklady na krmiva (70 až 75 %) a bílkovinné komponenty tvoří z cenového hlediska významnou část konečné ceny krmné směsi. Díky výše zmíněnému nařízení je potřeba stále hledat nové alternativy k ZŽB, které mají vynikající aminokyselinový profil pro suplementaci dusíkatých látek v krmných směsích pro hospodářská zvířata, zvláště pro monogastry. Kromě toho by mohl být kladen důraz hlavně na tuzemská proteinová krmiva, která by úplně nebo alespoň částečně, nahradila především sojové extrahované šroty, které jsou do ČR dováženy, a jen malá část je tuzemské produkce. Nevýhoda této dovozové komponenty krmných směsí spočívá v tom, že je poměrně drahá a o její ceně často nerozhodují náklady na její produkci, ale cena je řízena nabídkou a poptávkou.

Z proteinových krmiv rostlinného původu, o kterých může být v současné době uvažováno jako o komponentech do krmných směsí pro drůbež, jsou sojové boby, řepkové semeno a produkty jeho zpracování, výpalky z výroby bioethanolu a dále například lupina či hrách, případně proteinové koncentráty (bramborový, kukuřičný apod.) z domácí produkce. Nevýhodou těchto krmných komponent je, že mají horší

aminokyselinové složení než SEŠ a obsahují řadu antinutričních faktorů, které omezují jejich použití v krmných směsích pro monogastry.

Poptávka po levných a dostupných potravinách se prolíná do hledání nových surovin a technologií pro zajištění dusíkatých látek ve výživě hospodářských zvířat. Vše je nutno dát do souladu s požadavky zvířat, tlakem na ochranu životního prostředí a s ohledem na výrobu potravin živočišného původu.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Dusíkaté látky krmiv

Pro výživářské účely jsou dusíkaté látky (NL) definovány jako dusík stanovený metodou podle Kjeldahla vynásobený koeficientem 6,25. Koeficient vychází z toho, že bílkoviny běžných krmiv obsahují v průměru 16 % dusíku (Zelenka et al., 2007). Tento přepočít je však zavádějící, protože laboratorními metodami stanovíme nejen N pocházející z bílkovin, ale také N nebílkovinného původu a NH_3 . Stanovení obsahu NL po přepočtu $\text{N} \times 6,25$ nadhodnocuje skutečný obsah bílkovin v krmivu, a proto by přepočtové koeficienty pro jednotlivé složky krmiv měly být upraveny. Sriperm et al. (2011) navrhuje přepočtový koeficient pro kukuřici 5,68; pro SEŠ 5,64; pro kukuřičné výpalky 5,45 a pro masokostní moučku 5,37. Salo-väänänen et al. (1996) uvádí přepočtový koeficient pro obiloviny a pekařské výrobky 5,40.

2.2 Potřeba dusíkatých látek ve výživě kuřat

Nejdůležitějšími faktory, které ovlivňují náklady na krmivo a užítkovost rychle rostoucích kuřat, jsou NL a energie. Požadavky na živiny jsou často definovány jako minimální koncentrace dané živiny v krmivu pro maximální produkci (Sterling et al., 2005). Zvyšování znalostí o potřebách NL a energie má značný ekonomický význam (Wijtten et al., 2004). Hmotnost kuřete se od vylíhnutí za dobu 6 týdnů zvýší asi 50 až 55 krát. Z toho velkou část přírůstku tvoří svalovina obsahující bílkoviny (NRC, 1994), proto kuřata potřebují NL v množství, které zabezpečí dostatek jak esenciálních, tak poloesenciálních a neesenciálních aminokyselin, nebo látek potřebných pro jejich tvorbu (Zelenka, 2006).

Potřeba NL je vlastně potřebou aminokyselin krmiva (NRC, 1994). Aminokyseliny jsou vázány v bílkovině krmiva, v peptidech nebo se z menší části vyskytují v krmivu ve volné formě (Salo-väänänen et al., 1996). Aminokyseliny jako bílkoviny jsou primárně složky měkkých tkání, například svalů a orgánů, ale také strukturních a ochranných tkání organismu, jako je kůže, peří, organická část kostní tkáně a vazů. Dále aminokyseliny a malé peptidy vstřebané z trávicího traktu plní řadu metabolických funkcí a jsou součástí mnoha nebílkovinných tělních složek (NRC, 1994).

V závislosti na genetice existují rozdíly v účinnosti trávení, vstřebávání živin a také metabolismu vstřebaných živin, a tak i potřeba NL se liší mezi druhy, plemeny,

ale i liniemi drůbeže (NRC, 1994). Potřeba NL závisí kromě genotypu také na věku, pohlaví, fázi růstu a efektivnosti využití z krmiva (Liebert a Benkendorff, 2007; Liebert, 2007). Organismus kuřete přednostně využívá aminokyseliny pro záchovu, následně k tvorbě peří, dále pro přírůstek, následuje rozvoj prsní svaloviny. Přebytek aminokyselin je využit jako zdroj energie a pro tvorbu tuku (Zelenka, 2007). V tabulce č. 1 jsou uvedeny normy potřeby živin pro jednotlivé fáze výkrmu brojlerů, dle různých doporučení.

Tabulka č. 1: Doporučený % obsah NL a aminokyselin v KS podle různých doporučení (%)

| Cobb 500 | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|------|
| Období výkrmu (dny) | 0-10 | | 11-22 | | 23-42 | | 43+ | | |
| | celk. | strav. | celk. | strav. | celk. | strav. | celk. | strav. | |
| NL | % | 21-22 | 19-20 | | 18-19 | | 17-18 | | |
| Lysin | % | 1,32 | 1,18 | 1,19 | 1,05 | 1,05 | 0,95 | 1,00 | 0,90 |
| Methionin | % | 0,50 | 0,45 | 0,48 | 0,42 | 0,43 | 0,39 | 0,41 | 0,37 |
| Methionin + Cystin | % | 0,98 | 0,88 | 0,89 | 0,80 | 0,82 | 0,74 | 0,78 | 0,70 |
| Tryptofan | % | 0,20 | 0,19 | 0,19 | 0,17 | 0,19 | 0,17 | 0,18 | 0,16 |
| Threonin | % | 0,86 | 0,78 | 0,78 | 0,69 | 0,71 | 0,65 | 0,68 | 0,61 |
| Arginin | % | 1,38 | 1,25 | 1,25 | 1,10 | 1,13 | 1,03 | 1,08 | 0,97 |
| Valin | % | 1,00 | 0,89 | 0,91 | 0,81 | 0,81 | 0,73 | 0,77 | 0,69 |
| ROSS 308 | | | | | | | | | |
| Období výkrmu (dny) | 0-10 | | 11-24 | | 25-42 | | 43+ | | |
| | celk. | strav. | celk. | strav. | celk. | strav. | celk. | strav. | |
| NL | % | 22-25 | 21-23 | | 19-22 | | 17-21 | | |
| Lysin | % | 1,43 | 1,24 | 1,24 | 1,10 | 1,06 | 0,94 | 1,00 | 0,89 |
| Methionin | % | 0,51 | 0,47 | 0,45 | 0,42 | 0,40 | 0,37 | 0,38 | 0,35 |
| Methionin + Cystin | % | 1,07 | 0,94 | 0,95 | 0,84 | 0,83 | 0,73 | 0,79 | 0,69 |
| Tryptofan | % | 0,24 | 0,20 | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,15 | 0,17 | 0,14 |
| Threonin | % | 0,94 | 0,83 | 0,83 | 0,73 | 0,72 | 0,63 | 0,68 | 0,60 |
| Arginin | % | 1,45 | 1,31 | 1,27 | 1,14 | 1,10 | 0,99 | 1,04 | 0,93 |
| Valin | % | 1,09 | 0,95 | 0,96 | 0,84 | 0,83 | 0,72 | 0,79 | 0,69 |

| Období výkrmu (dny) | NRC (1994) | | | | | | |
|---------------------|------------|--------|-------|--------|-------|--------|-----|
| | 0-21 | | 21-42 | | 43+ | | |
| | celk. | strav. | celk. | strav. | celk. | strav. | |
| NL | % | 23 | | 20 | | 18 | |
| Lysin | % | 1,10 | --- | 1,00 | --- | 0,85 | --- |
| Methionin | % | 0,50 | --- | 0,38 | --- | 0,32 | --- |
| Methionin + Cystin | % | 0,90 | --- | 0,72 | --- | 0,60 | --- |
| Tryptofan | % | 0,20 | --- | 0,18 | --- | 0,16 | --- |
| Threonin | % | 0,80 | --- | 0,74 | --- | 0,68 | --- |
| Arginin | % | 1,25 | --- | 1,10 | --- | 1,00 | --- |
| Valin | % | 0,90 | --- | 0,82 | --- | 0,70 | --- |

2.3 Vysoká hladina dusíkatých látek v krmivu

Je zřejmé, že jednotlivé požadavky na esenciální aminokyseliny jsou funkcí celkové úrovně NL. Zvýšením celkové úrovně NL při zachování ideálního poměru esenciálních aminokyselin se zvyšuje růst, zlepšuje se konverze krmiva a jatečná výtěžnost (Pesti, 2009; Pettersson et al., 1990). Zvýšení hladiny NL v krmné směsi má za následek lineární snížení příjmu krmiva. Při vyšších hladinách NL se snižuje podíl abdominálního tuku, ale efektivita využívání NL se také snižuje (Sklan a Plavnik, 2002). Morris et al. (1987) uvádí, že ke zvýšení růstu a zlepšení využití krmiva dochází do hladiny 230 g/kg NL v krmné směsi, a hladiny NL v rozmezí 230 až 280 g/kg nemají žádný vliv na intenzitu růstu. Ani suplementace krmných směsí Lys s hladinou NL nad 230 g/kg již nemá vliv na zlepšení růstu, ani konverzi krmiva (Hurwitz et al., 1998).

2.4 Nízká hladina dusíkatých látek v krmivu

V poslední době se objevuje mnoho studií, které zkoumají vliv nižších hladin NL v krmných směsích pro drůbež na růst a konverzi krmiva. Tyto studie naznačují, že snížením hladiny NL oproti doporučené hladině normami, může být dosaženo stejného růstu kuřat, ale dochází k horší konverzi krmiva. Se sníženou hladinou NL je také spojena nižší exkrece N (Moran et al., 1992; Ferguson et al., 1998; Hernández et al., 2012). Moran et al. (1992) však poukazují na to, že při snížení hladin NL pod úroveň doporučených normami z 23 % na 20 % v první fázi výkrmu, a z 20 % na

17 % v druhé fázi výkrmu, dochází k vyššímu ukládání abdominálního tuku, což vede k nižší výtěžnosti jatečně upraveného těla a je také negativně ovlivněna výtěžnost prsní svaloviny, což je zřejmé u obou pohlaví nezávisle na hybridu. Ve své studii Hernández et al. (2012) představují negativní efekt snížené hladiny NL o 1,5 až 3 % oproti kontrolní skupině s 24,5% NL ve startéru, 23,0 % NL růstové směsi, 21,5 % finišéru I NL a 20,5 % NL finišéru II v KS, ale se stejným obsahem energie a lysinu v pokusných směsích, při které dochází ke zhoršení konverze a zvýšení příjmu krmiva, který je výrazný hlavně u kohoutků. Toto zjištění může vést k závěru, že pro efektivní využívání NL krmiva by měli být kohoutci i slepičky vykrmování zvlášť.

U rychle rostoucích kuřat je vztah úrovně NL a užitkovosti velmi silný. Pro růst jsou potřeba nižší hladiny než pro dobrou konverzi, dále pak vyšší výtěžnost prsní svaloviny, a nakonec nejvyšší hladiny NL jsou potřebné pro maximální výtěžnost jatečně opracovaného těla, to znamená nejméně abdominálního tuku. Záleží tedy na chovateli, jaké hladiny NL zvolí pro svůj maximální ekonomický profit (Pesti, 2009), protože přebytečné NL se využívají v energetickém metabolismu na úkor velkých energetických ztrát, ale i ztrát ekonomických (Yadalam, 2005).

2.5 Kvalita dusíkatých látek a její hodnocení

Hladina NL neukazuje kvalitu bílkovin v krmivech. Kvalita je založena na přítomnosti a rovnováze esenciálních aminokyselin v krmivu a stravitelnosti těchto esenciálních aminokyselin, tzn. na jejich dostupnosti a poměru. Vzájemný poměr aminokyselin představuje nejdůležitější proměnné, protože krmivo málokdy obsahuje všechny aminokyseliny potřebné pro rychle rostoucí kuřata. Kvalita může být určena tím, do jaké míry se profil aminokyselin NL krmiva shoduje s požadavky zvířete (Wang a Fuller, 1989).

Aminokyselina, které je v krmivu nejméně, se stává první limitující aminokyselinou, přičemž u kuřat chovaných na maso a obecně u drůbeže je to nejčastěji Lys (Leclercq a Beaumont, 2001; Novak et al., 2003; Yadalam, 2005) a Met (Schutte a Jong, 2004; Zelenka, 2006). Proto je praktické doplňovat do krmných směsí tyto dvě aminokyseliny, čímž se zvýší kvalita NL celkové krmné směsi a sníží se tak vylučování nestráveného N ve výkalech. Kromě Lys a Met se může stát limitující aminokyselinou také Thr a u mladé drůbeže Gly, proto jejich doplnění do KS může snížit celkový obsah NL v krmivu (Schutte a Jong, 2004; Liebert, 2007).

Pro hodnocení kvality NL se používají různé metody. Jsou to například:

2.5.1 Biologická hodnota bílkovin dle Thomase a Mitchella

Biologická hodnota bílkovin stanovuje procentický podíl v těle uloženého dusíku z dusíku skutečně stráveného. Endogenní a metabolický dusík je dusík takzvaného nealimentárního původu, který se vylučuje močí, resp. výkaly. Obsah metabolického a endogenního dusíku, který není ze zkoumaného krmiva, se stanoví předem, tzv. bezdusíkatou dietou. Množství metabolického dusíku závisí na množství přijaté sušiny a endogenního dusíku a na metabolické velikosti těla (Kacerovský et al., 1990).

2.5.2 Netto využití dusíkatých látek

Netto využití dusíkatých látek stanovuje procentický podíl skutečně uloženého dusíku v těle z dusíku přijatého krmivem. Dusík uložený v těle se stanovuje jako rozdíl mezi obsahem dusíku stanoveného chemickým rozbořem zvířat, která byla krmena po stanovenou dobu testovaným krmivem a zvířat krmených takzvanou bezdusíkatou dietou (Kacerovský et al., 1990).

2.5.3 Bílkovinný produkční poměr

Bílkovinný produkční poměr určuje kvalitu dusíkatých látek za stanovených podmínek dle přírůstku hmotnosti zvířat na jednotku přijatých dusíkatých látek (Kacerovský et al., 1990).

Kromě experimentálních metod hodnocení kvality NL se používají také chemické metody, jejich výhodou je nižší časová náročnost a není potřeba stanovování na zvířatech.

2.5.4 Chemické metody hodnocení kvality dusíkatých látek

Kvalita bílkovin je udávána obsahem esenciálních aminokyselin a jejich poměrem k celkovému dusíku, z tohoto důvodu jsou pro optimalizaci dusíkové výživy podstatné informace o obsahu těchto látek v potravě a jejich potřebě pro různé typy produkce. Z chemických metod hodnocení bílkovin se nejčastěji používá chemické skóre (Kacerovský et al., 1990).

Chemické skóre podle Mitchalla a Blocka je založené na vyhledání aminokyseliny, která je v bílkovině hodnoceného krmiva nejnižší, v porovnání s aminokyselinou vaječné bílkoviny, tedy limitující aminokyselinou (Kacerovský et al., 1990).

2.5.5 Index esenciálních aminokyselin

Index esenciálních aminokyselin udává geometrický průměr procentických obsahů esenciálních (eventuálně i poloesenciálních) aminokyselin v bílkovině krmiva ve vztahu ke stejným aminokyselinám ve vaječném bílku (Kacerovský a kol., 1990).

2.6 Poměr aminokyselin v krmivu

Tak jako ostatní obratlovci i drůbež požaduje deset esenciálních aminokyselin pro optimální růst a využití krmiva. Jsou to lysin, histidin, leucin, isoleucin, valin, methionin, treonin, tryptofan, fenylalanin a pro drůbež také arginin. Pro maximální využití krmiva musí být tyto aminokyseliny obsažené v krmivu ve správné rovnováze. Tak stejně i neesenciální aminokyseliny musí být poskytnuty v krmivu, aby bylo dosaženo maximálního růstu. Pokud jde o rychle rostoucí kuřata, ideální poměr esenciálních a neesenciálních aminokyselin by měl být 55:45 pro optimální růst, konverzi krmiva a obsah bílkovin v jatečně upraveném těle (D'Mello, 2003b). Pokud NL krmiva nesplňují všechny požadavky na aminokyseliny, nebo při nevhodném poměru mezi esenciálními a neesenciálními aminokyselinami dochází ke ztrátám N (Moran et al., 1992). Poměr aminokyselin v krmivu značně ovlivňuje účinnost krmiv (Liebert, 2007). Množství jednotlivých aminokyselin v KS by mělo být vztaženo k celkovému obsahu NL, ne jako poměr z celé KS (Abbebe a Morris, 1990; Morris et al., 1992).

Jako pomoc k dosažení vhodného poměru aminokyselin v KS byl přijat koncept *ideální bílkoviny*, což je pro určitou kategorii zvířat hypotetická bílkovina, ve které všechny esenciální aminokyseliny limitují užitek stejnou měrou. Při dostatku všech neesenciálních aminokyselin se přidáním kterékoliv esenciální aminokyseliny k ideální bílkovině nedocílí zvýšení užitečnosti (Zelenka, 2011). Potřeba jedné aminokyseliny souvisí s potřebou ostatních aminokyselin ve vzájemném poměru. Zvýšená hladina jedné aminokyseliny zlepšit užitek pouze tehdy, nejsou-li ostatní aminokyseliny v nedostatku (Schutte a Jong, 2004). Sestavení konceptu ideální bílkoviny vedlo ke

snížení znečištění životního prostředí dusíkem ze zemědělské produkce a snížení nákladu při sestavování krmných směsí, aniž by došlo ke snížení užitkovosti kuřat chovaných na maso. V tomto okamžiku koncepce ideální bílkoviny je nejlepším nástrojem pro efektivní sestavování krmných směsí (Oliveira a Oliveira, 2009). Poměr aminokyselin v ideální bílkovině by se měl měnit v závislosti na tom, zda krmivo obsahuje vysoké nebo nízké hladiny energie nebo NL. Také pohlaví kuřat musí být zohledněno při stanovování potřeby na Lys, od kterého se odvíjí poměr aminokyselin ideální bílkoviny, protože kohoutci mají vyšší potřebu této aminokyseliny než slepičky, a to zejména v mladším věku (Baker, 2009). V tabulce č. 2 je zobrazen poměr aminokyselin v ideální aminokyselině podle různých autorů.

Tabulka č. 2: Poměr aminokyselin v ideální bílkovině pro kuřata masného typu

| věk kuřat (dny) | Mack et | | | | | |
|--------------------|------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-------|
| | NRC (1994) | | al.(1999) | Zelenka (2007) | | |
| | 0. - 21. | 22. - 42. | 20. - 40. | 0. - 14. | 14. - 35. | 35. > |
| Lysin | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Methionin | 45 | 38 | - | - | 40 | 41 |
| Methionin+ cystein | 82 | 72 | 75 | 74 | 76 | 78 |
| Treonin | 73 | 74 | 63 | 63 | 65 | 66 |
| Tryptofan | 18 | 18 | 19 | 17 | 17 | 18 |
| Arginin | 114 | 110 | 112 | 105 | 107 | 108 |

2.7 Metody stanovení potřeby aminokyselin

Pro stanovování potřeby aminokyselin je důležité, aby v jednom testu byla zkoumána jen jedna aminokyselina, protože mezi aminokyselinami dochází k různým interakcím, které by mohly ovlivnit výsledky testu (Sklan a Noy, 2004). Tradiční metody pro odhad požadavků na aminokyseliny byly sestavovány na základě růstových testů nebo dusíkové bilance, které zahrnovaly krmení odstupňovaných dávek zkoumané aminokyseliny, a hledala se jasně definovatelná odezva organismu v příslušném parametru. Tyto metody pro odhad požadavků na aminokyseliny se provádí většinou v prvních týdnech života kuřat a trvají zpravidla delší dobu. Při zkrácení doby sledování

odezvy na příslušnou hladinu aminokyseliny v krmivu dochází k velké variabilitě mezi jedinci (Ewing et al., 2001; Coleman et al., 2003; Bertolo et al., 2005).

Tak jako u jiných hospodářských zvířat, metody stanovení potřeb aminokyselin se dělí na:

- Empirické
 - Metoda na základě odstupňovaných dávek aminokyselin
 - Metoda založena na ředění základní diety
 - Technika využívající oxidaci značených aminokyselin
- Faktoriální metody.

2.7.1 Empirické metody

2.7.1.1 Metoda na základě odstupňovaných dávek aminokyselin

Tato metoda je nejčastěji používána ke stanovení odezvy na určitou hladinu aminokyselin. Je založena na odstupňovaném přidavku zkoumané aminokyseliny k základní dietě s nedostatkem zkoumané aminokyseliny. V těchto testech se využívá syntetických aminokyselin a pro správný výsledek musí být splněno několik kritérií. Základní krmná dávka musí být dostatečně deficitní na zkoumanou aminokyselinu a odstupňované dávky aminokyseliny musí být vyladěny tak, aby křivka, kterou získáme po vynesení získaných hodnot do grafu, zahrnovala růst kuřat od limitní dávky po dávku, která vyvolá maximální odezvu. Opět zde platí nutnost sledování množství přijatého krmiva (D'Mello, 2003b).

Metoda využívající odstupňovaných dávek zkoumané aminokyseliny byla kritizována v několika ohledech. Jednak proto, že poměr zkoumané aminokyseliny k ostatním se mění s každou odstupňovanou dávkou aminokyseliny a odezvy organismu mohou být tímto ovlivněny. Dalším kritizovaným bodem je určení místa zlomu na křivce po vynesení do grafu (Liebert a Benkendorff, 2007; D'Mello, 2003b). Dalším argumentem proti této metodě je, že při vysokých dávkách zkoumané aminokyseliny se může stát jiná aminokyselina limitující. Další kritika se týká problému při sestavování bazální krmné dávky, která by měla být dostatečně deficitní, aby mohlo být použito široké škály odstupňovaných dávek aminokyseliny (D'Mello, 2003b).

2.7.1.2 Metoda založena na ředění základní diety

Tato metoda je založena na postupném ředění základní krmné směsi s vysokým obsahem NL krmivem bez NL. Metoda byla původně vyvinuta pro stanovování potřeby methioninu u kuřic, později byla převzata pro stanovování potřeb pro brojlerů. Základní krmná dávka se sestavuje tak, aby obsahovala nadměrné množství dusíkatých látek, přibližně kolem 185 % předpokládané potřeby všech esenciálních aminokyselin, kromě zkoumané aminokyseliny. Zkoumaná aminokyselina se stanoví na přibližně 145 % předpokládaných požadavků. Postupným ředěním základní směsi by sledovaná aminokyselina měla být limitující ve všech hladinách ředění (D'Mello, 1982). Ačkoliv má postupné ředění za následek nižší koncentraci dusíkatých látek, poměr aminokyselin zůstává pořád stejný a tudíž reakce na ředění je přičítáno stále první limitující aminokyselině. Metoda tak překonává hlavní nevýhodu předchozí metody, protože poměr aminokyselin zůstává stále stejný (Gous a Morris, 1985; Liebert, 2007). Tato metoda byla použita při stanovování norem pro lysin a tryptofan pro brojlerová kuřata (D'Mello, 2003a).

2.7.1.3 Technika využívající oxidaci značených aminokyselin

Tato metoda využívající oxidace značených aminokyselin byla vyvinuta a ověřena u lidí, prasat a kuřat. Metoda je založená na předpokladu, že nedostatek jedné esenciální aminokyseliny bude blokovat syntézu bílkovin, proto všechny ostatní aminokyseliny budou v přebytku a budou oxidovány (Tabiri et al., 2002; D'Mello, 2003b). Oxidace aminokyseliny se měří v oxidačních komorách, ve kterých je zvíře ustájeno a lze tak měřit parametry přiváděného a odváděného vzduchu. Měření oxidace značené aminokyseliny je výsledek metabolismu aminokyselin včetně všech, které nejsou předmětem zkoumání a zahrnuje syntézu bílkovin v kůži, jejích derivátech a jiné, které se nepodílí na přírůstku. Proto výsledky získané touto metodou by měly být přesnější (Moehn et al., 2004).

Tato technika umožňující odhad potřeb živin v krátkém čase, má velký význam zvláště u mladých zvířat. Do krmiva (Coleman et al., 2003) nebo intravenózně je podána $[^{14}\text{C}]$ carboxy značená aminokyselina a zkoumaná aminokyselina není nijak značená (Kriengsinyos et al., 2002). Pokud je zkoumaná aminokyselina v nedostatku, značená aminokyselina je oxidována ve velké míře a pokud je v množství pokrývajícím potřebu pro daného jedince, je syntéza bílkovin maximální a oxidace této

aminokyseliny minimální. Metoda je dostatečně přesná a zároveň flexibilní s ohledem na věk jedince a dává dobré výsledky s různými aminokyselinami (Coleman et al., 2003; Ewing et al., 2001). Bod, ve kterém se zastaví oxidace značené aminokyseliny, je považován za potřebu zkoumané aminokyseliny. Tato technika stanovování norem pro aminokyseliny poskytuje v krátkém čase stanovení požadavku pro jednotlivé aminokyseliny u různých věkových kategorií a umožňuje tak přesnější formulaci krmných směsí (Coleman et al., 2003).

2.7.2 Faktoriální metody

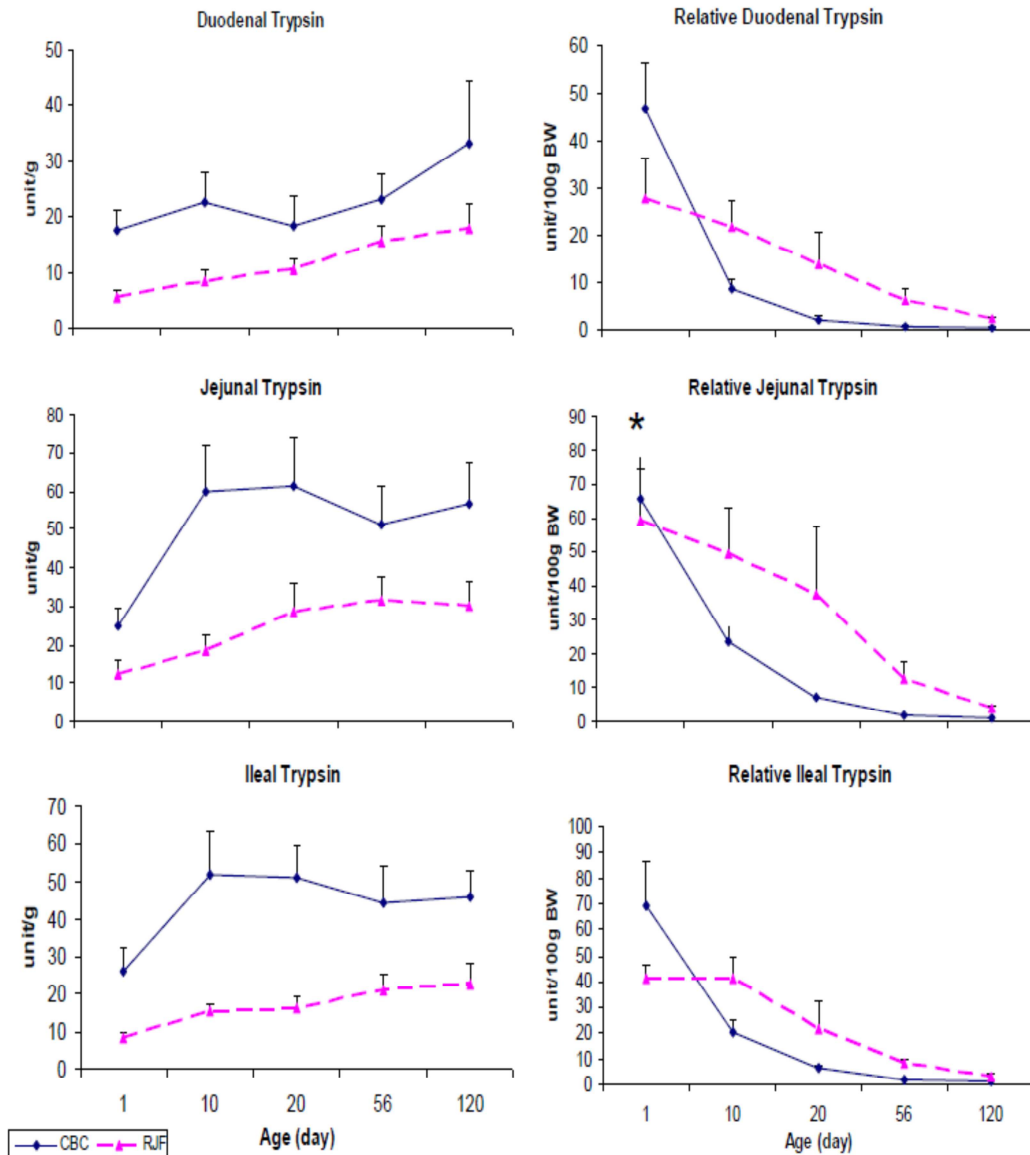
Vzhledem k pochybnostem k metodám výše uvedeným a kritice metody s odstupňovanými dávkami, je možno předpokládat, že budoucí metody odhadu potřeb živin budou záviset na vývoji matematických modelů pro predikci reakce na koncentraci dané živiny v krmné směsi. Faktoriální metody se opírají o empiricky získaná data (D'Mello, 2003b).

Proces modelování vhodných matematických metod zahrnuje definování cíle, vytvoření diagramu, identifikací hlavních principů vhodných matematických funkcí, sběr dat pro odhad potřebných parametrů, řešení rovnic a programování simulačních softwaru. Popis modelu musí být založený na odhadu parametru z pečlivě provedeného výzkumu a sběru dat správně statisticky analyzovaných. Mnoho vztahů zapojených do účinku aminokyselin může být popsáno pomocí lineárních i nelineárních regresních modelů, nebo jako odezva na regresní rovnice, které vyplývají z interakce aminokyselin jako celku (Oviedo-Rondon a Waldroup, 2002).

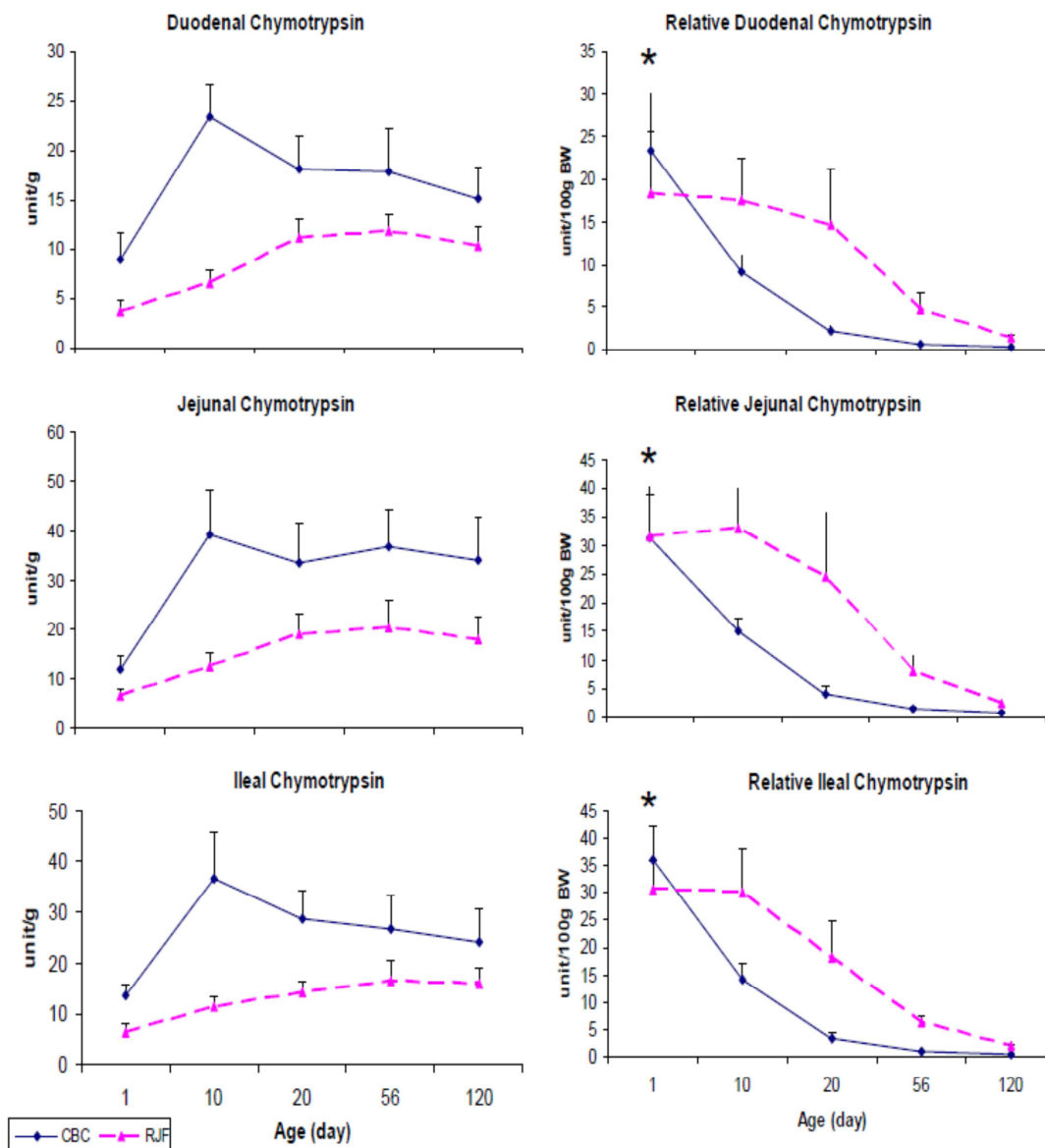
2.8 Trávení dusíkatých látek u drůbeže

Vole drůbeže nemá pro trávení podstatný význam, protože neobsahuje enzymy, krmivo se zde však může trávit pouze částečně enzymy rostlinného a bakteriálního původu. Trávení krmiva pomocí endogenních enzymů nastává až ve žláznatém žaludku, kde je míseno s HCl a pepsinem. Žaludeční šťáva má pH kolem 2, avšak krmivo má pufrací schopnost, což ve výsledku mírně zvyšuje pH v žláznatém i svalnatém žaludku na pH 3-4. Kyselé prostředí denaturuje terciální strukturu bílkovin na lineární, která lépe zpřístupní peptidické vazby působení pepsinu, který má širokou škálu štěpení mezi peptidickými vazbami. Příjem krmiva stimuluje uvolňování žaludeční šťávy, a pokud je přijímáno krmivo s vysokým obsahem NL dochází k vyšší sekreci žaludeční šťávy.

Sekrece žaludeční šťávy a vyprazdňování žláznatého žaludku je řízena nervem vagu a působením gastrinu, pankreatických polypeptidů, cholecystikinu a sekretinu (Klasing, 1998).



Obrázek č. 1: Vliv intenzity šlechtění na aktivitu trypsinu v různém věku u brojlerů (—) a kura bankivského (---) v různých částech tenkého střeva vyjádřená v jednotkách na g tráveniny a vztahena relativně na 100 g živé hmotnosti (Kadhim et al., 2011)



Obrázek č. 2: Vliv intenzity šlechtění na aktivitu chymotrypsinu v různém věku u brojerů (—) a kura bankivského (-----) v různých částech tenkého střeva vyjádřená v jednotkách na g tráveniny a vztahena relativně na 100 g živé hmotnosti (Kadhim et al., 2011)

Hlavní část enzymatického trávení a absorpce živin nastává v tenkém střevě. Enzymy jsou secernovány střevní stěnou anebo jsou pankreatického původu a část přechází ze žláznatého žaludku. Sekrece pankreatických a střevních trávicích enzymů je stimulována roztažením dvanáctníku, nervem vagu, sekretinem, vazomotorními střevními peptidy a cholecystokininem (Satoh et al., 1995). Množství uvolněných

jednotlivých trávicích enzymů ovlivňuje složení a množství tráveniny (Klasing, 1998). Zatímco celková denní produkce pankreatické lipázy secernované do dvanáctníku se u kuřat s přibývajícím věkem zvyšuje pomalu a kontinuálně, u trypsinu prudce stoupá od 14-tého dne věku kuřat (Jin et al., 1998; Noy a Sklan, 1995), zatímco aktivita těchto dvou enzymů vztažená k hmotnosti kuřat s přibývajícím věkem klesá (Kadhim et al., 2011; Jin et al., 1998). Nejvyšší aktivita trypsinu i chymotrypsinu v trávenině brojlerových hybridů byla zjištěna desátý den věku. Aktivita pankreatických enzymů je pod silnou genetickou kontrolou, která umožňuje evoluční adaptaci na typické složení krmiva, ale krátkodobá změna krmiva se ve změně aktivity příliš neprojeví (Brzęk et al., 2013). Kuřata šlechtěná na rychlejší růst mají vyšší aktivitu trávicích enzymů v tenkém střevě (Dunnington a Siegel, 1995), což dokládají obrázky 1 a 2. Z výše uvedených obrázků 1 a 2 je patrné, že šlechtěním u komerčních hybridů brojlerů bylo dosaženo vyšší aktivity trávicích enzymů, což má za následek lepší využití živin z krmiva, ale vztaženo k hmotnosti jedinců, je relativní aktivita enzymů vyšší u primitivních plemen.

Střevní pH se pohybuje mezi 5,6 až 7,2, a v průběhu trávicího traktu se zvyšuje díky působení pankreatické šťávy a pufrů sekretovaných střevním epitelem. Toto rozpětí pH je optimální pro pankreatické i střevní enzymy. Pankreatický trypsin hydrolyzuje peptidické vazby bazických aminokyselin (arginin a lysin), chymotrypsin aromatických aminokyselin (phenylalanin a tyrosin) a elastáza hydrolyzuje peptidické vazby aminokyselin s nepolárními postranními řetězci (glycin, alanin, serin atd.). Pankreatická karboxypeptidáza odštěpuje jednotlivé aminokyseliny z karboxylového konce proteinů či peptidů. Působením pankreatických proteolytických enzymů vznikají oligopeptidy s dvěma až šesti aminokyselinami a volné aminokyseliny. Oligopeptidy jsou následně hydrolyzovány aminopeptidázami, exopeptidázami a různými dipeptidázami kartačkového lemu enterocytů (Klasing, 1998).

Aminokyseliny jsou také částečně absorbovány ve slepých střevěch a rektální části, ale v relativně malém množství v porovnání s tenkým střevem (Klasing, 1998).

2.9 Morfologie tenkého střeva

Trávicí trakt drůbeže se vyvíjí již několik dní před vylíhnutím, avšak většina změn ve struktuře trávicího traktu nastává po vylíhnutí, kdy vylíhlá drůbež začíná přijímat krmivo. V období po vylíhnutí hmotnost tenkého střeva roste rychleji než tělesná hmotnost. Dochází k rychlé proliferaci a diferenciaci enterocytů. Střevní krypty,

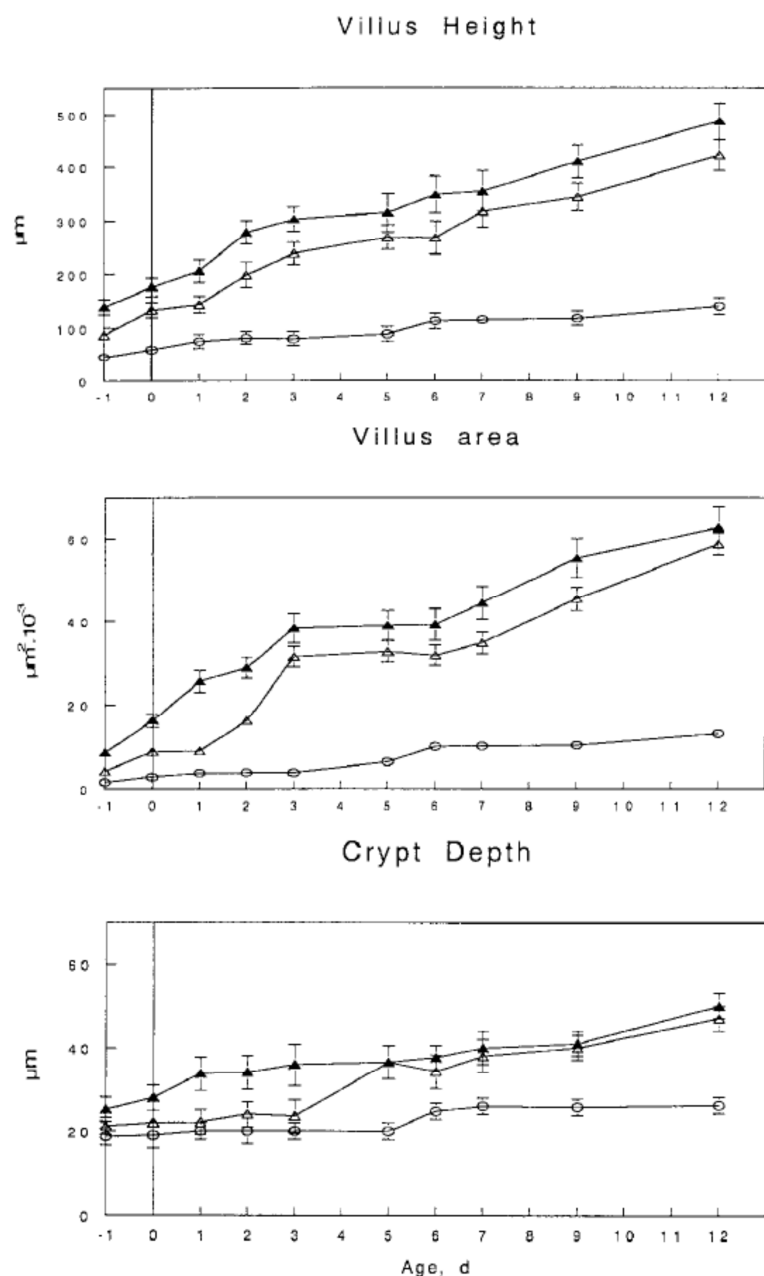
kteře se začínají tvořit v době líhnutí, jsou jasně definované až několik dní po vylíhnutí, kdy se zvyšuje jak množství, tak velikost jejich buněk (Uni, 2006). Záchovná potřeba energie a bílkovin pro trávicí trakt je větší než pro jiné orgány. U rychle rostoucích kuřat tvoří až 12 % z nově syntetizovaných bílkovin (Xu et al., 2003).

Epiteliální vrstva střeva, místo pro trávení a vstřebávání živin, je složena z kontinuálně se obnovujících buněk na bazální straně krypt. Ty migrují k vrcholům klků a dávají vzniknout enterocytům i pohárkovým buňkám. Po dosažení vrcholu klků se uvolňují do lumen střeva a jsou zdrojem endogenního N (Uni, 2006; Traber et al., 1991). Krypty jsou místem tvorby buněk a hluboké krypty signalizují na rychlou obnovu tkání spojenou s vysokou poptávkou po nových buňkách (Xu et al., 2003; Yason et al., 1987). U drůbeže se proliferace enterocytů vyskytuje jak v kryptách, tak v určitém stupni i na klcích (Geyra et al., 2001).

Množství enterocytů na cm^2 se pohybuje mezi 200 tis. až 280 tis. ve všech částech tenkého střeva a s věkem se příliš nemění. Mění se ale délka klků a tím i celkové množství enterocytů (Uni et al., 1998). V jejunu je však množství enterocytů na plochu o něco vyšší než v ileu (Uni et al., 1995). Ihned po vylíhnutí se rapidně zvyšuje plocha klků a hloubka krypt paralelně v duodenu a jejunu, ale v ileu je rozvoj klků i krypt pomalejší (Dong et al., 2012). V duodenu se objem klků od 7. dne po vylíhnutí téměř nemění, v jejunu a ileu vývoj pokračuje i po 14-tém dni věku (Uni et al., 1995; Uni et al., 1999).

Na rychlost obměny enterocytů má vliv druh i skladba krmiva a struktura střevní sliznice může poukázat na zdravotní stav střev. Poměr mezi délkou klků a hloubkou krypt je považován za nejdůležitější parametr určující zdravotní stav střev. Vysoký poměr znamená dlouhé klky, ve kterých je epitel dostatečně vyžralý a funkčně aktivní v kombinaci s mělkými krypty s konstantní obnovou buněk (Jayaraman et al., 2013). Antinutriční látky a jiné stresory obsažené v krmivu mohou vést k poměrně rychlým změnám struktury střevní sliznice. Obsah toxinu v trávenině (Xu et al., 2003; Yason et al., 1987) chronická střevní enteritída (Star et al., 2009) nebo inhibitory trypsinu (Feng et al., 2007) mají za následek kratší klky a hlubší krypty. Zkrácením délky klků se snižuje plocha pro vstřebávání živin (Xu et al., 2003; Yason et al., 1987). Pokud je kuřatům zkrmována směs s vysokým obsahem neškrobových polysacharidů, dochází ke zpomalení proliferace enterocytů ve střevních kryptách, zvyšuje se délka klků se současným zvýšením poměru délka klků/hloubka krypt a snižují se tak i ztráty endogenních aminokyselin (Mathlouthi et al., 2002). Při lačnění delším než 36 hodin

dochází u kuřat leghornského typu k dramatickému snížení délky klků a zpět se dramaticky zvyšuje již jeden den po nakrmení (Yamauchi et al., 1996). Zkracování střevních klků a prohlubování střevních krypt může vést k horšímu vstřebávání živin, průmům, snížené odolnosti vůči nemocem a k celkové špatné užitkovosti (Xu et al., 2003). Vliv věku na výšku a plochu klků a hloubku střevních krypt znázorňují grafy v obrázku č. 3.



Obrázek č. 3.: Vliv věku na vývoj výšky a plochy klků a hloubky střevních krypt (▲ duodenum; △ jejunum; ○ ileum) (Uni et al, 1999)

2.10 Stravitelnost a využitelnost aminokyselin

Stanovování koeficientu stravitelnosti živin, respektive aminokyselin, je důležité pro krmivářský průmysl, který na základě znalosti koeficientu stravitelnosti může formulovat krmné směsi i s použitím stravitelných živin a šetřit tak finance. Ačkoliv výhody používání stravitelných aminokyselin jsou dobře známy, formulace krmných směsí na základě celkového obsahu aminokyselin jsou stále používány (Lemme et al., 2004). Stravitelnost aminokyselin se počítá z rozdílu mezi množstvím přijatým v krmivu a množstvím živiny vyloučené ve výkalech (Lemme et al., 2004; McNab, 1995).

Primárním místem pro vstřebávání aminokyselin je tenké střevo, ačkoli k vstřebávání může dojít i ve voleti a žaludku. Absorbce aminokyselin u ptáků je podobná jako u savců. Vstřebávání je zajištěno pomocí sekundárního aktivního transportu jako u cukrů (Sturkie a Whittou, 2000). Transportní proteiny umožňují buňkám selektivně vázat a získávat sloučeniny z prostředí (Matthews, 2000). Tento proces je spojený s dopravou Na^+ a využívá ATP jako zdroj energie. Absorbci aminokyselin lze rozdělit na čtyři skupiny:

- 1.) neutrální aminokyseliny,
- 2.) prolin, beta-alanin a související aminokyseliny,
- 3.) bazické aminokyseliny,
- 4.) kyselé aminokyseliny.

U některých aminokyselin se tyto cesty vstřebávání mohou prolínat. Například leucin jako neutrální aminokyselina, může inhibovat vylučování prolinu a argininu. Glycin částečně blokuje prolin a beta-alanin (Sturkie a Whittou, 2000).

Stravitelnost jednotlivých aminokyselin se může lišit v závislosti na druhu krmiva a nelze ji odvodit od stravitelnosti celkových dusíkatých látek (Schutte a Jong, 2004). Stravitelnost je považována za vlastnost krmiva a je charakteristická pro zvíře, na kterém byla stanovena. Při stejném obsahu veškerých aminokyselin může být obsah stravitelných aminokyselin v krmných směsích sestavených podle různých receptur podstatně rozdílný (Zelenka, 2006).

Chceme-li zjistit biologickou využitelnost aminokyselin, musí být prvně absorbovány a uloženy do tkání ve formě dostupné pro běžné metabolické funkce (Lewis a Bayley, 1995). Jako první krok k popisu aminokyselin z hlediska jejich využitelnosti, je dobré stanovit rozsah, jakým byly aminokyseliny krmiva zadrženy

zažívacím traktem v průběhu trávení a stanovit tak koeficienty stravitelnosti. I když aminokyseliny mohou být tráveny, nemusí být vstřebané nebo využitelné pro organismus. Stravitelnost aminokyselin je citlivým faktorem vypovídajícím o využití aminokyselin krmiva (Zelenka, 2006). Některé živiny se však mohou trávit a vstřebat do organismu, ale ve formách, které jsou pro organismus nevyužitelné, např. produkty Mailardovy reakce. Jednotlivé aminokyseliny téhož krmiva nejsou stejně stravitelné. Také stravitelnost těže aminokyseliny v různých krmivech je rozdílná. Průmyslově vyráběné aminokyseliny jsou, na rozdíl od aminokyselin vázaných v bílkovinách, využívány téměř stoprocentně a mohou být vstřebávány rychleji než aminokyseliny bílkovin (Zelenka, 2006; Lewis a Bayley, 1995). Stoprocentní stravitelnost syntetických aminokyselin v krmivu nemusí znamenat 100 % využitelnost, například L-lysin HCl je využitelný jenom z 92 % (Lewis a Bayley, 1995).

2.10.1 Metody stanovení koeficientu stravitelnosti živin

Stravitelnost aminokyselin může být stanovena:

- Klasickou metodou
- Indikátorovou metodou
- Nepřímou metodou (diferenční)

2.10.1.1 Klasická metoda

Klasická metoda je založena na přesném vážení předkládaných krmiv, případných nedožerků a následném kvantitativním sběru výkalů po dobu bilančního období pro analýzy. Při navažování dávek krmiva by měla být stanovena sušina krmiv. U odebraných výkalů je potřeba provést zmrazení nebo je konzervovat chloroformem (Zeman et al., 2006).

2.10.1.2 Indikátorová metoda

Indikátorová metoda umožňuje vyhnout se kvantitativnímu sběru výkalu. Víme-li procentuální podíl nestravitelných látek v krmivu a následně tyto nestravitelné látky stanovíme ve výkalech, můžeme vypočítat, kolik výkalů se vytvořilo z hmotnostní jednotky krmiva. Ve výkalech je vyloučen veškerý přijatý indikátor, ale z přijatých živin jen živiny nestrávené a koncentrace indikátoru ve výkalech je tak vždy vyšší než

v přijatém krmivu. Indikátorem mohou být látky přirozeně se vyskytující v krmivu jako například popel nerozpustný ve 4 % kyselině chlorovodíkové či lignin, ale i látky záměrně do krmiva přidané (oxid chromitý, oxid titaničitý). Indikátor musí být inertní látka neovlivňující trávení, musí být schopná rovnoměrně se rozptýlit v krmivu a procházet trávicím traktem stejnou rychlostí jako zkoumané krmivo (Zeman et al., 2006).

Klasická i indikátorová metoda jsou založeny na zkrmování diety, ve které je zkoumané krmivo jediným zdrojem aminokyselin (Zeman et al., 2006).

2.10.1.3 Metody nepřímého (diferenčního) stanovení

Metody nepřímého (diferenčního) stanovení zahrnují sestavení bazální diety a testované diety. Základní dávka obsahuje bazální krmivo, které poskytuje výhradní zdroj aminokyselin a pokusná směs obsahuje směs bazální diety a testovaných krmiv. Tato technika měří simultánně stravitelnost živin jak základní krmné směsi, tak i testovaného krmiva. Základní a testované krmivo jsou mícháno dohromady ve stupňujících se dávkách zkoumaného krmiva. Závislost koeficientu stravitelnosti pokusné směsi na procentickém zastoupení zkoumaného krmiva v této směsi vyjádříme lineární regresi (McNab, 1995). Při použití metody lineární regrese pro stanovení stravitelnosti aminokyselin není zapotřebí korekce na množství endogenních aminokyselin (Rodehutsord et al., 2004).

V závislosti na druhu krmiva by měly být použity rozdílné metody pro stanovení zdánlivé stravitelnosti aminokyselin, protože zdánlivá stravitelnost krmiva je ovlivněna, mezi jinými, výši NL ve zkoumané krmné dávce a množstvím přijatého krmiva (Fan et al., 1994). Je třeba dbát na to, aby porovnávání hodnot stravitelnosti bylo za stejných podmínek, jinak může docházet ke zkreslení naměřených hodnot (McNab, 1995). Přímé a diferenční metody jsou vhodné pro měření stravitelnosti u proteinových krmiv. U krmiv s nízkou hladinou dusíkatých látek je vhodnější použít metod stanovení s regresní analýzou než přímé metody (Fan a Sauer, 1995). Koeficienty zdánlivé stravitelnosti živin se liší v závislosti na metodě stanovení. Koeficienty stravitelnosti živin stanovené diferenční metodou jsou vyšší než koeficienty stravitelnosti stanovené přímou metodou.

Přímá metoda stanovení může podhodnotit koeficienty zdánlivé stravitelnosti zvláště u krmiv s nízkou nebo střední hladinou dusíkatých látek (Nalle, 2009).

2.10.2 Metody stanovení stravitelnosti živin

Metody stanovení stravitelnosti živin můžeme rozdělit na:

- Stanovení stravitelnosti na základě analýzy exkrementů
 - Stanovení stravitelnosti živin pomocí kohoutů s odstraněnými slepými střevy
- Ileální stravitelnost

2.10.2.1 Stanovení stravitelnosti na základě analýzy exkrementů

Nejběžnější metodou používanou pro měření stravitelnosti živin, byla metoda založena na analýze exkrementů, protože tato metoda je nejjednodušší a může být použita na velkém množství jedinců, přičemž zvířata není nutno porážet. Tato metoda je však kritizována, protože mikrobiální činností ve slepých střevech ptáků dochází k utilizaci aminokyselin mikroorganismy. Dále se v exkrementech nachází mikrobiální bílkovina, a proto tato metoda nevypovídá o skutečné stravitelnosti aminokyselin (Lin et al., 1987; Ravindran et al., 1999). Měření stravitelnosti aminokyselin u ptáků je dále komplikováno jejich společným vylučováním výkalů a moči, a protože moč obsahuje aminokyseliny, je nutné zajistit oddělení výkalů a moči pomocí chirurgického zákroku, nebo pak použít tráveninu z distální části ilea (Lewis a Baker, 1995). Při určování stravitelnosti aminokyselin, by tento fakt však neměl hrát významnou roli, protože celkový příspěvek aminokyselin obsažených v moči na celkový obsah aminokyselin v exkrementech má zanedbatelný vliv (McNab, 1995).

2.10.2.2 Stanovení stravitelnosti živin pomocí kohoutů s odstraněnými slepými střevy

Modifikací výše zmíněné metody je použití kohoutů, kterým jsou odstraněna slepá střeva (Dalibard a Paillard, 1995; Parson, 2002; Rodehutsord et al., 2004). Před vlastním stanovením stravitelnosti jsou kohouti lačnění 24 – 48 hod a po této době je jim sondou podána do volete experimentální dieta v množství 30 g. Následně jsou po dobu 48 h kvantitativně shromažďovány exkrementy pro analýzy. Tato metoda ačkoliv je levná a časově nenáročná je kritizována, jelikož zvířata přijímají omezené množství

krmiva, testy jsou na dospělých jedincích a výsledky stravitelnosti se u mladých zvířat mohou lišit (Parson, 2002). Mezi výhody této metody patří to, že krmiva mohou být testována v relativně krátkém čase s malým počtem zvířat a zvířata mohou být použita několikrát (Lemme et al., 2004).

2.10.2.3 Ileální stravitelnost

Přesnější metodou pro stanovení stravitelnosti aminokyselin je takzvaná zdánlivá ileální stravitelnost. Tato metoda je založena na sběru tráveniny z distálního ilea po usmrcení kuřat (Ravindran et al., 1999; Zelenka, 2006). Aby nebylo nutno zvířata porážet, byly vyvinuty metody využívající kanylovaných zvířat, které umožňují sběr tráveniny z distálního ilea v pravidelných intervalech (Raharjo and Farrell, 1984), Mohou ovšem nastat problémy s přijetím kanyly zvířetem nebo jejím ucpáním (Parson, 2002).

V obou případech stanovení ileální stravitelnosti aminokyselin je zapotřebí přidat do testovaného krmiva indikátor, který je nestravitelný a nijak neovlivňuje trávení. Oxid chromitý nebo titaničitý popřípadě nerozpustný popel ve 4% HCl, jsou nejčastěji používané indikátory, ačkoliv mezi nimi může docházet k malému ovlivnění koeficientu stravitelnosti živin (Lemme et al., 2004).

2.10.3 Zdánlivá versus skutečná stravitelnost

Zdánlivá stravitelnost udává, v jakém množství byla živina krmiva zadržena v zažívacím traktu. Pro zpřesnění koeficientu stravitelnosti se začala používat tzv. „skutečná stravitelnost“, kdy zdánlivá stravitelnost se koriguje na obsah aminokyselin endogenního původu, které nejsou závislé na druhu krmiva (Adedokun, 2007). Endogenní aminokyseliny můžeme rozdělit do dvou skupin: bazální a specifické. Zatímco bazální aminokyseliny endogenního původu jsou ovlivněny množstvím přijatého krmiva, specifické endogenní aminokyseliny jsou ovlivněny povahou přijatých aminokyselin, obsahem vlákniny, neškrobových polysacharidů, viskozitou krmiva a jinými antinutričními faktory (McNab, 1995). Množství aminokyselin endogenního původu se zjistí po předchozím zkrmování bezduškaté diety, regresní analýzou, zkrmováním vysoce stravitelného kaseinu (hydrolyzovaný kasein) nebo po lačnění zvířat (Adedokun et al., 2011). Ovšem při lačnění dochází k menšímu vylučování

aminokyselin endogenního původu než při zkrmování bezdusíkatého krmiva (Siriwan et al., 1993). Sekrece a reabsorpce endogenního proteinu je ovlivněna živou hmotností, obsahem vlákniny a antinutričních faktorů v krmivu (Nyachoti et al., 1997). Koeficienty skutečné stravitelnosti aminokyselin by měly být prezentovány i s koeficienty variability (Dalibard a Paillard, 1995).

2.10.4 Vliv pohlaví na stravitelnost aminokyselin

Mezi pohlavím není velkého rozdílu ve schopnosti ukládat N v těle, i když tento rozdíl je patrnější v pozdějším věku, kdy kohoutci mají vyšší schopnost zadržení N v těle (Liebert, 2007). Baker (2009) uvádí, že pohlaví nemá významný vliv na stravitelnost aminokyselin. Ani Wallisa a Balnavea (1984) nezaznamenali rozdíl ve stravitelnosti aminokyselin mezi pohlavím mezi 30. a 50. dnem věku. Doeschate et al. (1996) uvádí, že u slepiček byla vyšší stravitelnost cca o 3% než u kohoutků. Stravitelnost řepkového šrotu se neliší mezi pohlavím v mladším věku (3 týdny), ale je větší u kohoutků v pozdějším věku (6 týdnů). Naproti tomu Zuprizal et al. (1992) ve studii uvádí, že u SEŠ pohlaví nemělo vliv na stravitelnost N ani aminokyselin.

2.10.5 Vliv věku na stravitelnost aminokyselin

Vliv věku na zdánlivou stravitelnost aminokyselin je značný a liší se mezi jednotlivými aminokyselinami i krmivy (Wallis a Balnave, 1984; Huang et al., 2005). Stravitelnost aminokyselin KS založené na kukuřici a SEŠ, stejně tak i založené na kukuřici a řepkovém extrahovaném šrotu (ŘEŠ), se zvyšuje s přibývajícím věkem vykrmovaných brojlerů (Batal a Parsons, 2002). Noy a Sklan (1995) uvádí, že stravitelnost N z krmné směsi na základě kukuřice a SEŠ ve věku 4 dní je pouze 78%, zatímco ve věku 3 týdnů činí přibližně 90%. To vysvětluje nižší proteolytickou aktivitu trávicích enzymů v tenkém střevě kuřat v období po vylíhnutí, které nejsou schopné hydrolyzovat NL v maximální výši. Dále s přibývajícím věkem se vyvíjí i trávicí trakt a kuřata mají vyšší schopnost vstřebávání živin. Stravitelnost aminokyselin v mladém věku však záleží i na kvalitě krmiva. Pokud je kuřatům předkládána KS s vysoce stravitelnými aminokyselinami, jako je kasein nebo syntetické aminokyseliny, i v nízkém věku jsou schopna velmi dobře trávit a vstřebávat aminokyseliny takovýchto krmiv. To potvrzuje i Sulistiyanto et al. (1999), který uvádí vysokou stravitelnost kaseinu ihned po vylíhnutí. Na druhou stranu zvyšování stravitelnosti NL

a aminokyselin není jednoznačné a někteří autoři uvádějí, že s přibývajícím věkem se stravitelnost snižuje (Fonolla et al., 1981; Zuprizal et al., 1992).

2.11 Dusíkatá krmiva a jejich využití ve výkrmu kuřat

V tabulce č. 3 jsou uvedeny průměrné obsahy NL a průměrná zdánlivá stravitelnost NL vybraných proteinových krmiv.

Tabulka č. 3: Průměrný obsah NL a průměrná zdánlivá stravitelnost NL vybraných proteinových krmiv

| | průměrný obsah NL | | průměrná zdánlivá stravitelnost NL | |
|---------------------------------------|-------------------|------|------------------------------------|----|
| | n | g/kg | n | % |
| Sója plotučná | 2 | 359 | 1 | 75 |
| Sója plotučná tepelně ošetřená | 3 | 365 | 3 | 80 |
| Sojový extrahovaný šrot | 6 | 467 | 5 | 81 |
| Kukuřičné DDGS | 5 | 285 | 3 | 76 |
| Řepkové semeno | 2 | 217 | 1 | 48 |
| Řepková extrahovaný šrot | 4 | 369 | 4 | 70 |

n- počet zjištěných hodnot

Salim et al. (2010); Ortín a Yu (2009); Valencia et al (2009a); Valencia et al (2009b); Wang et al. (2007); Widyaratne a Zijlstra (2007); Batal a Dale (2006); Willis (2003); Kadim et al. (2002); Perttilä et al. (2002); Ravindran et al. (1999a); Ravindran et al. (1999b) Fan et al. (1995) Knabe et al. (1989); Bayley a Summers (1975)

2.11.1 Sója luštiná (*Glycine max*)

Sója luštiná je jednoletá plodina z čeledi leguminóz (Dei, 2011) a v posledních desetiletích prošla největšími změnami týkajícími se genetické modifikace a tolerance vůči herbicidům. Největšími producenty sóji luštiné jsou Spojené státy americké, Brazílie, Argentina, Čína a Indie (Dei, 2011; Dourado et al., 2011), dále také Paraguay, Uruguay a Bolívie. Čína je stále hlavním producentem geneticky nemodifikované sóji a pěstuje sóju hlavně pro potravinářské účely (geneticky nemodifikována), ale největšími exportéry jsou USA, Brazílie a Argentina, které produkují hlavně geneticky modifikovanou sóju pro krmné účely (Bertheau a Davison, 2011). V České republice si pěstování sóji nenašlo zastoupení odpovídající jejímu významu. Je výborným krmivem

s vysokým obsahem dusíkatých látek a urychluje kultivaci půdy. V České republice nachází hlavní uplatnění v krmivářském průmyslu. Zlepšující se technické vybavení pro zpracování sóji u producentů krmných směsí umožňuje zpracování sójových bobů z domácí produkce a tím i levnější výrobu (Potměšilová a Adamec, 2009).

Aminokyselinové složení sóji luštině je blízké živočišné bílkovině a obsahuje i minerální látky jako jsou Fe, Zn, Cu, Mn, Ca and Mg, ale i kyselinu fytoovou. Většinu bílkovin tvoří albuminy a globuliny (Nikolić a Lazić, 2011; Messina, 1999). Význam využití sóje jako relativně levného a široce dostupného zdroje proteinu pro hospodářská zvířata stoupl po zákazu zkrmování masokostních mouček (Dei, 2011).

2.11.1.1 Plnotučná sója

Sójové boby jsou výborným zdrojem bílkovin pro monogastriká zvěřata (Dei, 2011; Dourado et al., 2011). Pro omezení vlivu antinutričních látek obsažených v sojových bobech a zvýšení jejich nutriční hodnoty se sója tepelně opracovává. Díky šlechtění odrůd na snížený obsah antinutričních látek se začínají používat i tepelně neupravené sójové boby ve výživě monogastriků (Dei, 2011). Všeobecně se dá plnotučná sója považovat jako vhodná náhrada části SEŠ v krmivech pro prasata a drůbež (Dourado et al., 2011). Tepelné opracování sójových bobů je však nezbytné z hlediska nutriční hodnoty a změny funkčních vlastností bílkovin (Anderson a Wolf, 1995), protože Kakade et al. (1972) se domnívají, že v surových sójových bobech jsou faktory, které nemají antitripsinový inhibiční efekt in vitro, ale i přesto jsou schopny deprimovat růst a způsobit inhibici pankreatických enzymů.

2.11.1.2 Sójový extrahovaný šrot

Sójový extrahovaný šrot je považován za nejlepší zdroj rostlinného proteinu vzhledem k jeho nutričnímu složení. Společně s obilovinami doplňuje potřebu aminokyselin v krmných směsích pro hospodářská zvířata. Jedná se o odpad po mechanickém nebo chemickém získávání oleje. Jeho aminokyselinové složení je velice blízké rybí moučce kromě methioninu, který však může být doplněn syntetickými aminokyselinami (Dei, 2011). Sójový extrahovaný šrot je nejvíce využívanou komponentou pro doplnění dusíkatých látek v krmných směsích pro monogastriky. Pokud je sójový extrahovaný šrot správně zpracován, je relativně prostý antinutričních faktorů.

Zvířata krmená SEŠ mají lepší užitkovost než kuřata krmená jinými zdroji rostlinných proteinů (Dourado et al., 2011). Při jeho použití v krmných směsích je však třeba pamatovat na variabilitu v jeho živinovém složení v závislosti na původu a zpracování (Greishop et al., 2003).

2.11.2 Výpalky

Produkce bioethanolu v celosvětovém měřítku prudce narůstá a suroviny pro výrobu etanolu jsou nejčastěji obilniny, cukrová řepa nebo cukrová třtina, a tak vzniká velké množství vedlejších produktů z tohoto zpracování surovin. Primárně se jedná o tzv. DDGS (dried distillers' grains with solubles, Waldroup et al., 2007). Pro produkci ethanolu je v USA nejvíce používanou surovinou kukuřice, zatímco v západní Evropě a Kanadě je to pšenice (Cozannet et al., 2010; Oryschak et al., 2010b). Z jedné tuny obilí lze získat až 330 kg suchých výpalků (Zelenka a Zeman, 2006). Klasické výpalky jsou tekuté a rychle podléhají zkáze, proto se suší a vznikají tzv. DDG (dried distillers' grains). Tekutá frakce výpalků je extrémně viskózní a představuje potíže při snižování jejího obsahu vody. Proto se přidává zpátky k DDG a vznikají tzv. DDGS. Ve výpalcích se koncentrují živiny původní suroviny až na bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV), protože ty byly fermentovány na alkohol. Výpalky jsou zdrojem hlavně dusíkatých látek, ale mají i vyšší koncentraci tuku, minerálních látek a vlákniny než původní hmota (Zeman a Tvrzník; 2007; Belyea et al., 2004; Belyea et al., 1998). Na obsah tuku je zvláště bohatá tekutá frakce výpalků, a pokud se přidá zpět k DDG, zvýší se podíl tuků z 8 % v DDG na 10,5 % v DDGS (Stein a Shurson, 2009).

Použití DDGS ve výživě drůbeže není novinkou, ale stále větší dostupnost této komponenty vybízí k jejich využití ve vyšších hladinách, než bylo v minulosti. Nutriční složení kukuřice o sobě značně kolísá. Toto kolísání se prohlubuje během zpracování na ethanol u výsledného produktu (Waldroup et al., 2007). Na základě rozboru 51 vzorků bylo zjištěno, že obsah NL se pohyboval v rozmezí od 25,1 % do 31,1 % NL s průměrem 27,5 %. Při použití 5 % v KS by tato míra variability mohla vést k rozdílu v obsahu NL ve výsledné krmné směsi 0,177 % a dnešní běžně doporučované hladiny se pohybují mezi 10 – 12 % (Behnke, 2007).

Kromě NL a oleje obsahují 0,8 % fosforu a 0,7 % síry (Leaflet, 2008). Dusíkaté látky mají vysokou biologickou hodnotu, protože obsahují i kvasinky. Obilné výpalky z hlediska aminokyselinového složení mají nízký obsah lyzinu. Z frakce BNLV

zůstávají nezkašené převážně neškrobové polysacharidy, které mohou zhoršovat kvalitu podestýlky a stravitelnost krmiva (Zeman a Tvrzník; 2007; Cromwell et al., 1993). V krmných směsích lze DDGS kombinovat s řepkovým extrahovaným šrotem, protože ten má vhodné aminokyselinové složení a zlepší se tak aminokyselinové spektrum výsledné směsi (Min et al., 2009). Dnešní technologie využívá pro maximalizaci výtěžnosti etanolu destilaci výpalku několikrát po sobě a tak dochází k jejich přepalování, což má za následek snížení jejich nutriční hodnoty (Zeman a Tvrzník; 2007; Waldroup et al., 2007). Množství a jakost výpalků značně kolísá a je závislá na složení použité suroviny, zejména na poměru látek lihotvorných k ostatní sušině. Kukuřičné DDGS mají stejnou sušinu a obsah energie jako kukuřičné zrno a většina ostatních živin v DDGS je 2,5 až 3 krát koncentrovanější než v zrnu (Zeman a Tvrzník; 2007).

Kukuřice může být často kontaminována mykotoxiny, jako jsou aflatoxiny, deoxynivalenol (DON), fumonisiny, T-2 toxin a zearalenon a jejich koncentrace ve výsledném produktu po zpracování na ethanol může být až třikrát vyšší než v původní surovině (Zhang et al., 2009). V současné době se produkují DDGS tzv. „new generation“, které oproti výpalkům ze starší produkce mají světlejší barvu, vyšší obsah stravitelné energie, aminokyselin a i vyšší množství stravitelného fosforu (Shurson et al., 2003). Riziko kontaminace mykotoxiny u „new generation“ DDGS je velmi nízké, protože špatná kvalita kukuřice se projeví na nízké produkci etanolu (Zeman a Tvrzník; 2007).

Kvalita výpalků nejvíce záleží na kvalitě vstupní suroviny, typu fermentace a teplotě sušení (Spiehs et al., 2002) a dá se předpovídat na základě obsahu acidodetergentní vlákniny ($R^2 = 0,79$) nebo světlosti (L^* ; $R^2 = 0,77$ Cozannet et al., 2010; $R^2 = 0,90$ Pahm et al., 2009). Z nutričního hlediska mají pšeničné výpalky, ve srovnání s kukuřičnými výpalky, vyšší hladinu dusíkatých látek (36 – 39 %), méně tuku a více vlákniny (cca 8 %) (Oryschak et al., 2010a; Ortín and Yu, 2009; Thacker a Widyaratne, 2007).

Během sušení výpalku je hmota vystavená teplotě až 315 °C. Jak naznačují studie, při takové teplotě dochází k nižší využitelnosti lysinu a k velké variabilitě ve stravitelnosti mezi jednotlivými DDGS (Lumpkins a Batal, 2005; Waldroup et al., 2007). Aminokyselinou, která má nejvyšší variabilitu ve stravitelnosti je lysin, nejmenší naopak methionin (Bandegan et al., 2009).

V současnosti se rozšiřuje výzkum v oblasti nových technologií zpracování DDGS. Vyvíjí se technologie zpracování produkující výpalky, které mají vysoký obsah dusíkatých látek a konzistentnější živinové složení díky odstranění slupek, oplodí a klíčku před vlastní fermentací. Fermentován je jen endosperm. Tyto HP-DDG (high protein) mají až 54 % dusíkatých látek (Applegate et al., 2009, Kim et al., 2008).

2.11.3 Řepka olejná

Řepka olejná pochází z několika druhů náležících k rodu *Brassica* (Shahidi, 1990). Schopnost přežití při nízkých teplotách při vhodné vlhkosti umožňuje její pěstování i v oblastech, kde sója luštiná nemůže být pěstována. Ve výrobních podmínkách České republiky je hlavní olejninou. Od roku 1980, kdy byla řepka v ČR pěstována na rozloze 64 tis. ha, se její výměra pravidelně zvyšovala (Suchý et al., 2007). Roční produkce dosahuje více než 1 mil. t, což je zapříčiněno mezi jinými povinným přimícháváním biosložek do pohonných hmot (Potměšilová a Adamec, 2009).

Na neúnosnou mez se tím však dostává vysoká produkce řepkových pokrutin a řepkového šrotu. S tím souvisejí snahy krmivářů zařazovat tyto produkty do krmných dávek všech zvířat, ovšem jen do takového množství, aby nebyla ovlivněna kvalita finálních výrobků – potravin, ani zdraví zvířat (Suchý et al., 2007).

Řepkové semeno s nízkým obsahem glukosinolátů a kyseliny erukové je cenným zdrojem nejen dusíkatých látek, ale také energie (Józefiak et al., 2010), a v závislosti na ceně může být vhodnou komponentou pro zařazení do KS pro hospodářská zvířata. Obsahuje 20 – 25 % dusíkatých látek a 38 – 44 % oleje vysoké kvality (Leeson et al., 1978; Shen et al., 1983; Zeman, 1995; Thormann et al., 1996). Díky vysokému obsahu oleje má vysokou energetickou hodnotu (18,76 MJ ME_d; Zeman, 1995) a je vynikajícím zdrojem α -linolenové kyseliny (18:3 n-3, 8 až 12 %; Ajuyah et al., 1991, Lee et al., 1991). Zkrmování řepkového semene ve vyšších koncentracích může ovlivnit složení mastných kyselin v mase, zejména zvýšení polynenasycených mastných kyselin linolové a linolenové, což může být žádoucí z pohledu zdraví, ale na druhou stranu nevhodné z hlediska dlouhodobého skladování (Mikulski et al., 2012).

Řepkovy extrahovaný šrot obsahuje 35 – 40 % proteinu, 10 % nebílkovinného dusíku a asi 7 % popela (Naczka et al., 1998a). Obsahuje méně lyzinu než sójový extrahovaný šrot, ale více sirných aminokyselin. V tomto důsledku může být vhodné

kombinovat tyto dvě proteinové krmné komponenty (Clandinin a Robblee, 1981; Thomke et al., 1983; Lee et al., 1991). Obsah energie u řepkového extrahovaného šrotu s nízkým obsahem glukosinulátů se pohybuje mezi 10,5-12,5 MJ/kg sušiny (Rundgren, 1983).

Koncentrace kyseliny erukové a glukosinulátů byla drasticky snížena šlechtěním tzv. „dvounulových“ odrůd, pro které byl poprvé v roce 1979 v Kanadě zaveden název „Canola“ (Suchý et al., 2007; Kozłowska et al., 1990; Shahidi, 1990). Tento název se používá pro odrůdy řepky olejné, které obsahují méně než 2 % z celkových lipidů kyseliny erukové a méně než 30 μmol glukosinulátů na gram tukuprosté sušiny (Bell, 1993; Mailer et al., 2008). Před vyšlechtěním odrůd typu Canola běžně odrůdy řepky olejné obsahovaly 25 až 45 % kyseliny erukové a 50 až 100 μmol glukosinulátů (Bell, 1993). Využití řepkového extrahovaného šrotu, typu „00“ s nízkým obsahem glukosinulátů a kyseliny erukové ve výživě monogastrických zvířat je však omezeno vzhledem k nízkému obsahu energie a dalších antinutričních látek jako jsou sinapiny, fytáty, vláknina, třísloviny a neškrobové polysacharidy (Mikulski et al., 2012). Řepkový extrahovaný šrot má tak poměrně špatnou stravitelnost ve srovnání s jinými komponentami, například sójou (Mailer et al., 2008).

2.12 Antinutriční látky v dusíkatých krmivech

Bez ohledu na obsah NL a aminokyselin je stravitelnost NL krmiv ovlivněna řadou faktorů. Jedná se o především o látky s antinutričními vlastnostmi a to:

- inhibitory proteáz
- lektiny
- fytáty
- glukosinoláty
- třísloviny
- kyselinu erukovou
- sinapiny
- neškrobové polysacharidy
- vlákninu

2.12.1 Inhibitory proteáz

Inhibitory proteáz jsou polypeptidy a proteiny, vytvářející s proteolytickými enzymy poměrně stabilní komplexy, čímž tyto enzymy ztrácí enzymatickou aktivitu (Kaláč a Míka, 1997). Ačkoliv inhibitory proteáz mají schopnost vázat širokou škálu proteolytických enzymů, často je označujeme jako inhibitory trypsinu (Erdman a Fordyce, 1989). Převládající inhibitory trypsinu v sójových bobech a jiných krmivech pocházejících z jejich zpracování jsou umístěny z velké části v dělohách semene (Kakade et al., 1973). Účinnost inhibitoru proteáz závisí na jejich původu a cílovém enzymu. Například v sójových bobech se vyskytují dva typy inhibitorů a to Kunitzův inhibitor trypsinu, který je relativně citlivý na vyšší teploty a působení kyselin, a druhý, stabilnější, Bowman-Birkův inhibitor proteáz (Francis et al., 2001; Anderson a Wolf, 1995). Ke snížení obsahu inhibitoru proteáz dochází nejčastěji tepelným ošetřením, kdy je inhibitor proteáz deaktivován, ale také cíleným šlechtěním nových odrůd se úspěšně docílilo snížení obsahu antinutričních faktorů (Kaláč a Míka, 1997).

Kakade et al. (1972) došli k závěru, že na depresi růstu při zkrmování surových sójových bobů se inhibitory trypsinu podílely přibližně ze 40 %, a zbylá část mající vliv na zhoršení růstu byla přičítána špatné stravitelnosti v důsledku nižší denaturace proteinu. Sójové boby mají přibližně 40 % bílkovin a obsahují 35-123 mg inhibitoru trypsinu na 1 g bílkoviny. SEŠ obsahuje 1,1 až 19,6 mg/g Kunitzova inhibitoru proteáz a od 0,2 do 4,9 mg/g Bowman-Birkova inhibitoru proteáz (Anderson a Wolf, 1995).

2.12.2 Lektiny

Lektiny jsou proteiny a glykoproteiny, obsahující alespoň jednu složku, která neplní funkci katalyzátoru, ale váže se nevratně na určitý mono- či disacharid (Kaláč a Míka, 1997). Nacházejí se v semenech mnoha luskovin a byly rovněž izolovány z mikroorganismů i zvířat (Sharon a Lis, 2004). Jsou schopné reverzibilní vazby na sacharidy. Mají schopnost aglutinovat enterocyty, ale i jiné buňky (Francis et al., 2001; Herzig et al., 1997; King et al., 1980). Lektiny jsou pro organismus toxické a při jejich zkrmování mohou ovlivňovat trávení, protože se vážou na enterocyty tenkého střeva (Santiago et al., 1993). Mohou tak mít vliv na plochu pro vstřebávání živin a velikost slinivky břišní (Herzig et al., 1997). Některé lektiny jsou tepelně stabilní a hlavně odolné během průchodu trávicím traktem (Herzig et al., 1997). Díky šlechtění

vznikly odrůdy luskovin s nízkým obsahem lektinů, které nemají toxický efekt na organismus a nezpůsobují morfologické změny tenkého střeva (Pusztai et al., 1979).

2.12.3 Kyselina fytová

Kyselina fytová je silná kyselina a je běžnou složkou rostlinných semen. Kyselina fytová má vysoký vazebný potenciál a tvoří cheláty s di- nebo trivalentními ionty jako jsou Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{3+} a Fe^{3+} , ze kterých jsou uvedené prvky a zejména fosfor pro organismus nevyužitelné (Francis et al., 2001; Nelson et al., 1968), čímž zasahuje do metabolismu minerálů (Anderson a Wolf, 1995).

V důsledku nedostatku účinné endogenní fytázy, enzymu zodpovědného za hydrolýzu fytátu (Cowieson et al., 2006), a odolnosti této sloučeniny během tepelného ošetření (Anderson a Wolf, 1995), není kyselina fytová trávena nepřezvykavými zvířaty a snižuje tak využitelnost fosforu. Kyselina fytová je schopna vázat i endogenní proteázy jako je trypsin a chymotripsin v trávicím traktu, a snížit tak stravitelnost bílkovin a aminokyselin (Cowieson et al., 2006; Ravindran et al., 2006; Ravindran et al., 2000; Namkung a Leeson, 1999).

Řepkové semeno obsahuje 2 – 4 %, ŘEŠ 2 – 5 % kyseliny fytové (El-Batal a Abdel Karem, 2001), sója luštinná 1,31 %, SEŠ 1,35 % a kukuřice 0,78 % (Ravindran et al., 1994). Doplnění exogenních fytáz do KS s vysokým obsahem kyseliny fytové se neutralizuje negativní vliv kyseliny fytové, zvýší se ME krmiva (Ravindran et al., 2006; Francis et al., 2001; Ravindran et al., 2000) a snižuje se vylučování endogenních aminokyselin, vápníku, sodíku a fosforu (Cowieson et al., 2004).

2.12.4 Glukosinoláty

Glukosinoláty (GLS) jsou glykosidy běžně se vyskytující v mnoha druzích rostlin čeledi brukvovité (Kaláč a Míka, 1997). GLS samy nejsou biologicky aktivní molekuly, ale až produkty jejich hydrolýzy jsou známé pro jejich různorodé biologické účinky (Tripathi a Mishra, 2007). GLS jsou hydrolyzovány enzymem myrosinázou vyskytující se v semenech nejčastěji brukvovitých rostlin, ale také jsou produkovány mikroflórou zažívacího traktu drůbeže (Slominski et al., 1987). Glukosinoláty a enzym myrosináza jsou v rostlině uloženy v rozdílných buňkách a k jejich smíchání dochází při porušení rostliny (Francis et al., 2001; Thomke et al., 1983). Škodlivý efekt na fyziologii organismu má produkt hydrolýzy GLS cyklicky *goitrin* (5-vinyl-1,3-

oxazolidin-2-thion), který má silný goitrogenní účinek, který způsobuje zvětšení thyroïdních žláz (Thomke et al., 1983). Prekurzorem goitrinu známého taky jako 5-VOT je *progoitrin* (2-hydroxybut-3-enylglucosinolat). Tyto GLS jsou stále přítomny i v „00“ odrůdách řepky, a to jak plnotučné, tak i v řepkovém extrahovaném šrotu.

Thiokyanáty jsou štěpné produkty indol-3-yl-methylglucosinolátu nebo jiných glukosinolátů, které poskytují uhlíkatý iont a thiokyanátový ion v neenzymatických i enzymatických reakcích a mohou působit konkurenčně v přenosu jodidů do thyroïdních žláz (Mabon et al., 2000).

Obsah a složení GLS se liší v závislosti na druhu rostliny a agronomických postupech i klimatických podmínkách. Obecně je vyšší u řepkového semene, které je pěstované v tropickém podnebí, než které se pěstuje v mírných oblastech (Tripathi a Mishra, 2007). V řepkovém semeni konvenčních odrůd, nebo odrůd pocházejících z novošlechtění, byly zjištěny hodnoty 117 a 44 mmol glukosinolátu (Schöne et al., 1993).

GLS kromě účinku na štítnou žlázu způsobují i krváceniny na játrech a ledvinách a jejich zvětšení (Francis et al., 2001). Štítná žláza, jak je známo, má podstatný vliv na metabolismus, tedy i na využití krmiva (Shaffner, 1952), a proto existuje vztah mezi příjmem glukosinolátů a nižšími přírůstky (Kloss et al., 1994).

Díky šlechtění byla koncentrace GLS snížena na stopové množství (Mailer et al., 2008). Extruzi lze docílit inaktivaci enzymu myrosinásy, ale jen nepatrně se sníží obsah GLS (Fenwick et al., 1986).

2.12.5 Třísloviny (Taniny)

Třísloviny jsou sekundární směsi různých chemických struktur, běžně se vyskytujících v rostlinné říši (Francis et al., 2001). Spolu s kyselinou fenolovou a sinapiny způsobují hořkou chuť (Naczki et al., 1998b). Třísloviny mohou tvořit rozpustné nebo nerozpustné komplexy s bílkovinami (Kozłowska et al., 1990) a polysacharidy (Thomke et al., 1983; Francis et al., 2001). Třísloviny jsou zkoumány pro jejich možné antioxidační účinky (Amarowicz et al., 2000).

V ŘEŠ se vyskytují v množství 1,5 g až 3 g (Klein-Hessling, 2007). V obalech řepkového semene se obsah tříslovin pohybuje od 1,9 do 6,2 g na 100 g, z toho 70 až 95,8 % jsou třísloviny nerozpustné (Naczki et al., 2000). Množství tříslovin v obalech

řepkového semene je značně variabilní a je ovlivněno odrůdou a podmínkami prostředí, kde je řepka pěstována (Naczk et al., 1994).

Odstranění tříslovin z ŘEŠ výrazně zvýší ME u kuřat, ale přítomnost tříslovin v ŘEŠ zřejmě nemá žádný významný vliv na vstřebávání dusíku (Yapar a Clandinin, 1972), ani neovlivňuje aktivitu α -amylázy (Mitaru et al., 1982), i když mohou tvořit s bílkoviny nerozpustné komplexy (Naczk et al., 1998b). Třísloviny mohou snižovat stravitelnost vitamínu B₁₂ (Francis et al., 2001).

Během extruze nedochází k výraznému snížení množství tříslovin v krmivech (Fenwick, 1986), a jako nejlepší rozpouštědlo pro odstranění tříslovin z řepkového semene se jeví methanol-ammonio-vodný hexan (Shahidi a Naczk, 1989).

2.12.6 Kyselina eruková

Kyselina eruková je hlavní nenasycená mastná kyselina (C₂₂) (Thormann et al., 1996; Harwey a Downey, 1964) u původních odrůd řepky a olejnin rodu *Brassicae*, ve kterých je obsažena asi ze 40 % ze všech mastných kyselin (Stefansson et al., 1961). V dnešní době se díky intenzivnímu šlechtění vyskytuje v množství pod jedno procento (Klein-Hessling, 2007). Obsah kyseliny erukové v semenech řepky může být ve značné míře ovlivněn i podmínkami prostředí, zvláště u starých odrůd řepky s vysokým obsahem kyseliny erukové (Harwey a Downey, 1964).

Zkrmování řepkového oleje s vysokým obsahem kyseliny erukové způsobuje zpomalení růstu, vyšší mortalitu, hyperpericardium a patologické změny zejména na srdci a játrech, kosterní svalovinu a slezině. Při dlouhodobém zkrmování byly pozorovány i srdeční fibrózy (Beare-Rogers et al., 1974; Abdellatif a Vles, 1973). Obecně můžeme říci, že nežádoucí účinky kyseliny erukové jsou snížení užitkovosti kuřat, zhoršení konverze krmiva a zhoršení stravitelnosti celkových lipidů jak i samotných mastných kyselin (Sim et al., 1985), ačkoliv kyselina eruková nemá vliv na ME (Lall a Slinger, 1973).

2.12.7 Sinapiny

Sinapiny jsou estery cholinu s kyselinou sinapovou a jsou běžnou součástí brukvovitých rostlin způsobující hořkou až svíravou chuť krmiva (Huang et al., 2008; Matthäus a Angelini, 2005; Naczk et al., 1998a; Kaláč a Míka, 1997). V průběhu zušlechťování a šlechtění nových odrůd řepky, byly sinapiny opomíjenou složkou

vzhledem k nízké genetické variabilitě v rámci rodu *Brassicae napus*. Obsah sinapinu v této plodině je obvykle 13-15 g na kg, ačkoliv Mailer et al. (2008) zjistili kolísání sinapinu mezi 10-18 g na kg.

Ze sinapinu se během trávení v důsledku činnosti mikroorganismů zažívacího traktu tvoří cholin, který je převeden na trimethylamin způsobující u některých slepic snášejších hnědá vejce rybí zápach (Butler et al., 1982, Fenwick et al., 1979; Goh et al., 1979; Pearson et al., 1979). U kuřat mohou sinapiny způsobovat nižší příjem krmiva (Klein-Hessling, 2007).

2.12.8 Neškrobové polysacharidy

Neškrobové polysacharidy (NSP), které jsou obsažené v buněčných stěnách, se značně liší v chemické struktuře a mohou být složeny z pentóz nebo hexóz (Iji, 1999). Oligosacharidy rodiny rafinóza a NSP jsou důležité složky nejrůznějších luskovin a obilovin (Francis et al., 2001), a u drůbeže působí jako antinutriční faktor. Zvláště jejich rozpustná složka, která snižuje trávení škrobů, lipidů a proteinů. Z hlediska antinutričních účinků jsou z NSP nejzávažnější β -glukany a arabinoxylany (Kaláč a Míka, 1997).

Vysoká hladina rozpustných NSP v potravě snižuje nutriční hodnotu krmiv díky několika mechanismům. Působí jako ředidlo, které brání trávení živin prostřednictvím zvýšení viskozity tráveniny, ta působí jako fyzická překážka mezi trávicími enzymy a živinami (Theander et al., 1989; Choct, 2006), mohou ovlivnit i motilitu střeva a dobu pasáže tráveniny (Choct, 2006). NSP luštěnin mají složitější strukturu než v obilovinách, obsahují směs koloidních polysacharidů tzv. pektinové látky a neutrální polysacharidy (Choct, 2006).

Na druhou stranu nerozpustné NSP mohou mít ve střevě pozitivní účinek. Struktura a vodní hospodářství u neviskózních NSP mohou být přínosem v konkrétních případech, kdy se vyskytuje vysoká bakteriální aktivita střeva. To proto, že snižuje dobu pasáže tráveniny a poskytuje strukturu, na kterou se mohou vázat bakterie (Smith a Annison, 1996).

Omezení vlivu antinutričního působení NSP je možné díky použití koktejlů exogenních enzymů degradujících NSP nebo extruzi (Oryschak et al, 2010a). Použití enzymů se jeví obzvláště vhodné v krmných směsích, kde jsou použity komponenty s nízkým obsahem ME (Choct, 1997). Použití exogenních mikrobiálních enzymů pro

omezení vlivu NSP v krmných směsích vzrostlo v posledních 20 letech. Jejich působení je multifaktoriální, protože kromě rozrušování buněčných stěn a degradace NSP, díky čemu jsou lépe zpřístupněny živiny obsažené v buňkách, jejich činnosti vznikají i produkty, které mohou pozitivně ovlivnit mikrobiální populaci zažívacího traktu (Bedford a Cowieson, 2012).

2.12.9 Vlákna

Vlákna, včetně celulózy, ligninu a pentosanů z buněčných stěn je především přítomna v obalech zrn. Nadměrné množství vlákniny v krmné dávce drůbeže snižuje účinnost krmiva, růst a produkci vajec. Na druhou stranu může mít vlákna i svůj pozitivní vliv v podobě sníženého ozobávání peří a taky v určitém množství i zlepšení růstu (Davis a Briggs, 1947).

Stravitelnost hemicelulózy je 9 % a celulóza je nestravitelná (Coon et al., 1990). Při krmení vysokým obsahem vlákniny dochází k vyššímu uvolňování endogenních aminokyselin (Parsons et al., 1983). Pokud je směs správně vybalancována na obsah stravitelných aminokyselin a energie, zdá se, že množství vlákniny v krmivu nemá vliv na užitkovost nosnic (Roberts et al., 2007). Stravitelnost hrubé vlákniny se zvyšuje s věkem a klesá s obsahem vlákniny v krmivu (Sklan et al., 2003). Vlákna může být účinná nejen při snižování obsahu lipidů v játrech, ale i při zmírňování poruch jater vyvolaných krmivy, ke kterým může docházet u rostoucích kuřat, i když mechanismus účinku každého druhu vlákniny nemusí být totožný. Retence energie, dusíku a lipidů nejsou ovlivněny příjmem různých druhů vlákniny (Akiba a Matsumoto, 1980). Množství vlákniny v krmivu má vliv na dostupnost fosforu, vápníku, manganu a zinku (Nwokolo a Bragg, 1977).

3 CÍL PRÁCE

Cílem disertační práce bylo testování náhrady SEŠ jinými dusíkatými krmivými.

Konkrétním cílem bylo stanovit:

- 1) Vliv náhrady SEŠ a sojového oleje tepelně ošetřenými a tepelně neošetřenými sojovými boby na:
 - a. Růst kuřat
 - b. Konverzi krmiva
 - c. Ileální stravitelnost aminokyselin z daných KS
 - d. Aktivitu trávicích enzymů
 - e. Morfologií tenkého střeva
- 2) Vliv použití DDGS jako náhrady za SEŠ na:
 - a. Růst kuřat
 - b. Konverzi krmiva
- 3) Stravitelnost aminokyselin DDGS diferenční a regresní metodou
- 4) Ileální stravitelnost aminokyselin a NL přímou metodou u vybraných proteinových krmiv a aktivitu trávicích enzymů v tenkém střevě.
Jako dusíkatá krmiva budou použita: extrudované plnotučné sojové boby, surové plnotučné sojové boby, SEŠ, ŘEŠ a kukuřičné DDGS
- 5) Vliv náhrady SEŠ za řepkové semeno a jeho vliv na:
 - a. Růst kuřat
 - b. Konverzi krmiva

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Pokus I – Vliv náhrady sojového extrahovaného šrotu a sojového oleje surovými plnotučnými sojovými boby

4.1.1 Vliv zkrmování surových plnotučných sojových bobů na parametry užítkovosti kuřat

Pokus byl proveden na 208 ks kohoutků hybridní kombinace ROSS 308. Kuřata byla ustájena ve dvoupodlažní klecové technologii v souladu s technologickým návodem pro daného hybridu. Ustájení bylo v souladu se směrnicí 2007/43/ES.

Od 1. do 10. dne byla kuřatům podávána komerční krmná směs BR1. Desátý den věku, byla kuřata rozdělena do 4 skupin. Každá skupina měla 4 opakování, kdy v jedné kleci bylo 13 ks kuřat, to znamená 4x13, to je 52 ks za skupinu. Od 10. do 38. dne věku kuřata přijímala pokusnou krmnou směs BR2, lišící se v zastoupení sójového extrahovaného šrotu, surových plnotučných sojových bobů (SPSB) a sójového oleje. Skupiny s rozdílným zastoupením SPSB v rozsahu 0, 4, 8 a 12 % byly označeny jako K, B4, B8 a B12. Složení pokusných směsí a obsah živin uvádí tabulka č. 4. Krmná směs byla pro všechny skupiny isoproteinová a isoenergetická (20,5 % NL/kg a 12,7 MJ/kg MED). Napájecí voda byla poskytnuta ad-libitně.

Všechna kuřata byla individuálně vážena od 10. do 38. dne věku v pravidelných týdenních intervalech. Množství podávané krmné směsi a nedožerky na konci pokusu byly zváženy a odečteny od množství podaného krmiva. Uhynulé kusy byly váženy pro zohlednění při výpočtu konverze krmiva. Poslední den pokusu byla kuřata usmrcena dekapitací po omračení.

4.1.1.1 Stanovení stravitelnosti aminokyselin a retence tuku a dusíkatých látek

Pro stanovení zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin, byla všem kuřatům ve skupině odebrána trávenina z poslední třetiny ilea a minimálně 3 cm od ileocekální oblasti. Tato trávenina byla ze střeva jemně vytlačena prsty do Petriho misek a zamražena při – 30 °C. Do jedné Petriho misky bylo odebráno více kuřat tak, aby bylo dostatek tráveniny pro následné analýzy. Před vlastním stanovením obsahu aminokyselin a indikátoru byla takto zamražena trávenina lyofilizována

a homogenizována na laboratorním mlýnku. Jako indikátor byl použit nerozpustný popel ve 4 % HCl.

Tabulka č. 4: Složení a obsah živin v pokusných krmných směsích od 10. do 38. dne věku kuřat (g/kg)

| Komponenta | Pokusné směsi | | | |
|--|---------------|-----------|-----------|------------|
| | K | B4 | B8 | B12 |
| Pšenice | 390,8 | 390,8 | 390,8 | 390,8 |
| Kukuřice | 250,0 | 250,0 | 250,0 | 250,0 |
| Sojový extrahovaný šrot ² | 273,0 | 240,2 | 207,4 | 174,6 |
| Sojové boby³ | 0 | 40 | 80 | 120 |
| Sojový olej | 45,0 | 37,8 | 30,6 | 23,4 |
| L-lysin HCl | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| L-threonin | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| DL-methionin | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| Vápenec | 14,5 | 14,5 | 14,5 | 14,5 |
| Monokalciumfosfát | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |
| NaCl | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Uhličitan sodný | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Minerálně vitaminový premix ¹ | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Živinové složení směsi | | | | |
| Sušina | 881,7 | 882,7 | 880,7 | 879,7 |
| Dusíkaté látky | 204,7 | 204,7 | 204,7 | 204,6 |
| ME (MJ/kg) | 12,2 | 12,2 | 12,1 | 12,8 |
| Vláknina | 26,8 | 25,6 | 28,1 | 29,4 |
| Tuk | 64,2 | 64,8 | 63,7 | 63,2 |
| Škroby | 375,5 | 373,7 | 377,3 | 379,1 |
| Cukry | 39,2 | 39,3 | 39,1 | 39,0 |
| Popel | 60,4 | 60,5 | 60,4 | 60,3 |
| Lys | 12,2 | 12,2 | 12,2 | 12,2 |
| Met | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 |
| Met+Cys | 9,3 | 9,3 | 9,3 | 9,3 |
| Thr | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 |
| Trp | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 |
| Arg | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 |
| Ca | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 8,3 |
| P | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| Využitelný P | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 |
| Na | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |

1-Premixem bylo dodáno na kg směsi: retinol 13500,0 IU; cholekalciferol 499,8 IU; alfa tokopherol 35,1 mg; menadion 3,0 mg; thiamin 2,3 mg; riboflavin 6,0 mg; pyridoxin 5,1 mg; cobalamin 0,02 mg; calcium panthothenat 11,0 mg; niacinamid 32,5 mg; kyselina listová 1,5 mg; biotin 0,3 mg; betain 45,0 mg; cholinchlorid 250,2 mg; Fe 75,00 mg; Cu 15,0 mg; Mn 115,2 mg; Zn 108,0 mg; Se 0,3 mg; I 1,1 mg; Co 0,3 mg

2-Obsah inhibitoru trypsinu v SEŠ 6,7 TIA (TIU/mg)

3-Obsah inhibitoru trypsinu v extrudovaných sojových bobech 13,2 TIA (TIU/mg)

Vzorky krmiva a tráveniny byly ošetřeny oxidační kyselou hydrolyzou HCl ($c = 6 \text{ mol.l}^{-1}$). Chromatografická analýza na obsah aminokyselin hydrolyzáta vzorků byla provedena v analyzátoru AAA 400 (f. Ingos, Praha) s použitím Na-citrátového pufru a podle detekce ninhydrinu bylo měřeno určitých aminokyselin.

Poslední den pokusu byl z pod každé bilanční klece odebrán vzorek trusu pro stanovení retence NL a tuku. Dusikaté látky byly stanoveny metodou podle Kjeldahla a tuk byl stanoven metodou podle Soxhleta.

U všech vzorků byla stanovena sušina sušením při $105 \text{ }^\circ\text{C}$ do konstantní hmotnosti.

4.1.1.2 Výpočet koeficientu stravitelnosti a retence živin

Koeficient stravitelnosti živin byl vypočítán podle rovnice pro indikátorovou metodu:

$$\text{Stravitelnost (retence) živiny} = 100 - (I_{\text{krm}} \times \check{Z}_{\text{trv}} / I_{\text{trv}} \times \check{Z}_{\text{krm}}) \times 100 (\%)$$

| | | | |
|------|--------------------------|---|--|
| Kdy: | I_{krm} | – | Indikátor krmiva (g/kg 100% sušiny) |
| | \check{Z}_{trv} | – | Živina tráveniny (g/kg 100% sušiny) |
| | I_{trv} | – | Indikátor tráveniny (g/kg 100% sušiny) |
| | \check{Z}_{krm} | – | Živina krmiva (g/kg 100% sušiny) |

4.1.1.3 Příprava mikroskopických preparátů a morfologické vyšetření

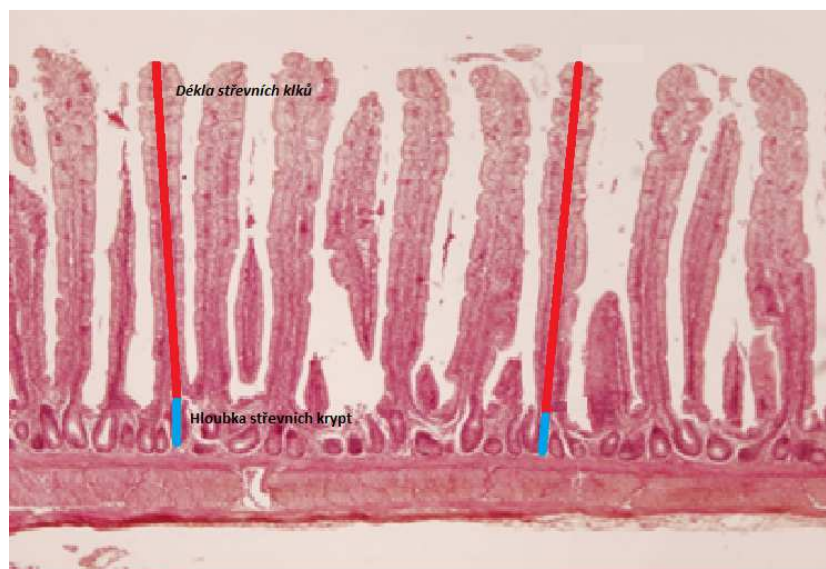
U 12-ti kuřat o průměrné hmotnosti skupiny byl po usmrcení odebrán vzorek tenkého střeva v oblasti 4 cm distálně od Meckelova diverticula pro morfologické vyšetření. Odebraný vzorek střeva byl podélně rozstříhnut, propláchnut v destilované vodě z důvodu odstranění tráveniny a fixován na korkové podložce. Jako fixační roztok byl použit 10% formaldehyd po dobu 24 hodin a následně byly vzorky přemístěny do roztoku 4% formaldehydu a uchovány do doby morfologického vyšetření.

Vzorky střeva fixované ve 4% formaldehydu byly promývány 6 hodin pod mírným proudem vody. Po proprání v tekoucí vodě se vzorek zbavil vody v ethanolové řadě. Vzorek se opatrně přenášel pinsetou z alkoholu o nižší koncentraci do koncentrovanějších roztoků, čímž se tkáň zbavila vody, na jejíž místo pronikl

alkohol. Stoupající alkoholová řada byla uspořádána takto: 70, 80, 90, 100% koncentrace alkoholu. Doba odvodňování v jednotlivých koncentracích byla 1 – 2 hodiny. Ze 100% alkoholu se vzorek přenášel do benzenalkoholu (1:1) a potom do benzenu. V benzenu se tkáň projasní a stane se téměř průhlednou. Z benzenu se vzorek přenášel do parafínu přes benzen-parafín. V benzen-parafínu byl vzorek ponechán půl hodiny, pak byl zalit parafínem rozehřátým na 56-58 °C. Takto připravený vzorek zalitý v parafínu byl po vychladnutí připraven k řezání na mikrotonu. Nařezaný vzorek o tloušťce 9 µm se připevnil na podložní sklíčko glycerín-bílkem (směs glycerínu s vaječným bílkem).

Před barvením preparátu fixovaného na podložní sklíčko se vzorek zbavil parafínu v xylénu, kde se vzorek ponechal 5 minut ve dvou lázních. Protože se xylén nerozpouští ve vodě, bylo třeba vzorek před vlastním barvením převést sestupnou alkoholovou řadou do destilované vody. Pro barvení byl použit hematoxylin-eosin. Odparafinované řezy byly barveny 3 – 10 minut hematoxylinem. Obarvené řezy byly opláchnuty ve vodě, přeneseny na několik vteřin do kyselého alkoholu (3 – 5 kapek HCl na 100 ml 96% alkoholu) a potom vypírané 10 až 20 minut v tekoucí vodě. Následně byly vzorky opláchnuty a převedeny vzestupnou alkoholovou řadou přes xylén do kanadského balzámu. Příklad preparátu je uveden na obr. 4, kde je znázorněno také měření délky klků a hloubky krypt.

Takto připravené preparáty byly vyšetřeny pod mikroskopem při zvětšení 1:4000, kdy byla měřena délka klků a hloubka střevních krypt u nejlépe situovaných klků.



Obrázek č. 4: Fotografie z morfolického vyšetření tenkého střeva kuřat

4.1.1.4 Stanovení aktivity trypsinu, proteáz a hmotnosti slinivky břišní

Pro stanovení aktivity trypsinu a proteáz bylo z každé skupiny vybráno 12 kuřat o průměrné hmotnosti ve skupině. Ihned po usmrcení byla kuřatům otevřená tělní dutina a odebrána trávenina z celého jejunu, to znamená od konce dvanáctníku po Meckelovo divertikulum jemným vytlačáním prsty. Takto odebraný vzorek byl hmotnostně ředěn ve chlazeném (6 °C) fosfátovém pufru po dobu 10 minut za pravidelného promíchávání v ledničce při teplotě (6 °C) tak, aby došlo k vyextrahování enzymů. Poté byl vzorek odstředěn v chlazené centrifúze při 4 °C a 10 000 otáčkách po dobu deseti minut. Po odstředění byl supernatant kvantitativně přenesen do minizkumavek *EPENDORF* a uchováván v mrazicím boxe při teplotě -30°C až do zpracování. U těchto kuřat byla také vyjmuta a zvážena slinivka břišní s přesností na 0,1 g a byl vypočten její podíl z živé hmotnosti.

Vlastní stanovení aktivity trypsinu bylo prováděno metodou konstantního času a měřeno na spektrofotometru při vlnové délce 405 nm. Hodnota absorbance byla vynásobena koeficientem 2539,3.

$$\text{Aktivita} = A \times 2539,3 \text{ (U/mL)}$$

A = absorbance

Aktivita trypsinu byla stanovována modifikovanou metodikou podle Almirall et al. (1995) po působení supernatantu v pracovním roztoku (1 mmol roztoku Na-Benzoyl-L-arginin 4-nitroanilid hydrochlorid (BAPNA, Sigma-Aldrich) v pufru (0,05 M Tris – HCl, pH 8,0).

Do čtyřech zkumavek byl napipetován 1 ml pracovního roztoku, který se inkuboval při teplotě 37 °C po dobu pěti minut, následně do tří zkumavek bylo přidáno 0,1 ml supernatantu a vzorek se inkuboval deset minut ve vodní lázni při teplotě 37 °C. Čtvrtá zkumavka sloužila jako slepý vzorek, proti kterému se měřila aktivita enzymu. Po deseti minutách se přidal 1 ml 10% kyseliny octové pro zastavení katalytické reakce a rovněž se přidal i do zkumavky sloužící jako slepý vzorek. Do zkumavky sloužící jako slepý vzorek se také přidal 0,1 ml biologického materiálu, tak aby ve všech zkumavkách byl stejný obsah všech látek.

Stanovení aktivity proteáz bylo prováděno také metodou konstantního času a měřeno na spektrofotometru při vlnové délce 366 nm.

Aktivita proteáz byla stanovena podle modifikované metodiky (Lynn a Clevette-Radford, 1984) působením supernatantu na 1% roztok azokaseinu (Sigma-Aldrich) ve fosfátovém pufru (pH 7,0).

Do tří zkumavek byl napipetován 1 ml 1% roztoku azokaseinu, který byl inkubován ve vodní lázni po dobu pěti minut z důvodu ohřátí na požadovanou teplotu 37 °C. Po pěti minutách bylo do dvou zkumavek přidáno 0,5 ml supernatantu ředěného ve fosfátovém pufru v poměru 1:150 a inkubováno ve vodní lázni při 37 °C po dobu 2 h. Třetí zkumavka sloužila jako slepý vzorek. Po uplynutí doby inkubace bylo přidáno do všech zkumavek 1,5 ml 5% kyseliny trichloroctové pro zastavení katalytické reakce. Do zkumavky sloužící jako slepý vzorek se následně přidalo 0,5 ml ředěného supernatantu tak, aby ve všech zkumavkách byl stejný obsah všech látek.

Po přenesení vzorků do kyvet se měřila absorbance na spektrofotometru vůči slepému vzorku. Za každou skupinu bylo měřeno 12 kuřat a u každého vzorku byla provedena tři opakování.

4.1.1.5 Statistické zpracování dat

Jednotlivé sledované parametry byly charakterizovány průměrem a střední chybou průměru. Pro zjištění statisticky průkazných rozdílů mezi průměry skupin byla použita jednofaktorová analýza variance (ANOVA) s následným testováním průkaznosti rozdílu Scheffeho testem. Statistické zpracování dat bylo shodné pro všechny pokusy.

4.2 Pokus II - Vliv náhrady sojového extrahovaného šrotu a sojového oleje extrudovanými plnotučnými sojovými boby

4.2.1 Vliv zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů na parametry užitečnosti kuřat

Cílem pokusu II bylo zjistit vliv tepelného ošetření (extruze) sojových bobů na růst kuřat, konverzi krmiva, ileální stravitelnost aminokyselin, aktivitu trypsinu a morfologii střeva.

V rámci pokusu byly provedeny 2 dílčí pokusy.

4.2.1.1 Pokus II A

Pokus byl proveden na 260 ks jednodenních kohoutků hybridní kombinace ROSS 308. Kuřata byla ustájena ve dvoupodlažní klecové technologii v souladu s technologickým návodem pro daného hybridu. Ustájení bylo v souladu se směrnicí 2007/43/ES.

Od 1. do 10. dne byla kuřatům podávána komerční krmná směs BR 1. Desátý den věku byla kuřata rozdělena do 5-ti skupin. Každá skupina měla 4 opakování, kdy v jedné kleci bylo 13 ks kuřat, to znamená 4 x 13, 52 ks za skupinu. Od 10. do 38. dne byla každá skupina krmená jinou směsí BR2, lišící se v zastoupení SEŠ, extrudovaných plnotučných sojových bobů (EPSB) a sójového oleje (viz Tabulka č. 5). Skupiny byly podle obsahu extrudovaných sojových bobů 4, 8, 12 a 16 % označeny jako E4, E8, E12 a E16. Kontrolní skupina (K) EPSB neobsahovala. Vlhká extruze sojových bobů byla provedena na přístroji Miltens při teplotách 130 – 135 °C. Krmná směs byla pro všechny skupiny isoproteinová a isoenergetická. Obsah živin je uveden v tabulce č. 5. Příjem napájecí vody byl ad-libitně.

Všechna kuřata byla individuálně vážena od 10. do 38. dne věku kuřat v pravidelných týdenních intervalech. Množství podávané krmné směsi a nedožerky na konci pokusu byly zváženy a odečteny od množství předkládaného krmiva. Uhynulé kusy byly váženy pro zohlednění výpočtu konverze krmiva. Poslední den pokusu byla kuřata po omračení usmrcena dekapitací.

U kuřat byla stanovena:

- ileální stravitelnost aminokyselin
- aktivita trypsinu
- aktivita proteáz
- hmotnost slinivky břišní
- morfologické vyšetření ilea

Metodiky stanovení jednotlivých parametrů byly shodné jako v pokuse I A.

Tabulka č. 5: Složení a obsah živin v pokusných krmných směsích od 10. do 38. dne věku kuřat (g/kg)

| Komponenta | Pokusné směsi | | | | |
|--|---------------|-----------|-----------|------------|------------|
| | K | E4 | E8 | E12 | E16 |
| Pšenice | 390,8 | 390,8 | 390,8 | 390,8 | 390,8 |
| Kukuřice | 250,0 | 250,0 | 250,0 | 250,0 | 250,0 |
| Sojový extrahovaný šrot ² | 273,0 | 240,2 | 207,4 | 174,6 | 141,8 |
| Extrudované sojové boby³ | 0 | 40 | 80 | 120 | 160 |
| Sojový olej | 45,0 | 37,8 | 30,6 | 23,4 | 16,2 |
| L-lysin HCl | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| L-threonin | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| DL-methionin | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| Vápenec | 14,5 | 14,5 | 14,5 | 14,5 | 14,5 |
| Monokalciumfosfát | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |
| NaCl | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Uhličitan sodný | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Minerálně vitaminový premix ¹ | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Živinové složení směsi | | | | | |
| Sušina | 881,7 | 882,7 | 880,7 | 879,6 | 878,6 |
| Dusíkaté látky | 204,7 | 204,7 | 204,7 | 204,6 | 204,6 |
| ME (MJ/kg) | 12,2 | 12,2 | 12,1 | 12,8 | 12,4 |
| Vláknina | 26,8 | 25,6 | 28,1 | 29,4 | 30,7 |
| Tuk | 64,2 | 64,8 | 63,7 | 63,2 | 62,7 |
| Škroby | 375,5 | 373,7 | 377,3 | 379,1 | 380,9 |
| Cukry | 39,2 | 39,3 | 39,1 | 39,0 | 38,9 |
| Popel | 60,4 | 60,5 | 60,3 | 60,3 | 60,2 |
| Lys | 12,2 | 12,2 | 12,2 | 12,2 | 12,2 |
| Met | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 |
| Met+Cys | 9,3 | 9,3 | 9,3 | 9,3 | 9,3 |
| Thr | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 |
| Trp | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 |
| Arg | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 |
| Ca | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 8,3 |
| P | 6,5 | 6,4 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| Využitelný P | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 |
| Na | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |

1-Premixem bylo dodáno na kg směsi: retinol 13500,0 IU; cholekalciferol 499,8 IU; alfa tokopherol 35,1 mg; menadion 3,0 mg; thiamin 2,3 mg; riboflavin 6,0 mg; pyridoxin 5,1 mg; cobalamin 0,02 mg; calcium panthothenat 11,0 mg; niacinamid 32,5 mg; kyselina listová 1,5 mg; biotin 0,3 mg; betain 45,0 mg; cholinchlorid 250,2 mg; Fe 75,00 mg; Cu 15,0 mg; Mn 115,2 mg; Zn 108,0 mg; Se 0,3 mg; I 1,1 mg; Co 0,3 mg

2-Obsah inhibitoru trypsinu v SEŠ 6,7 TIA (TIU/mg)

3-Obsah inhibitoru trypsinu v extrudovaných sojových bobech 8,4 TIA (TIU/mg)

4.2.1.2 Pokus II B

Na základě pokusu II A byl proveden pokus II B s 900 jednodenními kohoutky hybridní kombinace ROSS 308. Pokus probíhal v biologické testovací stanici ÚKZÚZ v Lípě u Havlíčkova Brodu. Kuřata byla ustájena na podestýlce z dřevěných hoblin v souladu s technologickým návodem pro daného hybridu. Ustájení bylo v souladu s požadavky velkovýrobní technologie na hluboké podestýlce z dřevěných hoblin s řízenými podmínkami prostředí a v souladu se směrnicí 2007/43/ES.

Od 1. do 10. dne byla kuřata krmena komerční krmnou směsí BR1. Desátý den byla kuřata individuálně zvážena a bylo vybráno 800 ks pro následné testování tak, aby mezi průměrnou hmotností v jednotlivých skupinách nebyl statistický průkazný ($P > 0,05$) rozdíl. Kuřata byla rozdělena do čtyř skupin, každá skupina měla dvě opakování, kde v každém kotci bylo sto kuřat. Od desátého dne byla kuřata v jednotlivých skupinách krmena směsmi, které se lišily v zastoupení sojového extrudovaného šrotu, EPSB a sojového oleje. Skupiny podle rozdílného obsahu extrudovaných sojových bobů v rozsahu 0, 4, 8 až 12 % byly označeny jako K, E4, E8 a E12. Složení směsí a obsah živin byl shodný jako u krmiv K, E4, E8 a E12 v pokusu I A (Tabulka č. 5). Krmná směs byla pro všechny skupiny isoproteinová a isoenergetická (20,5 % NL/kg a 12,7 MJ/kg ME_d). Napájecí voda byla podávána ad libitně z kapátkových napáječek. Kuřata byla individuálně vážena od 10. do 35. dne věku kuřat. Množství podávané krmné směsi a nedožerky na konci pokusu byly zváženy a odečteny od množství předkládaného krmiva. Uhynulá kuřata byla vážena pro zohlednění výpočtu konverze krmiva. Růstová intenzita byla vyjádřena jako průměrná živá hmotnost skupiny v týdenních intervalech.

4.3 Pokus III – Vliv zkrmování kukuřičných výpalků

4.3.1 Vliv zkrmování kukuřičných výpalků na parametry užitkovosti kuřat a stravitelnost aminokyselin

Cílem pokusu III bylo zjistit vliv zkrmování kukuřičných výpalků (DDGS) na růst kuřat, konverzi krmiva a ileální stravitelnost aminokyselin. V rámci pokusu byly provedeny tři dílčí pokusy.

4.3.1.1 Pokus III A - Vliv zkrmování kukuřičných výpalků na růst a konverzi krmiva

Pokus byl proveden na kohoutcích masného typu hybrida ROSS 308. Ustájení bylo v souladu s požadavky velkovýrobní technologie na hluboké podestýlce z dřevěných hoblin s řízenými podmínkami prostředí a v souladu se směrnicí 2007/43/ES. Pokus probíhal v biologické testační stanici ÚKZÚZ v Lípě u Havlíčkova Brodu.

Do 9. dne věku byla všem kuřatům zkrmována komerční krmná směs BR1. Od 9. do 35. dne věku byla kuřatům zkrmována pokusná krmná směs BR2 lišící se v zastoupení SEŠ a kukuřičných DDGS. Obsah živin kukuřičných DDGS je uveden v tabulce č. 6. Všechny ostatní komponenty KS byly zastoupeny ve stejném množství. Celkem bylo naskladněno 900 ks kohoutků, ze kterých bylo 9. den věku vybráno do pokusu 800 ks tak, aby mezi skupinami nebyl statisticky průkazný rozdíl v živé hmotnosti. Kohoutci byli rozdělení do 4 pokusných skupin podle obsahu DDGS v KS. Každá skupina měla dvě opakování po 100 kusech (2 x 100 ks ve skupině). Skupina kontrolní (K) neobsahovala žádné DDGS, D6 obsahovala 6 %, D12 obsahovala 12 % a D18 obsahovala 18 % DDGS. Krmná směs byla pro všechny skupiny isoproteinová a isoenergetická (20,0 % NL/kg a 12,6 MJ/kg MED). Složení směsi BR 1 a pokusných krmných směsí je uvedeno v tabulce č. 6 a jejich živinové složení je uvedeno v tabulce č. 7. Granulovaná KS byla kuřatům předkládána z tubusových krmítek ad libitum. Napájecí vodu měla kuřata k dispozici ad-libitně z kapátkových napáječek. Množství podávané krmné směsi bylo zaznamenáváno a nedožerky na konci pokusu byly zváženy a odečteny od množství podaného krmiva. Uhynulá kuřata byla vážena pro zohlednění při výpočtu konverze krmiva.

4.3.1.2 Pokus III B - Vliv zkrmování vysoké hladiny kukuřičných výpalků na růst a konverzi krmiva

Pokus byl proveden na kuřatech masného typu hybrida Cobb 500. Ustájení bylo v souladu s požadavky velkovýrobní technologie na hluboké podestýlce z dřevěných hoblin s řízenými podmínkami prostředí a v souladu se směrnicí 2007/43/ES. Pokus probíhal v biologické testační stanici ÚKZÚZ v Lípě u Havlíčkova Brodu.

Do 9. dne věku byla všem kuřatům zkrmována komerční krmná směs BR1. Od 9. do 35. dne věku kuřata přijímala pokusnou krmnou směs BR2 lišící se v zastoupení SEŠ a kukuřičných DDGS. Všechny ostatní komponenty KS byly zastoupeny

ve stejném množství. Celkem bylo naskladněno 800 ks kuřat obou pohlaví, ze kterých bylo 9. den věku vybráno do pokusu 600 ks tak, aby mezi skupinami nebyl statisticky průkazný rozdíl v živé hmotnosti. Kuřata byla rozdělena do 2 pokusných skupin (3 x100 ks ve skupině) podle obsahu DDGS v KS. Skupina K neobsahovala žádné DDGS, skupina D20 obsahovala 20 % DDGS. Složení pokusných krmných směsí je uvedeno v tabulce č. 6 a jejich živinové složení v tabulce č. 7. Granulovaná KS byla kuřatům předkládána z tubusových krmítek ad libitum. Napájecí vodu měla kuřata k dispozici nepřetržitě z kapátkových napáječek. Krmná směs byla pro všechny skupiny isoproteinová a isoenergetická (20,5 % NL/kg a 12,2 MJ/kg ME_d). Množství podávané krmné směsi bylo zaznamenáváno, nedožerky na konci pokusu byly zváženy a odečteny od množství přijatého krmiva. Uhynulá kuřata byla vážena pro zohlednění při výpočtu konverze krmiva.

Kukuřičné výpalky byly shodné v pokuse III A i pokuse III B.

Tabulka č. 6: Složení pokusných směsí (g/kg)

| | Pokus III A | | | | Pokus III B | |
|--|-------------|-----------|------------|------------|-------------|------------|
| | K | D6 | D12 | D18 | K | D20 |
| Pšenice | 370,8 | 370,8 | 370,8 | 370,8 | 303,0 | 301,0 |
| Kukuřice | 279,0 | 236,5 | 192,7 | 161,6 | 340,0 | 232,0 |
| Sojový extrahovaný šrot | 278,2 | 250,0 | 222,5 | 192,0 | 280,0 | 184,0 |
| Kukuřičné DDGS | 0 | 60 | 120 | 180 | 0 | 200 |
| Olej | 40,0 | 50,0 | 61,0 | 61,0 | 30,0 | 50,0 |
| L-lysin HCl | 1,0 | 1,7 | 2,1 | 2,7 | 2,0 | 2,0 |
| DL-methionin | 2,0 | 2,0 | 1,9 | 1,9 | 2,0 | 2,0 |
| Vápenec | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 14,0 | 19,0 | 16,0 |
| NaCl | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 2,0 |
| Bolifor MCP | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 17,0 | 6,0 |
| Mínérálně vitaminový premix ¹ | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 5,0 | 5,0 |

¹-Premixem bylo dodáno na kg směsi: retinol 13500,0 IU; cholekalciferol 499,8 IU; alfa tokopherol 35,1 mg; menadion 3,0 mg; thiamin 2,3 mg; riboflavin 6,0 mg; pyridoxin 5,1 mg; cobalamin 0,02 mg; calcium panthothenat 11,0 mg; niacinamid 32,5 mg; kyselina listová 1,5 mg; biotin 0,3 mg; betain 45,0 mg; cholinchlorid 250,2 mg; Fe 75,0 mg; Cu 15,0 mg; Mn 115,2 mg; Zn 108,0 mg; Se 0,3 mg; I 1,1 mg; Co 0,3 mg

Tabulka. č. 7: Živinné složení DDGS a pokusných směsí

| Živina | Jednotka | DDGS | Pokus III A | | | | Pokus III B | |
|-----------------|----------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------------|-------|
| | | | K | D6 | D12 | D18 | K | D20 |
| Sušina | g/kg | 900,3 | 899,5 | 904,2 | 906,3 | 904,7 | 878,1 | 886,8 |
| ME _d | MJ | 6,10 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,2 | 12,2 |
| NL | g/kg | 268,0 | 200,0 | 199,0 | 200,0 | 201,0 | 205,0 | 204,0 |
| Tuk | g/kg | 108,0 | 63,0 | 74,9 | 91,3 | 97,4 | 55,0 | 89,5 |
| Popel | g/kg | 45,6 | 49,9 | 48,6 | 49,2 | 49,9 | 55,5 | 48,9 |
| Vláknina | g/kg | 77,2 | 25,1 | 24,5 | 28,6 | 31,2 | 19,3 | 24,7 |
| Škrob | g/kg | 56,3 | 427,0 | 384,0 | 384,0 | 362,0 | 429,0 | 368,0 |
| Cukry | g/kg | 8,6 | 32,4 | 30,0 | 31,2 | 25,2 | 37,2 | 27,6 |
| Ca | g/kg | 1,1 | 9,2 | 8,7 | 8,2 | 8,2 | 10,0 | 7,8 |
| Popel | g/kg | 8,2 | 6,0 | 6,0 | 6,2 | 6,4 | 7,6 | 5,8 |
| Lys | g/kg | 12,30 | 11,8 | 11,7 | 10,6 | 11,7 | 13,5 | 12,0 |
| Met | g/kg | 6,1 | 4,1 | 4,1 | 5,1 | 4,2 | 6,5 | 6,8 |

4.3.1.3 Pokus III C - Stanovení zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin kukuřičných výpalků

Do pokusu bylo zařazeno 150 kohoutků hybridní kombinace ROSS 308 ve věku 21 dnů o stejné průměrné živé hmotnosti (± 50 g), kteří byli dovezeni z konvenčního chovu a následně umístěni v testační klecové technologii v prostorách Mendelovy univerzity v Brně. Ustájení bylo v souladu se směrnici 2007/43/ES.

Prvních pět dnů po naskladnění do pokusné technologie probíhalo přípravné období, kdy byla kuřata navykána na pokusnou krmnou směs se zařazením 1 % DDGS a sníženým obsahem dusíkatých látek ve směsi (160 g/kg). Složení základní krmné směsi je uvedeno v tabulce č. 8. Od 5. dne pokusu byla kuřata rozdělena do pěti pokusných skupin po 24 kuřatech. První skupina přijímala i nadále směs s 1 % DDGS a druhé až páté skupině byla předkládána krmná směs, ve které byla základní krmná směs nahrazena odstupňovaným podílem DDGS (4, 8, 12 a 16% nahrazení základní směsi DDGS), jak je uvedeno v tabulce č. 9. Vlastní pokusné období trvalo pět dnů. Na konci pokusu byla kuřata po omráčení usmrcena dekapitací a byla jim otevřena tělní dutina a odebrána trávenina z posledních dvou třetin ilea jemným vytlačáním prsty. Porážení kuřat bylo ve věku 31. dnů 3 – 4 hodiny po nakrmení. Nakrmení kuřat

následovalo po předcházejícím lačnění 12 hod. Získána trávenina byla zmrazena při – 30 °C, následně byla lyofilizována, homogenizována a uchována ve zkumavkách pro další analýzy.

Metodika stanovení aminokyselin byla stejná jak v pokuse I A. Jako externí indikátor byl použit oxid chromitý Cr₂O₃ v koncentraci 0,3 % ve směsi. Výpočet zdánlivé stravitelnosti živin DDGS a jejich regresní analýza byly provedeny podle Fan a Sauer (1995):

$$D_{DDGS}=(D_D-D_B*S_B)/S_A$$

D_D – zdánlivá stravitelnost testované směsi (%); D_B – zdánlivá stravitelnost základní směsi (%); S_B – množství aminokyselin ze základní směsi v testované směsi, S_B = 1-S_A (desetinné procenta); S_A – množství aminokyselin z testované komponenty v celkové dietě (desetinné procenta).

Pro toto stanovení byly použity koeficienty stravitelnosti z KS s 0 % DDGS (základní směs; D_B) a KS s 16 % DDGS (testované krmivo; D_A).

Jednoduchá lineární regresní analýza může být stanovena následující rovnicí podle Fan and Sauer (1995):

$$D_{Di} = A + B * S_{Bi}$$

D_{Di} – zdánlivá stravitelnost aminokyselin v zkoumané směsi (%); D_B a D_A jsou koeficienty zdánlivé stravitelnosti aminokyselin stanovené pro základní a zkoumanou směs a definovány jako A = D_A a B = D_B- D_A.

Kukuřičné DDGS byly stejné jako v pokuse III A i pokuse III B

Tabulka č. 8: Složení základní směsi (g/kg)

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Pšenice | 600,0 |
| Kukuřice | 170,0 |
| Sojový extrahovaný šrot | 150,0 |
| Řepkový olej | 17,0 |
| DDGS | 10,0 |
| Cr ₂ O ₃ | 3,0 |
| Vit-min premix ¹ | 5,0 |

¹-Premixem bylo dodáno na kg směsi: retinol 22500,0 IU; cholekalciferol 833,0 IU; alfa tokopherol 58,5 mg; menadion 5,0 mg; thiamin 4,3 mg; riboflavin 10,0 mg; pyridoxin 8,5 mg; cobalamin 0,05 mg; calcium panthothenat 18,4; niacinamid 54,2 mg; kyselina listová 2,5 mg; biotin 0,4 mg; betain 75,0 mg; cholinchlorid 417,0; Fe 125,0 mg; Cu 25,0 mg; Mn 192,2 mg; Zn 180,0 mg; Se 0,5 mg; I 1,8 mg; Co 0,4 mg

Tabulka č. 9: Složení krmných směsí (g/kg)

| | Skupina | | | | |
|---------------|---------|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 |
| Základní směs | 1000 | 960 | 920 | 880 | 840 |
| DDGS | 0 | 40 | 80 | 120 | 160 |

4.4 Pokus IV - Stravitelnost aminokyselin vybraných proteinových krmiv a aktivita trávicích enzymů

Do pokusu bylo zařazeno 150 ks kohoutků hybridní kombinace ROSS 308 ve věku 30 dní, dovezených na pracoviště Mendelovy univerzity v Brně z komerčního chovu. Kohoutci byli ustájeni ve dvoupodlažní klecové technologii v souladu s technologickým návodem pro daného hybridu. Kohoutci byli rozděleni do pěti skupin po 30 kusech, každá skupina měla tři opakování. V každé kleci bylo 10 ks kohoutků. V období navykání kohoutků na klecovou technologii byla od 1. do 3. dne po naskladnění zkrmována komerční krmná směs BR2. Pokusná krmiva: SEŠ (TIA 0,1037), extrudované plnotučné sojové boby (TIA 0,0728), plnotučné sojové boby neupravené (TIA 0,4939), kukuřičných DDGS (L* 70,38, a* 9,29 a b* 40,99) a řepkový extrahovaný šrot (TIA 0,4839) byly zkrmovány od čtvrtého dne od naskladnění do konce pokusu. Tato krmiva byla jediným zdrojem dusíkatých látek ve směsi. Krmiva byla balancována pomocí škrobu na obsah 200 g/kg dusíkatých látek a doplněná vitamino-mineralním premixem. Do směsí byl přidán Cr₂O₃ jako externí indikátor. Složení pokusných krmiv je zobrazeno v tabulce č. 10. Všechny KS byly zkrmovány ad-libitum. Napájecí vodu měla kuřata k dispozici ad-libitum z kapátkových napáječek. Během pokusu byla zaznamenána spotřeba krmiva.

Na konci pokusného období, to je 37. den věku kuřat, byl pokus ukončen usmrcením zvířat dekapitací po předchozím omráčení. Ihned po usmrcení byla otevřená tělní dutina a vyjmut zažívací trakt, ze kterého byla odebrána trávenina z poslední třetiny ilea po 3 cm od vyústění slepých střev. Takto získána trávenina byla zpracována stejným způsobem, jak je uvedeno v pokuse I.

Pro stanovení aktivity trávicích enzymů bylo vybráno 9 kohoutků z každé skupiny (tři za každé opakování), kterým ihned po usmrcení a vyjmutí trávicího traktu byla odebrána trávenina z první poloviny jejunu a první poloviny ilea. Takto odebrána

trávenina byla dále zpracována, jak je uvedeno v pokuse I. Vlastní měření aktivity trávicích enzymů bylo v souladu s metodikou pokusu I.

Tabulka č. 10.: Složení pokusných krmných směsí (g/kg)

| | DDGS | Plnotučné sojové boby neupravené | Extrudované sojové boby | Sojový extrahovaný šrot | Řepkový extrahovaný šrot |
|--------------------------------|-------|--|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Zkoumané krmivo | 717,9 | 540,4 | 526,7 | 464,5 | 597,6 |
| Kukuřičný škrob | 182,1 | 409,6 | 423,3 | 435,5 | 302,4 |
| Řepkový olej | 50 | — | — | 50 | 50 |
| Vápenec | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Monokalciium fosfát | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| NaCl | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Cr ₂ O ₃ | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Vit. min premix ¹ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

1-Premixem bylo dodáno na kg směsi: retinol 22500,0 IU; cholekalciferol 833,0 IU; alfa tokopherol 58,5 mg; menadion 5,0 mg; thiamin 4,3 mg; riboflavin 10,0 mg; pyridoxin 8,5 mg; cobalamin 0,05 mg; calcium panthothenat 18,4; niacinamid 54,2 mg; kyselina listová 2,5 mg; biotin 0,4 mg; betain 75,0 mg; cholinchlorid 417,0; Fe 125,0 mg; Cu 25,0 mg; Mn 192,2 mg; Zn 180,0 mg; Se 0,5 mg; I 1,8 mg; Co 0,4 mg

4.5 Pokus IV - Vliv zkrmování řepkového semene na růst kuřat

Pokus byl proveden na kohoutcích masného typu hybrida ROSS 308. Ustájení bylo v souladu s požadavky velkovýrobní technologie na hluboké podestýlce z dřevěných hoblin s řízenými podmínkami prostředí a v souladu se směrnici 2007/43/ES. Pokus probíhal v biologické testační stanici ÚKZÚZ v Lípě u Havlíčkova Brodu.

Do pokusu bylo zařazeno 900 ks kohoutků ROSS 308, ze kterých bylo 9. den vybráno 800 ks tak, aby mezi jednotlivými kotci nebyl statisticky průkazný rozdíl v průměrné živé hmotnosti. Od 1. do 9. dne věku byla kuřatům podávána komerční krmná směs BR1. Vlastní pokus probíhal od 9. do 36. dne věku, kdy kuřata přijímala krmnou směs BR2 lišící se v zastoupení SEŠ, řepkového oleje a řepkového semene (13,64 μmol/g GLS semene při 9 % vlhkosti). Kohoutci byli rozdělení do 4 pokusných skupin se dvěma opakováními podle obsahu ŘS v KS (tabulka č. 11). Kontrolní skupina byla krmena krmnou směsí bez řepkového semene a pokusné krmné směsi obsahovaly 8 % (skupina R8), 12 % (skupina R12) a 15 % (skupina R15) řepkového semene. V tabulce č. 12 je uveden obsah živin v pokusných KS. Granulovaná KS byla kuřatům předkládána z tubusových krmítek ad libitum. Napájecí vodu měla kuřata k dispozici nepřetržitě z kapátkových napáječek. V průběhu pokusu byla zjišťována hmotnost kuřat

v týdenních intervalech. Uhynulá kuřata byla vážena pro zohlednění při výpočtu konverze krmiva stejně jako množství podaného krmiva.

Tabulka č. 11.: Složení pokusných krmných směsí BR2 (g/kg)

| Krmivo | Skupina | | | |
|-----------------------------|----------|-----------|------------|------------|
| | K | R8 | R12 | R15 |
| Pšenice | 391,0 | 391,0 | 391,0 | 391,0 |
| Kukuřice | 250,0 | 226,0 | 217,0 | 200,0 |
| Sojový extrahovaný šrot | 273,0 | 240,0 | 223,0 | 213,0 |
| Řepkové semeno "00" | 0 | 80 | 120 | 150 |
| Řepkový olej | 45,0 | 22,0 | 8,0 | 5,0 |
| L-lysin HCl | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| L-threonin | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| DL-methionin | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Vápenec | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Sůl | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Bolifor MCP | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 |
| Uhličitan sodný | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Vit-min premix ¹ | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |

1-Premixem bylo dodáno na kg směsi: retinol 13500,0 IU; cholekalciferol 499,8 IU; alfa tokopherol 35,1 mg; menadion 3,0 mg; thiamin 2,3 mg; riboflavin 6,0 mg; pyridoxin 5,1 mg; cobalamin 0,02 mg; calcium panthothenat 11,0 mg; niacinamid 32,5 mg; kyselina listová 1,5 mg; biotin 0,3 mg; betain 45,0 mg; cholinchlorid 250,2 mg; Fe 75,00 mg; Cu 15,0 mg; Mn 115,2 mg; Zn 108,0 mg; Se 0,3 mg; I 1,1 mg; Co 0,3 mg

Tabulka č. 12.: Živinové složení krmných směsí (g/kg)

| Živina | Skupina | | | |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|
| | K | R8 | R12 | R15 |
| NL | 200,0 | 200,0 | 199,0 | 199,0 |
| ME _d (MJ/kg) | 12,3 | 12,4 | 12,3 | 12,3 |
| Tuk | 66,0 | 72,0 | 72,0 | 80,0 |
| Vláknina | 29,0 | 32,0 | 34,0 | 35,0 |
| Popel | 55,0 | 56,0 | 56,0 | 57,0 |
| Lys | 13,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 |
| Met | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,6 |
| Thr | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 |
| Ca | 9,0 | 9,0 | 10,0 | 10,0 |
| P | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| Na | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |

5 VÝSLEDKY

5.1 Pokus I - Zkrmování surových plnotučných sojových bobů brojlerům

5.1.1 Vliv zkrmování surových plnotučných sojových bobů na růst a konverzi krmiva

Hmotnost kuřat v týdenních intervalech je znázorněna v tabulce č. 13. Na začátku pokusného období, to je 10. den věku kuřat, nebyl v průměrné živé hmotnosti mezi skupinami statisticky průkazný rozdíl ($P > 0,05$). Sedmnáctý den věku kuřat rostla statisticky průkazně ($P < 0,05$) lépe kuřata skupiny K a B4 oproti skupině B12. Dvacátý čtvrtý den věku kuřat byl statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$) v hmotnosti mezi skupinami K a skupinou B12. Stejný výsledek byl zaznamenán 31. i 38. den věku kuřat. Hmotnost skupiny K byla na konci pokusného období 2443 g a skupiny B12 (12 % SEŠ a sojového oleje nahrazeno SPSB) 2158 g. Rozdíl 285 g mezi těmito skupinami byl statisticky průkazný ($P < 0,05$).

Tabulka č. 13: Vliv zkrmování SPSB na živou hmotnost kuřat (g)

| skupina | Průměrná živá hmotnost ± SE | | | | |
|------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 10. den | 17. den | 24. den | 31. den | 38. den |
| K | 291 ± 3,8 ^a | 665 ± 9,5 ^a | 1146 ± 22,9 ^a | 1823 ± 36,0 ^a | 2443 ± 56,3 ^a |
| B4 | 287 ± 4,2 ^a | 639 ± 8,9 ^a | 1078 ± 25,1 ^{a,b} | 1722 ± 30,2 ^{a,b} | 2306 ± 41,2 ^{a,b} |
| B8 | 286 ± 4,1 ^a | 625 ± 8,7 ^{a,b} | 1090 ± 19,2 ^{a,b} | 1677 ± 33,2 ^{a,b} | 2296 ± 38,3 ^{a,b} |
| B12 | 289 ± 3,6 ^a | 585 ± 7,2 ^b | 1039 ± 13,9 ^b | 1603 ± 26,0 ^b | 2158 ± 37,9 ^b |

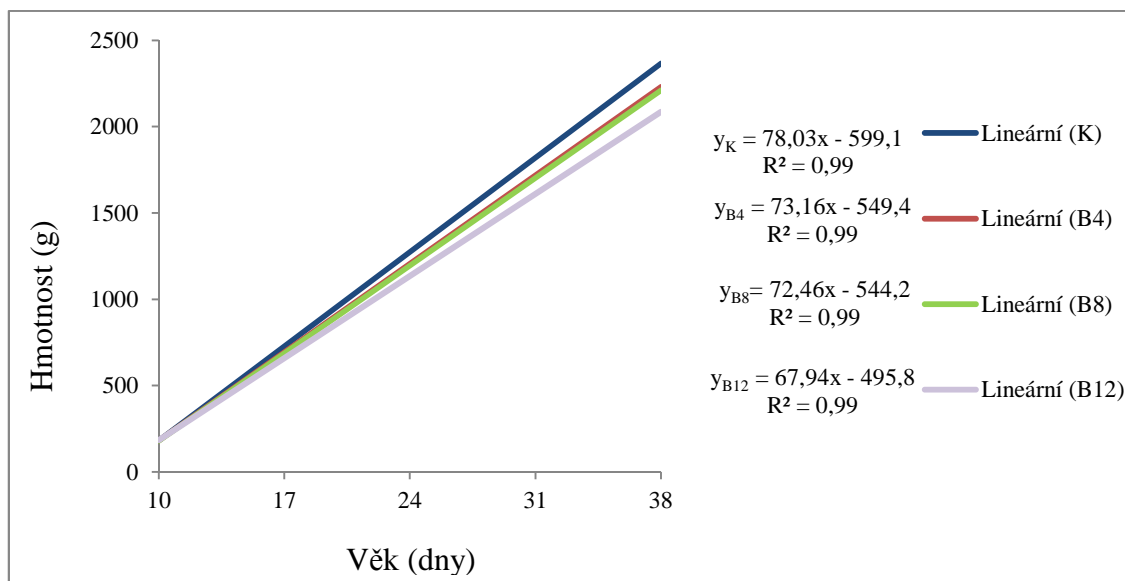
Pozn.: v rámci daného věku rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami ($P < 0,05$)

SE – střední chyba průměru

V grafu č. 1 jsou zobrazeny růstové křivky kuřat jednotlivých pokusných skupin a jejich lineární rovnice od 10. do 38. dne věku. Na začátku pokusu, to je 10. den věku kuřat, byly všechny skupiny hmotnostně vyrovnané. Již od 17 dne věku je z grafu patrné mírné snižování intenzity růstu u skupiny B12.

Pokud bychom pro odhad délky výkrmu do 2 kg živé hmotnosti použili uvedené rovnice, při zařazení surových plnotučných sojových bobů do KS BR2 by se v případě skupin B4 a B8 prodloužil z 33 dní (K) na 35 dní a v případě skupiny B12 na 37 dní.

Graf č. 1.: Vliv zkrmování SPSB na růst kuřat od 10. do 38. dne věku



V tabulce č. 14 jsou zobrazeny výsledky konverze krmiva u jednotlivých pokusných skupin za období od 1. do 38. dne věku kuřat. Nejlepší konverze krmiva dosáhla skupina K bez zařazení plnotučných sojových bobů do krmné směsi a to 1,69 kg/kg. Nejhorší konverze krmiva byla zjištěna u skupiny B12 a to 1,90 kg/kg. Rozdíl mezi těmito skupinami byl statisticky průkazný ($P < 0,05$).

Tabulka č. 14: Konverze krmiva (kg/kg)

| | Průměr ± SE | | | |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | K | B4 | B8 | B12 |
| Konverze (kg/kg) | 1,69 ± 0,04 ^a | 1,73 ± 0,07 ^{a,b} | 1,76 ± 0,08 ^{a,b} | 1,90 ± 0,05 ^b |

Pozn.: rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$)

Zkrmování surových plnotučných sojových bobů jako náhrada sojového extrahovaného šrotu a oleje v krmné směsi, mělo negativní vliv na růst kuřat a konverzi krmiva. Statisticky průkazný ($P < 0,05$) negativní vliv byl však zjištěn až při hladině 12 % SPSB.

5.1.2 Vliv zkrmování surových plnotučných sojových bobů na stravitelnost aminokyselin

Zdánlivá ileální stravitelnost aminokyselin krmných směsí vyjádřena jako koeficienty stravitelnosti, je zobrazena v tabulce č. 15. S výjimkou methioninu, byla stravitelnost všech aminokyselin statisticky průkazně ($P < 0,05$) ovlivněna zkrmováním SPSB v krmné směsi pro kuřata. U Lys, Thr, Ile, Leu, Phe, His a Arg byla zjištěna statisticky průkazně ($P < 0,05$) nižší stravitelnosti u skupin B4 a B8 v porovnání se skupinou K. Nejvýraznější pokles ve stravitelnosti byl pozorován u aminokyselin Ile a His. Koeficient stravitelnosti většiny aminokyselin klesal až do hladiny 8 % SPSB v krmné směsi, ale u hladiny 12 % se mírně zvýšil. Mezi aminokyselinami Lys, Thr, Leu, Phe a Arg nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v jejich stravitelnosti mezi skupinami K a B12.

Retence NL byla statisticky průkazně ($P < 0,05$) nižší u skupin B4 a B8 oproti skupinám K a B12 a mezi skupinou K a B12 nebyl statisticky průkazný ($P > 0,05$) rozdíl v retenci NL. Retence tuku byla statisticky průkazně ($P < 0,05$) nižší u všech pokusných skupin v porovnání se skupinou K.

Tabulka č. 15: Koeficienty stravitelnosti esenciálních aminokyselin, retence NL a retence tuku

| | K | B4 | B8 | B12 |
|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Lys | 0,803 ^a | 0,670 ^b | 0,710 ^{b,c} | 0,777 ^{a,c} |
| Met | 0,841 ^a | 0,831 ^a | 0,851 ^a | 0,872 ^a |
| Thr | 0,696 ^a | 0,528 ^b | 0,512 ^b | 0,697 ^a |
| Ile | 0,734 ^a | 0,511 ^{b,c} | 0,461 ^b | 0,614 ^c |
| Leu | 0,758 ^a | 0,611 ^b | 0,608 ^b | 0,720 ^a |
| Phe | 0,760 ^a | 0,663 ^{b,c} | 0,609 ^b | 0,699 ^{a,c} |
| His | 0,717 ^a | 0,520 ^b | 0,468 ^b | 0,620 ^c |
| Arg | 0,826 ^a | 0,689 ^b | 0,665 ^b | 0,765 ^a |
| NL retence | 0,640 ^a | 0,436 ^b | 0,487 ^b | 0,588 ^a |
| Tuk retence | 0,873 ^a | 0,736 ^b | 0,804 ^b | 0,808 ^b |

Pozn.: rozdílné horní indexy (a, b, c) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$)

5.1.3 Vliv zkrmování surových plnotučných sojových bobů na morfologické charakteristiky tenkého střeva

Výsledky měření délky klků, krypt a poměru klky/krypty v pokusu s SPSB jsou zobrazeny v tabulce č. 16. U délky klků byl statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$) zjištěn

mezi skupinou K a skupinou B8 oproti skupině B4 se 4 % SPSB v krmné směsi. Statisticky průkazně ($P < 0,05$) menší hloubka krypt byla zjištěna u skupin B4 a B8 oproti skupině kontrolní a skupině s nejvyšší hladinou SPSB v KS. Při měření poměru klky/krypty byl statisticky průkazný ($P < 0,05$) rozdíl zjištěn u skupiny B8 oproti všem ostatním skupinám.

Tabulka č. 16.: Délka klků, hloubka krypt a poměr klky/krypty tenkého střeva při použití SPSB v KS BR2 (μm)

| | Průměr ± SE | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------------|---|-------------------|-----|---|-------------------|-----|---|-------------------|-----|---|-------------------|
| | K | | | B4 | | | B8 | | | B12 | | |
| Klky | 966 | ± | 24,2 ^a | 842 | ± | 18,4 ^b | 922 | ± | 13,8 ^a | 917 | ± | 14,9 ^a |
| Krypty | 160 | ± | 5,7 ^a | 135 | ± | 2,7 ^b | 136 | ± | 3,6 ^b | 157 | ± | 4,3 ^a |
| Klky/Kryp | 6,3 | ± | 0,2 ^b | 6,3 | ± | 0,1 ^b | 6,9 | ± | 0,1 ^a | 6,0 | ± | 0,2 ^b |

Pozn.: rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$)

5.1.4 Vliv zkrmování surových plnotučných sojových bobů na aktivitu trypsinu, proteáz a hmotnost slinivky břišní

Aktivita trypsinu a proteáz v trávenině kuřat, hmotnost slinivky břišní a její podíl z živé hmotnosti jsou zobrazeny v tabulce č. 17. Kuřata krmena vyššími hladinami SPSB (8 % a 12 % v KS) vykazovala statisticky průkazně ($P < 0,05$) vyšší aktivitu trypsinu 754,1 U/ml (B8) a 796,7 U/ml (B12) oproti kuřatům krmným 4 % surových sojových bobů 675,6 U/ml (B4) v KS a kontrolní skupině 580,5 U/ml. Tento trend byl podobný i u měření aktivity proteáz, kdy se stoupající hladinou s SPSB v krmné směsi stoupala aktivita proteolytických enzymů od 0,647 u kontrolní skupiny až do hladiny 8 % (0,801) a při hladině 12 % mírně poklesla 0,744. Aktivita proteáz je vyjádřena jako změna v absorbanci vzorku oproti slepému vzorku měřeno při 366 nm. Tato změna v aktivitě proteáz však nebyla statisticky průkazná ($P < 0,05$). Hmotnost slinivky břišní i její procentuální podíl z živé hmotnosti se rovněž zvětšoval se zvyšujícím se zařazením SPSB do KS pro kuřata, ale průkazný rozdíl byl pouze mezi skupinami K a B12 ($P < 0,05$).

Tabulka č. 17: Aktivita trypsinu, proteáz a hmotnost slinivky břišní

| | Průměr ± SE | | | |
|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | K | B4 | B8 | B12 |
| Trypsin (U/ml)* | 580,5 ± 34,1 ^a | 675,6 ± 35,4 ^a | 754,1 ± 46,6 ^b | 796,7 ± 31,6 ^b |
| Proteázy** | 0,647 ± 0,04 ^a | 0,688 ± 0,06 ^a | 0,801 ± 0,06 ^a | 0,744 ± 0,06 ^a |
| Hmotnost slinivky břišní (g) | 5,56 ± 0,3 ^a | 7,68 ± 0,4 ^b | 7,65 ± 0,3 ^b | 9,00 ± 0,4 ^b |
| Podíl slinivky břišní z ž.hm (%) | 0,23 ± 0,01 ^a | 0,33 ± 0,05 ^{a,b} | 0,33 ± 0,01 ^{a,b} | 0,41 ± 0,01 ^b |

Pozn.: rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$)

*U = μmoly substrátu přeměněného za 1 minutu

**Proteázy - vyjádřeny jako změna absorbance vzorku při 366 nm

SE – střední chyba průměru

Zařazení SPSB do KS BR 2 statisticky průkazně snížilo ($P < 0,05$) ileální stravitelnost všech sledovaných aminokyselin do hladiny 8 % s výjimkou Met. U 12 % sojových bobů v KS nebyl statisticky průkazný rozdíl oproti skupině K s výjimkou aminokyselin Ile a His, což mohlo být zapříčiněno statisticky průkazně ($P < 0,05$) vyšší hmotnosti slinivky břišní a následně vyšší aktivitou trypsinu ($P < 0,05$) i celkových proteolytických enzymů. Se vzrůstající hladinou SPSB se snížila délka střevních klků a hloubka krypt.

5.2 Pokus II - Zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů brojlerům

5.2.1 Pokus II A - Vliv zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů na růst a konverzi krmiva

V tabulce č. 18 jsou zobrazeny výsledky vážení v týdenních intervalech od 10. do 38. dne věku kuřat. Na začátku pokusného období, tzn. 10. den věku kuřat, nebyl v hmotnosti mezi skupinami statisticky průkazný ($P > 0,05$) rozdíl. Sedmnáctý den pokusu rostla statisticky průkazně ($P < 0,05$) lépe kuřata skupin K, E4 a E8 oproti skupině E16 (16 % EPSB v KS). Dvacátý čtvrtý den věku kuřat byl opět statisticky průkazný ($P < 0,05$) rozdíl v hmotnosti mezi skupinami K, E4 a E8 oproti skupině E16. Stejný výsledek byl zaznamenán i 31. den věku kuřat. Poslední den pokusu (38. den věku kuřat) byly statisticky průkazné ($P < 0,05$) rozdíly zaznamenány pouze mezi kontrolní skupinou K (2443 g) a mezi skupinou E16 (2093 g). Rozdíl mezi těmito skupinami činil 349 g.

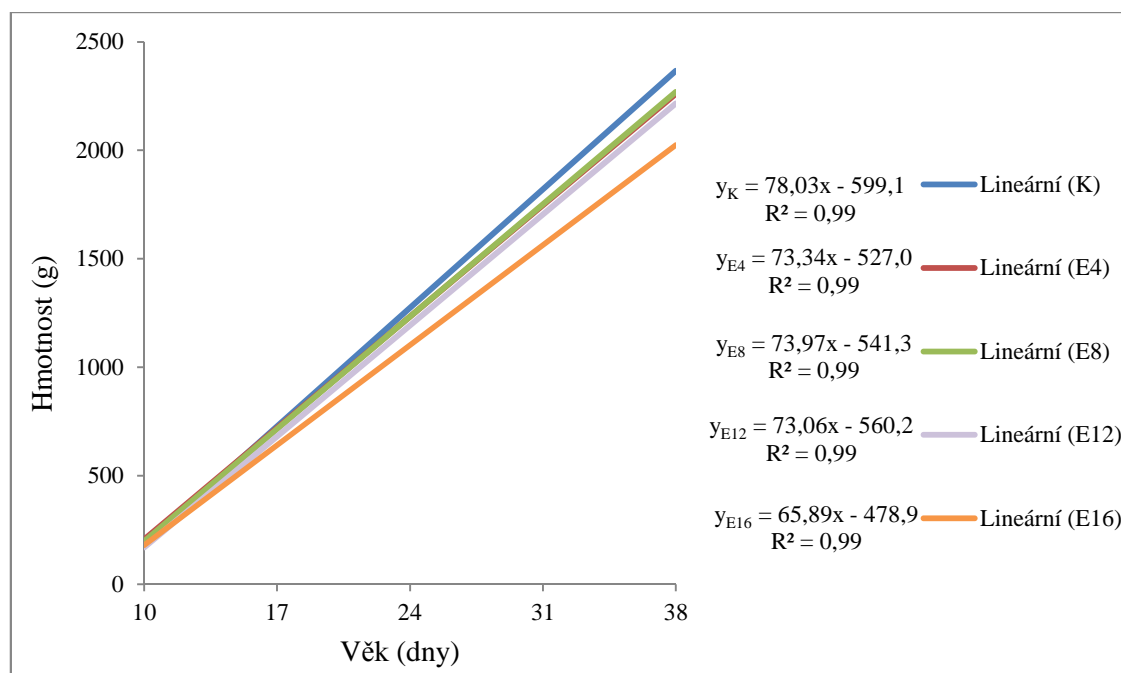
Tabulka č. 18.: Vliv zkrmování EPSB na živou hmotnost kuřat (g)

| skupina | Průměrná živá hmotnost ± SE | | | | |
|------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 10. den | 17. den | 24. den | 31. den | 38. den |
| K | 291 ± 3,8 ^a | 665 ± 9,5 ^a | 1146 ± 22,9 ^a | 1823 ± 36,0 ^a | 2443 ± 56,3 ^a |
| E4 | 290 ± 4,0 ^a | 653 ± 11,2 ^a | 1152 ± 21,3 ^a | 1775 ± 35,0 ^a | 2296 ± 48,9 ^{a,b} |
| E8 | 289 ± 3,8 ^a | 636 ± 9,4 ^a | 1162 ± 18,0 ^a | 1774 ± 30,5 ^a | 2309 ± 43,9 ^{a,b} |
| E12 | 285 ± 3,7 ^a | 601 ± 13,3 ^{a,b} | 1098 ± 21,7 ^{a,b} | 1679 ± 35,0 ^{a,b} | 2303 ± 37,2 ^{a,b} |
| E16 | 286 ± 3,2 ^a | 562 ± 8,7 ^b | 1011 ± 18,4 ^b | 1560 ± 33,9 ^b | 2093 ± 45,9 ^b |

Pozn.: v rámci daného věku rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly mezi

V grafu č. 2 jsou zobrazeny růstové křivky jednotlivých pokusných skupin a jejich lineární rovnice. Na začátku pokusu, to je 10. den věku kuřat, byly všechny skupiny hmotnostně vyrovnány. Kdybychom dané rovnice využili pro odhad délky výkrmu kuřat do 2 kg živé hmotnosti při zařazení EPSB do KS BR2, v případě skupiny E4 a E8 by se výkrm kuřat prodloužil z 33 dnů (K) na 34 dnů, u skupiny E12 na 35 dnů a v případě skupiny E16 na 38 dnů.

Graf č. 2.: Vliv zkrmování ESPB na růst kuřat od 10. do 38. dne věku



Z grafu je patrné, že již od 17. dne věku kuřat, rostla kuřata skupiny E16 nejpomaleji. Naproti tomu růst kuřat ve skupinách E4, E8 a E12 byl po celou dobu sledování velice vyrovnaný.

V tabulce č. 19 jsou zobrazeny výsledky konverze krmiva u jednotlivých pokusných skupin za období od 1. do 38. dne věku kuřat. Nejlepší konverze krmiva dosáhla skupina K bez zařazení EPSB do krmné směsi a to 1,69 kg/kg. Nejhorší konverze krmiva byla zjištěna u skupiny E16 a to 1,90 kg/kg. Rozdíl mezi těmito skupinami byl statisticky průkazný ($P < 0,05$).

Tabulka č. 19: Konverze krmiva (kg/kg)

| | Průměr ± SE | | | | |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | K | E4 | E8 | E12 | E16 |
| Konverze (kg/kg) | 1,69 ± 0,04 ^a | 1,75 ± 0,06 ^{a,b} | 1,76 ± 0,06 ^{a,b} | 1,83 ± 0,15 ^{a,b} | 1,90 ± 0,03 ^b |

Pozn.: rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$)

Zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů jako náhrada SEŠ a sojového oleje mělo statisticky průkazný ($P < 0,05$) vliv na růst i konverzi krmiva až při hladině 16 % extrudovaných sojových bobů v KS BR2.

5.2.2 Pokus II A - Vliv zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů na stravitelnost aminokyselin

Zdánlivá ileální stravitelnost aminokyselin krmných směsí vyjádřená jako koeficienty stravitelnosti je zobrazena v tabulce č. 20. S výjimkou Met, stravitelnost všech aminokyselin byla statisticky průkazně ($P < 0,05$) ovlivněna zkrmováním EPSB. Stravitelnost Lys byla statisticky průkazně ($P < 0,05$) nejvyšší u skupiny E4 v porovnání se všemi dalšími skupinami. U všech ostatních sledovaných esenciálních aminokyselin nebyl statisticky průkazný ($P > 0,05$) rozdíl ve stravitelnosti mezi skupinami K a E4. U aminokyselin Thr, Ile, Leu, His a Arg byla stravitelnost statisticky průkazně ($P < 0,05$) nižší u skupiny E8, E12 a E16 v porovnání se skupinou K. U všech sledovaných aminokyselin nebyl ve stravitelnosti průkazný rozdíl mezi skupinou E8, E12 a E16.

Retence NL nebyla zkrmováním EPSB ovlivněna. V retenci tuku byl zjištěn průkazný ($P < 0,05$) rozdíl mezi skupinami K a E4 oproti skupinám E8, E12 a E16, u kterých byla retence tuku nižší.

Tabulka č. 20: Koeficienty stravitelnosti vybraných esenciálních aminokyselin, retence NL a retence tuku

| | K | E4 | E8 | E12 | E16 |
|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Lys | 0,803 ^b | 0,813 ^a | 0,748 ^b | 0,750 ^b | 0,740 ^b |
| Met | 0,841 ^a | 0,878 ^a | 0,858 ^a | 0,859 ^a | 0,866 ^a |
| Thr | 0,696 ^{a,c} | 0,718 ^a | 0,519 ^b | 0,532 ^b | 0,598 ^{b,c} |
| Ile | 0,734 ^a | 0,721 ^a | 0,517 ^b | 0,554 ^b | 0,603 ^b |
| Leu | 0,758 ^a | 0,751 ^a | 0,583 ^b | 0,614 ^b | 0,660 ^b |
| Fen | 0,760 ^a | 0,757 ^a | 0,664 ^b | 0,663 ^b | 0,699 ^{a,b} |
| His | 0,717 ^a | 0,661 ^{a,c} | 0,483 ^b | 0,493 ^b | 0,604 ^{b,c} |
| Arg | 0,826 ^a | 0,794 ^{a,c} | 0,661 ^b | 0,705 ^b | 0,753 ^{b,c} |
| NL retence | 0,640 ^a | 0,562 ^a | 0,580 ^a | 0,558 ^a | 0,590 ^a |
| Tuk retence | 0,873 ^a | 0,874 ^a | 0,855 ^b | 0,799 ^b | 0,823 ^b |

Pozn.: rozdílné horní indexy (a, b, c) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$)

5.2.3 Pokus II A - Vliv zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů na morfologické charakteristiky tenkého střeva

Výsledky měření délky klků, krypt a poměru klky/krypty jsou zobrazeny v tabulce č. 21. U délky klků byl statisticky průkazný ($P < 0,05$) rozdíl zjištěn u skupiny K a skupiny E16 oproti skupinám E4, E8 a E12. Hloubka krypt byla statisticky průkazně ($P < 0,05$) největší u skupiny K oproti všem ostatním skupinám, které obsahovaly v krmné směsi 4, 8, 12 a 16 % EPSB. Se zařazením EPSB se délka klků a hloubka střevních krypt snižovala až do hladiny 8 % v KS a následně se mírně zvyšovala. Poměr klky/krypty se zvyšoval s rostoucí hladinou EPSB v krmné směsi a byl statisticky průkazně ($P < 0,05$) nejvyšší u skupiny E16 oproti skupině K a E4.

Tabulka č. 21.: Délka klků, hloubka krypt a poměr klky/krypty tenkého střeva při použití EPSB v KS BR2 (μm)

| | Průměr \pm SE | | | | |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | K | E4 | E8 | E12 | E16 |
| Klky | 966 \pm 24,2 ^a | 852 \pm 10,8 ^b | 793 \pm 21,6 ^b | 836 \pm 13,9 ^b | 927 \pm 12,3 ^a |
| Krypty | 160 \pm 5,7 ^a | 135 \pm 2,0 ^b | 130 \pm 4,7 ^b | 130 \pm 2,2 ^b | 135 \pm 2,4 ^b |
| Klky/Krypty | 6,3 \pm 0,15 ^b | 6,4 \pm 0,09 ^b | 6,6 \pm 0,20 ^{a,b} | 6,6 \pm 0,16 ^{a,b} | 7,0 \pm 0,12 ^a |

Pozn.: rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$)

5.2.4 Pokus II A - Vliv zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů na aktivitu trypsinu, proteáz a hmotnost slinivky břišní

Aktivita trypsinu a proteáz v trávenině kuřat, hmotnost slinivky břišní a její podíl z živé hmotnosti jsou zobrazeny v tabulce č. 22. U aktivity trypsinu v trávenině tenkého střeva byl statisticky průkazný ($P < 0,05$) rozdíl zaznamenán mezi skupinou s 16 % EPSB (969,2 U/ml) oproti všem ostatním skupinám K (580,5 U/ml), E4 (452,8 U/ml), E8 (617,2 U/ml) a E12 (451,2 U/ml). U aktivity proteáz se stoupající hladinou EPSB v krmné směsi stoupala aktivita proteolytických enzymů od 0,647 u kontrolní skupiny až do hladiny 16 % (1,063). Statisticky průkazně nejvyšší ($P < 0,05$) byla u skupiny E16. Statisticky průkazný ($P < 0,05$) rozdíl byl zaznamenán také mezi K skupinou a skupinami E4 a E8. Hmotnost slinivky břišní i její procentuální podíl z živé hmotnosti se zvyšovaly se zařazením EPSB do krmné směsi pro kuřata.

Statisticky průkazný rozdíl jak v hmotnosti, tak v procentuálním podílu, byl zjištěn mezi skupinou K oproti E12 a E16.

Zkrmování EPSB v krmné směsi BR2 jako částečná náhrada SEŠ a sojového oleje mělo vliv na aktivitu trypsinu a celkových proteolytických enzymů, což mohlo být způsobeno vyšší hmotnosti pankreatu a tím i vyšší produkcí zymogenů. Stravitelnost aminokyselin kromě Lys a Met, byla negativně ($P < 0,05$) ovlivněna zkrmováním EPSB od hladiny 8 % v KS. Při hladině 4 % EPSB v KS nedošlo k negativnímu ovlivnění stravitelnosti sledovaných aminokyselin, pouze u lysinu byla stravitelnost vyšší než u kontrolní skupiny.

Tabulka č. 22: Aktivita trypsinu, proteáz a hmotnost slinivky břišní

| | Průměr ± SE | | | | |
|---|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | K | E4 | E8 | E12 | E16 |
| Trypsin (U/ml)* | 580,5 ± 34,1 ^a | 452,8 ± 22,5 ^a | 617,2 ± 37,8 ^a | 451,2 ± 39,6 ^a | 969,2 ± 64,5 ^b |
| Proteázy** | 0,647 ± 0,04 ^a | 0,794 ± 0,08 ^{b,c} | 0,879 ± 0,06 ^c | 0,694 ± 0,03 ^{a,b} | 1,063 ± 0,05 ^d |
| Hmotnost slinivky břišní (g) | 5,56 ± 0,3 ^a | 5,78 ± 0,2 ^{a,b} | 6,57 ± 0,4 ^{a,b,c} | 7,52 ± 0,3 ^{b,c,d} | 8,87 ± 0,4 ^d |
| Podíl slinivky břišní z ž.hm (%) | 0,23 ± 0,01 ^a | 0,26 ± 0,02 ^{a,b} | 0,29 ± 0,01 ^{a,b} | 0,33 ± 0,01 ^{b,c} | 0,40 ± 0,02 ^c |

Pozn.: rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$)

*U = μ moly substrátu přeměněného za 1 minutu

**Proteázy - vyjádřeny jako změna absorbance vzorku při 366 nm

SE – střední chyba průměru

5.2.5 Pokus II B - Vliv zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů na užítkovost brojlerů v poloprovozních podmínkách

Na základě výsledků z pokusu II A byl proveden růstový pokus v poloprovozních podmínkách s použitím EPSB do hladiny 12 %. Hladina 16 % nebyla zařazena z důvodů negativního vlivu na růst zjištěného v pokusu II A.

V tabulce č. 23 jsou zobrazeny výsledky vážení kuřat od 10. do 38. dne věku kuřat v týdenních intervalech. Na začátku pokusného období mezi skupinami nebyl statisticky průkazný rozdíl ($P > 0,05$) v průměrné živé hmotnosti kuřat. Následující vážení, to je 17. den věku kuřat, statisticky průkazně ($P < 0,05$) nejvyšší živé hmotnosti dosáhla skupina K a E8 oproti skupinám E4 a E12. Od 24. dne věku kuřat byl tento rozdíl v růstu dorovnán a do konce pokusu nebyl zjištěn statisticky průkazný ($P > 0,05$) rozdíl v průměrné živé hmotnosti mezi skupinami.

Tabulka č. 23.: Průměrné hmotnosti kuřat během výkrmu (g)

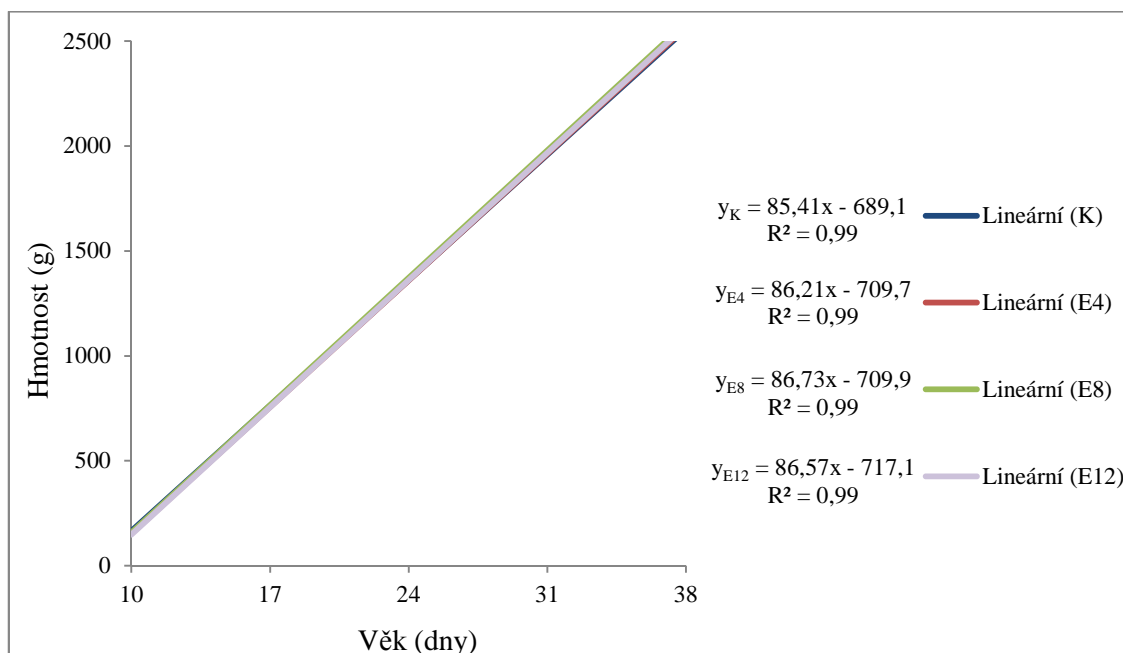
| skupina | Průměrná živá hmotnost \pm SE | | | | |
|------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | 10. den | 17. den | 24. den | 31. den | 38. den |
| K | 275 \pm 1,7 ^a | 681 \pm 4,3 ^a | 1232 \pm 7,3 ^a | 2022 \pm 12,7 ^a | 2594 \pm 14,9 ^a |
| E4 | 276 \pm 1,6 ^a | 642 \pm 5,1 ^b | 1251 \pm 8,2 ^a | 2027 \pm 13,9 ^a | 2601 \pm 18,7 ^a |
| E8 | 275 \pm 1,5 ^a | 676 \pm 4,2 ^a | 1244 \pm 7,3 ^a | 2029 \pm 15,0 ^a | 2634 \pm 20,3 ^a |
| E12 | 274 \pm 1,7 ^a | 651 \pm 4,3 ^b | 1244 \pm 6,6 ^a | 2012 \pm 12,5 ^a | 2624 \pm 20,7 ^a |

Pozn.: v rámci daného věku rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) mezi skupinami

SE – střední chyba průměru

V grafu č. 3 jsou zobrazeny růstové křivky kuřat jednotlivých skupin a jejich lineární rovnice. Na začátku pokusu, to je 10. den věku kuřat, byly všechny skupiny hmotnostně vyrovnány a intenzita růstu kuřat byla téměř shodná ve všech skupinách po celou dobu sledování. Na základě výpočtu lineárních rovnic zařazení EPSB do KS BR2 v poloprovozních podmínkách neovlivnilo délku výkrmu do 2 kg živé hmotnosti. Délka výkrmu do 2 kg živé hmotnosti kohoutků byla 31 dní u všech skupin.

Graf č. 3.: Vliv zkrmování EPSB v poloprovozních podmínkách na růst kuřat od 10. do 38. dne věku kuřat



Konverze krmiva nebyla v této části pokusu statisticky hodnocena z důvodu dvou opakování (2 x 100 ks) za každou skupinu. Byla však přibližně stejná u všech skupin (K a E4: 1,70 kg/kg; E8 a E12: 1,72 kg/kg).

Zařazení EPSB do KS BR2 do 12 % nemělo průkazný vliv na růst kuřat.

5.3 Pokus III - Zkrmování kukuřičných výpalků brojlerům

5.3.1 Pokus III A – Vliv zkrmování kukuřičných výpalků na růst brojlerů

V tabulce č. 24 jsou uvedeny výsledky vážení v týdenních intervalech od 9. do 35. dne věku kuřat. Na začátku pokusu, což byl devátý den věku kuřat, byli kohoutci rozděleni do čtyř skupin tak, aby mezi jednotlivými skupinami nebyl statisticky průkazný ($P > 0,05$) rozdíl v hmotnosti. Do 23. dne věku statisticky průkazně lépe ($P < 0,05$) rostla kuřata pokusných skupin D6, D12 a D18 ve srovnání s kontrolní skupinou. Následující týden sledování došlo k vyrovnání průměrné hmotnosti mezi jednotlivými skupinami (bez statistické průkaznosti ($P > 0,05$)) a 35. den věku kuřat

statisticky průkazně ($P < 0,05$) vyšší hmotnosti dosáhli kohoutci skupin s 6 a 12 % DDGS v krmné směsi (2499 g a 2496 g) oproti kontrole (2426 g). Rozdíl v hmotnosti mezi skupinou s neintenzivnějším růstem (D6) a skupinou s nejnižším růstem (K) byl 73 g.

Tabulka č. 24: Průměrné hmotnosti kuřat v období výkrmu (g)

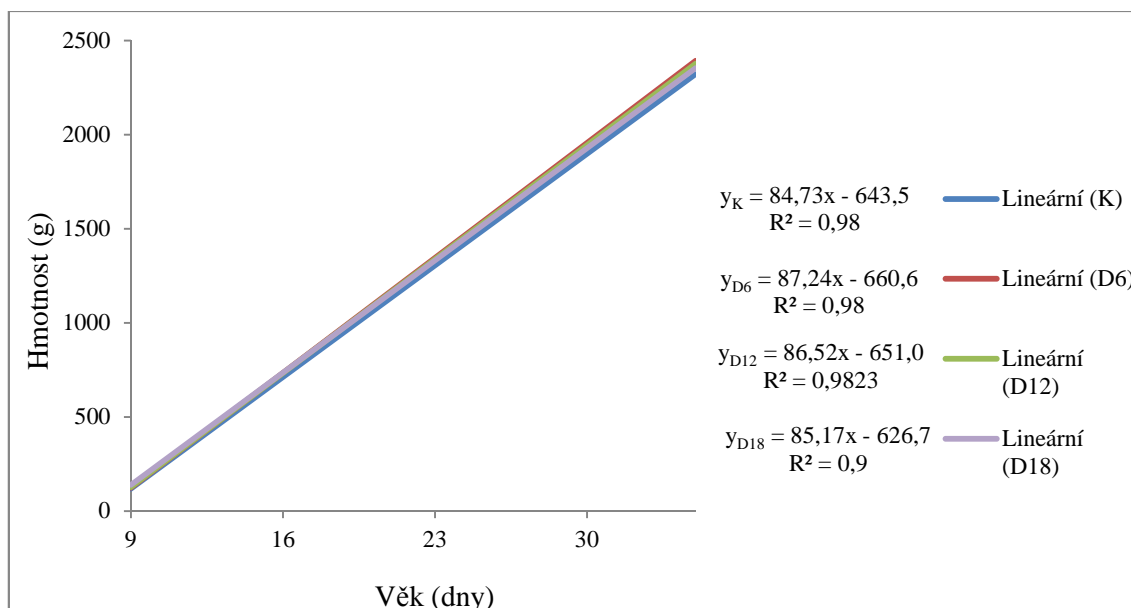
| skupina | Průměrná živá hmotnost \pm SE | | | | |
|------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | 9. den | 16. den | 23. den | 30. den | 35. den |
| K | 267 \pm 1,5 ^a | 599 \pm 4,5 ^a | 1162 \pm 8,2 ^a | 1903 \pm 13,9 ^a | 2426 \pm 18,1 ^a |
| D6 | 265 \pm 1,5 ^a | 630 \pm 4,1 ^b | 1211 \pm 8,4 ^b | 1950 \pm 13,2 ^a | 2499 \pm 16,9 ^b |
| D12 | 264 \pm 1,5 ^a | 632 \pm 4,5 ^b | 1217 \pm 8,0 ^b | 1912 \pm 12,3 ^a | 2496 \pm 15,7 ^b |
| D18 | 265 \pm 1,5 ^a | 638 \pm 4,1 ^b | 1220 \pm 8,0 ^b | 1918 \pm 11,6 ^a | 2449 \pm 15,1 ^{a,b} |

Pozn.: v rámci daného věku rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami ($P < 0,05$)

SE – střední chyba průměru

V grafu č. 4 jsou zobrazeny růstové křivky kuřat jednotlivých pokusných skupin a jejich lineární rovnice. Na začátku pokusu, to je 9. den věku kuřat, byly všechny skupiny hmotnostně vyrovnány. Kdybychom použili uvedené rovnice pro výpočet délky výkrmu do živé hmotnosti 2 kg, došlo by u kohoutků při zařazení DDGS do KS BR2 v poloprovozních podmínkách při hladině 6 % ke zkrácení délky výkrmu o jeden den, to je na 30 dní oproti ostatním skupinám, kde délka výkrmu do 2 kg živé hmotnosti by byla 31 dnů.

Graf č. 4.: Vliv zkrmování kukuřičných DDGS v poloprovozních podmínkách na růst kuřat od 10. do 35. dne věku



Konverze krmiva nebyla v tomto pokuse statisticky hodnocena z důvodů dvou opakování (2 x 100 ks) za každou skupinu. Nejlepší konverze dosáhla skupina D12 1,59 kg/kg, dále pak skupina D18 1,65 kg/kg, D6 1,66 kg/kg a K 1,68 kg/kg.

5.3.2 Pokus III B - Zkrmování vysoké hladiny kukuřičných výpalků brojlerům

V tabulce č. 25 jsou uvedeny výsledky vážení v týdenních intervalech od 9. do 35. dne věku kuřat. Na začátku pokusu, což byl devátý den věku, byla kuřata rozdělena do dvou skupin tak, aby mezi jednotlivými skupinami nebyl statisticky průkazný ($P < 0,05$) rozdíl v hmotnosti. První týden sledování nebyl zjištěn mezi skupinami statisticky průkazný ($P > 0,05$) rozdíl v průměrné hmotnosti. Od 23. dne věku kuřat statisticky průkazně ($P < 0,05$) vyšší intenzitu růstu vykazovala skupina K bez zařazení DDGS v KS oproti skupině s 20 % DDGS v KS. Tento trend přetrval až do posledního dne sledování, to znamená do 35. dne věku kuřat. Rozdíl v hmotnosti mezi skupinou kontrolní a skupinou s 20 % DDGS v KS na konci pokusu činil 76 g ($P < 0,05$).

Tabulka č. 25: Průměrné hmotnosti kuřat v období výkrmu (g)

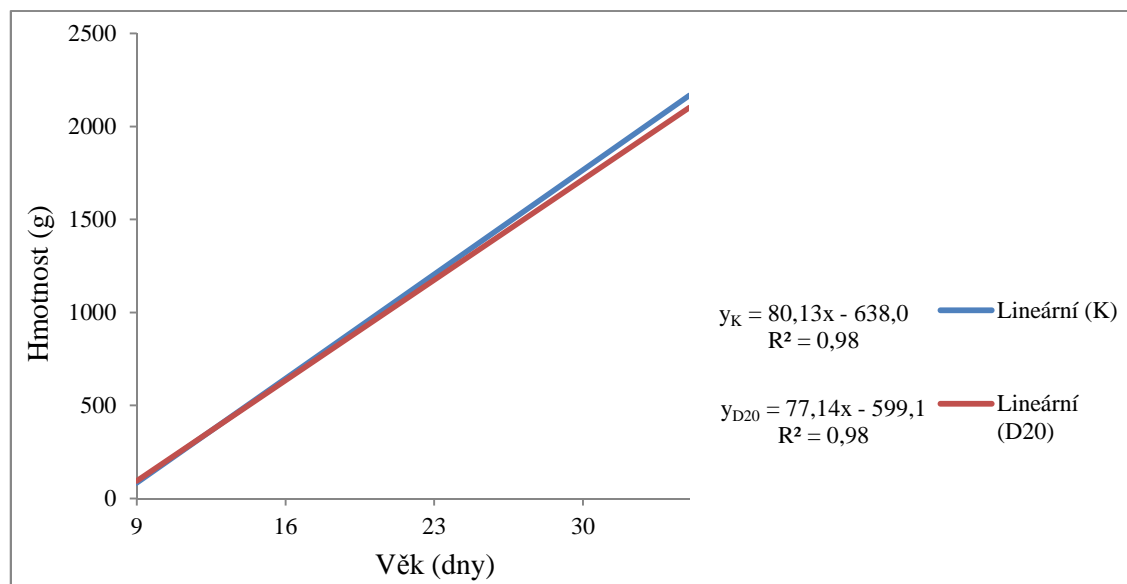
| skupina | Průměrná živá hmotnost ± SE | | | | |
|------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 9. den | 16. den | 23. den | 30. den | 35. den |
| K | 217 ± 0,9 ^a | 537 ± 2,8 ^a | 1089 ± 6,6 ^a | 1756 ± 12,8 ^a | 2266 ± 18,4 ^a |
| D20 | 218 ± 0,9 ^a | 537 ± 2,6 ^a | 1068 ± 5,5 ^b | 1706 ± 10,3 ^b | 2192 ± 15,8 ^b |

Pozn.: v rámci daného věku rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) mezi skupinami

SE – střední chyba průměru

V grafu č. 4 jsou zobrazeny růstové křivky jednotlivých pokusných skupin a jejich lineární rovnice. Na začátku pokusu, to je 9. den věku kuřat, byly všechny skupiny hmotnostně vyrovnány. Od 23. dne věku kuřat je patrná vyšší intenzita růstu kuřat v K skupině. Kdybychom použili uvedené rovnice pro výpočet délky výkrmu, zařazení DDGS do KS BR2 v poloprovozních podmínkách v hladině 20 % by prodloužilo délku výkrmu kuřat do 2 kg živé hmotnosti o jeden den, a to z 33 dní u K skupiny na 34 dní.

Graf č. 5.: Vliv zkrmování kukuřičných DDGS v poloprovozních podmínkách na růst kuřat od 10. do 35. dne věku



Konverze krmiva nebyla statisticky hodnocena z důvodů pouze tří opakování (3 x 100 ks) za každou skupinu. Kontrolní skupina dosáhla konverze 1,65 kg/kg, zatímco skupina D20 1,75 kg/kg.

Zařazení kukuřičných DDGS do krmných směsí BR2 do hladiny 18 % nemělo statisticky průkazně ($P > 0,05$) negativní vliv na živou hmotnost kohoutků ve 35. dni věku.

5.3.3 Pokus III C - Stanovení zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin kukuřičných výpalků

Tabulka č. 26 uvádí koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin krmných směsí při vzrůstajících hladinách DDGS stanovených přímou metodou. Zdánlivá ileální stravitelnost Met a Lys byla výrazně vyšší ($P < 0,05$) u skupiny bez DDGS v KS oproti ostatním skupinám. Koeficienty zdánlivé stravitelnosti His a Thr byly statisticky významně ($P < 0,05$) nižší u skupiny s 8 % DDGS oproti skupinám 0 a 16 % DDGS v KS. U ostatních esenciálních aminokyselin (Arg, Ile, Leu, Phe, Val)

byl zjištěn nejnižší koeficient stravitelnosti u skupiny 8 % DDGS ve srovnání se všemi ostatními skupinami ($P < 0,05$). Stejně i u neesenciálních aminokyselin byl koeficient zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin nejnižší u skupiny s 8% DDGS v KS. Koeficient zdánlivé ileální stravitelnost Ile byl nejnižší pro všechny skupiny a pohyboval se v rozmezí od 0,42 do 0,60. Nejvyšší koeficient stravitelnosti byl zjištěn pro Met a pohyboval se od 0,84 do 0,91. Koeficient zdánlivé ileální stravitelnosti NL byl rovněž nejnižší u skupiny s 8% DDGS V KS.

Tabulka č. 26: Koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin a NL v KS

| NL g/kg | DDGS v krmné směsi (%) | | | | |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 |
| | 160 | 165 | 170 | 175 | 180 |
| <i>Esenční aminokyseliny</i> | | | | | |
| Arg | 0,756 ^b | 0,722 ^b | 0,634 ^a | 0,702 ^b | 0,734 ^b |
| His | 0,723 ^b | 0,688 ^{a,b} | 0,623 ^a | 0,681 ^{a,b} | 0,732 ^b |
| Ile | 0,587 ^b | 0,533 ^b | 0,424 ^a | 0,544 ^b | 0,597 ^b |
| Leu | 0,745 ^b | 0,709 ^b | 0,644 ^a | 0,718 ^b | 0,757 ^b |
| Lys | 0,786 ^a | 0,711 ^b | 0,662 ^b | 0,703 ^b | 0,710 ^b |
| Met | 0,913 ^a | 0,860 ^b | 0,851 ^b | 0,839 ^b | 0,845 ^b |
| Phe | 0,778 ^b | 0,734 ^b | 0,651 ^a | 0,750 ^b | 0,761 ^b |
| Thr | 0,695 ^b | 0,633 ^{a,b} | 0,576 ^a | 0,629 ^{a,b} | 0,688 ^b |
| Val | 0,686 ^b | 0,639 ^{a,b} | 0,573 ^a | 0,642 ^{a,b} | 0,699 ^b |
| <i>Neesenciální aminokyseliny</i> | | | | | |
| Ala | 0,701 ^b | 0,666 ^{a,b} | 0,619 ^a | 0,690 ^{a,b} | 0,739 ^b |
| Asp | 0,691 ^b | 0,622 ^{a,c} | 0,580 ^a | 0,611 ^{a,c} | 0,677 ^b |
| Glu | 0,828 ^b | 0,803 ^b | 0,743 ^a | 0,799 ^b | 0,824 ^b |
| Gly | 0,674 ^b | 0,626 ^b | 0,541 ^a | 0,608 ^{a,b} | 0,670 ^b |
| Pro | 0,807 ^b | 0,778 ^b | 0,658 ^a | 0,746 ^b | 0,808 ^b |
| Ser | 0,710 ^b | 0,666 ^{a,b} | 0,599 ^a | 0,674 ^{a,b} | 0,721 ^b |
| Tyr | 0,765 ^b | 0,723 ^b | 0,647 ^a | 0,739 ^b | 0,762 ^b |
| NL | 0,732 ^b | 0,716 ^b | 0,618 ^a | 0,691 ^b | 0,720 ^b |

Pozn.: rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$)

Ileální stravitelnost aminokyselin byla rovněž stanovena diferenční metodou a k ní provedena regresní analýza podle Fan and Sauer (1995). Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 27. Regresní rovnice pro kalkulaci koeficientu zdánlivé stravitelnosti aminokyselin s rozdílným obsahem DDGS v KS stanoveny podle Fan and Sauer (1995) jsou rovněž uvedeny v tabulce č. 25.

Tabulka č. 27: Zdánlivá stravitelnost aminokyselin stanovena diferenční metodou, regresní metodou a regresní rovnice

| | Diferenční metoda | Regresní metoda* | Regresní rovnice |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| <i>Esenciální aminokyseliny</i> | | | |
| Arg | 0,62 | 0,76 | $y=62,0+13,62*X$ |
| His | 0,78 | 0,72 | $y=77,9-5,69*X$ |
| Ile | 0,65 | 0,59 | $y=64,7-5,94*X$ |
| Leu | 0,82 | 0,75 | $y=81,8-7,33*X$ |
| Lys | 0,30 | 0,79 | $y=30,9+47,78*X$ |
| Met | 0,50 | 0,91 | $y=48,8+42,48*X$ |
| Phe | 0,67 | 0,79 | $y=67,4+10,37*X$ |
| Thr | 0,65 | 0,70 | $y=64,9+4,56*X$ |
| Val | 0,77 | 0,69 | $y=77,1-8,51*X$ |
| <i>Neesenciální aminokyseliny</i> | | | |
| Ala | 0,94 | 0,70 | $y=93,7-23,59*X$ |
| Asp | 0,60 | 0,69 | $y=60,4+8,71*X$ |
| Glu | 0,81 | 0,83 | $y=80,7+2,12*X$ |
| Gly | 0,65 | 0,67 | $y=65,1+2,23*X$ |
| Pro | 0,81 | 0,81 | $y=81,2-0,57*X$ |
| Ser | 0,77 | 0,71 | $y=77,9-6,86*X$ |
| Tyr | 0,75 | 0,77 | $y=74,7+1,82*X$ |

* $S_{Bi} = 1$

Nejvyšší rozdíl ve stanovení zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin byl zjištěn u Lys a Met. Podle diferenční metody zdánlivá ileální stravitelnost těchto aminokyselin byla relativně nízká (Met 0,488, Lys 0,301). To odráží skutečnost, že stravitelnost Lys a Met byla nejvyšší v krmivu bez kukuřičných DDGS. Rozdíl v zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin větší než 10 % byl pozorován u Arg (13,6 %) a Phe (10,4 %). U ostatních esenciálních aminokyselin, rozdíl mezi přímou a regresní metodou byl menší než 10 %. Nejvíce se k sobě blížily koeficienty stravitelnosti Thr obou metod, rozdíl byl pouze 4,6 %. U neesenciálních aminokyselin nejvyšší rozdíly mezi metodami byly zaznamenány pro Ala. U aminokyselin Glu, Gly, Pro a Tyr rozdíl ve stravitelnosti byl menší než 2,5 %.

Ve stanovení zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin diferenční metodou a regresní metodou existují rozdíly a nemůžeme jednoznačně říci, která metoda dává přesnější výsledky.

5.4 Pokus IV - Stravitelnost aminokyselin vybraných proteinových krmiv a aktivita trávicích enzymů

5.4.1 Obsah dusíkatých látek a aminokyselin v testovaných krmivech

Nejvyšší obsah NL byl v SEŠ a činil 47,0 %. V surových i extrudovaných plnotučných sojových bobech byl obsah NL velice podobný (39,0 % a 40,2 %). ŘEŠ a kukuřičné DDGS obsahovaly 36,0 % a 39,9 % NL.

Sojové komponenty a ŘEŠ obsahovaly nejvyšší hladinu esenciálních aminokyselin Arg, Leu a Lys. Nejvyšší koncentrace Lys byla v SEŠ (28,6 g/kg) a nejnižší v kukuřičných DDGS (10,3 g/kg). Nejnižší koncentrace esenciálních aminokyselin byla stanovena u kukuřičných DDGS s výjimkou Leu, obsah v DDGS byl druhý nejvyšší z testovaných krmiv. Z neesenciálních aminokyselin nejvyšší obsah byl stanoven pro Glu, a to u všech testovaných krmiv.

5.4.2 Zdánlivá ileální stravitelnost dusíkatých látek a esenciálních aminokyselin

Koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti NL a aminokyselin jsou uvedeny v tabulce č. 28. Koeficient zdánlivé ileální stravitelnosti NL byl statisticky významně ($P < 0,05$) nejvyšší u SEŠ (0,73), naopak nejnižší u surové plnotučné sóje (0,45). Rozdíl mezi koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti NL SEŠ a EPSB, a také mezi ŘEŠ a kukuřičnými DDGS nebyl statisticky ($P > 0,05$) průkazný.

Koeficient zdánlivé ileální stravitelnosti esenciálních aminokyselin se pohyboval u SEŠ od 0,62 pro Thr do 0,83 pro Agr, u EPSB od 0,60 pro Thr do 0,77 pro Arg, u SPSB od 0,37 pro Val do 0,61 pro Arg, u ŘEŠ od 0,47 pro Thr do 0,80 pro Met a u DDGS od 0,39 pro Lys do 0,79 pro Leu. Nejvyšší stravitelnost všech esenciálních aminokyselin byla zjištěna u SEŠ a s výjimkou Lys byla nejnižší ileální stravitelnost aminokyselin u SPSB ($P < 0,05$). Stravitelnost Lys byla nejnižší u kukuřičných DDGS ($P < 0,05$). Kromě Phe nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v koeficientech stravitelnosti aminokyselin mezi SEŠ a EPSB. S výjimkou Met a His, koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti byly nižší u ŘEŠ než u SEŠ. Mezi ŘEŠ a DDGS nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($P > 0,05$) mezi koeficienty stravitelnosti pro His, Ile, Phe a Thr. Koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti pro Lys, Met a Arg byly statisticky významně ($P < 0,05$) vyšší u ŘEŠ a pro Leu a Val u DDGS. Pro sojové produkty nejvyšší koeficient zdánlivé stravitelnosti byl zjištěn pro Arg (0,61 pro SPSB až 0,83 pro SEŠ).

U ŘEŠ nejvyšší stravitelnost byla zjištěna pro Met (0,80) a Arg (0,74) a u kukuřičných DDGS nejvyšší byla zjištěna pro Leu (0,79) a Met (0,77). Nejnižší koeficient stravitelnosti u sojových komponent a ŘEŠ byl stanoven pro Thr, u kukuřičných DDGS pro Lys (0,39). V porovnání s SEŠ stravitelnost Lys u DDGS byla přibližně dvakrát nižší.

5.4.3 Stravitelnost neesenciálních aminokyselin

Koeficienty stravitelnosti neesenciálních aminokyselin jsou uvedeny v tabulce č. 28. Nejvyšší stravitelnost byla zjištěna u SEŠ. S výjimkou Tyr, nebyl statisticky významný rozdíl mezi koeficienty stravitelnosti SEŠ a EPSB. Nejnižší stravitelnost neesenciálních aminokyselin Ala, Gly, Ser a Tyr byla stanovena pro SPSB, u těchto aminokyselin rozdíl ve stravitelnosti byl statisticky průkazný ($P < 0,05$). Ve srovnání DDGS a ŘEŠ nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ve stravitelnosti u aminokyselin Asp a Tyr, ale pro Ala, Glu, Pro a Ser byl statisticky ($P < 0,05$) nižší u ŘEŠ než u DDGS.

Tabulka č. 28.: Koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti NL a aminokyselin zkoumaných krmiv

| | SEŠ | EPSB | SPSB | ŘEŠ | DDGS | SEM |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|
| NL | 0,731 ^a | 0,658 ^a | 0,452 ^b | 0,610 ^a | 0,619 ^a | 0,018 |
| <i>Eseneciální aminokyseliny</i> | | | | | | |
| Arg | 0,830 ^b | 0,769 ^{b,c} | 0,608 ^a | 0,744 ^c | 0,674 ^a | 0,015 |
| His | 0,693 ^a | 0,656 ^{a,b} | 0,548 ^b | 0,646 ^{a,b} | 0,648 ^{a,b} | 0,013 |
| Leu | 0,731 ^{b,c} | 0,708 ^b | 0,445 ^a | 0,680 ^b | 0,792 ^c | 0,022 |
| Ile | 0,792 ^c | 0,706 ^{b,c} | 0,480 ^a | 0,670 ^b | 0,701 ^{b,c} | 0,019 |
| Lys | 0,770 ^b | 0,703 ^{b,d} | 0,523 ^c | 0,637 ^d | 0,393 ^a | 0,030 |
| Met | 0,799 ^b | 0,742 ^b | 0,450 ^b | 0,798 ^b | 0,771 ^a | 0,024 |
| Phe | 0,787 ^c | 0,693 ^b | 0,502 ^a | 0,709 ^b | 0,714 ^b | 0,017 |
| Thr | 0,623 ^d | 0,596 ^c | 0,371 ^b | 0,474 ^{b,a} | 0,523 ^{a,c} | 0,018 |
| Val | 0,672 ^b | 0,652 ^b | 0,369 ^a | 0,534 ^c | 0,642 ^b | 0,021 |
| <i>Neesenciální aminokyseliny</i> | | | | | | |
| Ala | 0,668 ^{b,d} | 0,650 ^{b,c} | 0,437 ^a | 0,580 ^c | 0,739 ^d | 0,020 |
| Asp | 0,711 ^a | 0,711 ^a | 0,513 ^b | 0,548 ^b | 0,518 ^b | 0,019 |
| Glu | 0,769 ^c | 0,757 ^{b,c} | 0,633 ^a | 0,701 ^{a,b} | 0,755 ^c | 0,010 |
| Gly | 0,662 ^b | 0,626 ^b | 0,397 ^a | 0,607 ^b | 0,521 ^c | 0,018 |
| Pro | 0,779 ^c | 0,579 ^{b,c} | 0,347 ^{a,b} | 0,128 ^a | 0,660 ^{b,c} | 0,059 |
| Ser | 0,697 ^c | 0,667 ^c | 0,416 ^a | 0,531 ^b | 0,637 ^c | 0,019 |
| Tyr | 0,783 ^c | 0,652 ^b | 0,392 ^a | 0,668 ^b | 0,724 ^b | 0,024 |

Pozn.: rozdílné horní indexy (a, b, c) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$)

Nejvyšší obsah NL a zároveň i nejvyšší koeficient stravitelnosti NL byl stanoven u SEŠ a u EPSB. U SPSB byl obsah NL velice podobný jako u SEŠ a EPSB avšak stravitelnost NL se velice lišila a byla nejnižší ze všech sledovaných krmiv. Statisticky průkazně nejnižší stravitelnost Lys ($P<0,05$) byla stanovena u kukuřičných DDGS a nejvyšší u SEŠ.

5.4.4 Aktivita trypsinu

Aktivita trypsinu v trávenině z jejunu a ilea pro sojové komponenty a ŘEŠ je zobrazena v tabulce č. 29.

V jejunu byla statisticky významně vyšší ($P<0,05$) aktivita trypsinu zjištěna u SEŠ a ŘEŠ ve srovnání s EPSB a SPSB. V ileu byla nejnižší aktivita trypsinu zjištěna u EPSB a byla statisticky významně nižší ($P<0,05$) ve srovnání s SEŠ a ŘEŠ. S výjimkou SPSB byla aktivita trypsinu nižší v ileu než v jejunu.

Tabulka č. 29.: Aktivita trypsinu v trávenině z jejunu a ilea (U/ml)

| | | SPSB | EPSB | SEŠ | ŘEŠ |
|-------------------|-------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Aktivita trypsinu | Jejunum | 369,3 ^b | 428,7 ^b | 572,8 ^a | 518,9 ^a |
| | Ileum | 423,0 ^{a,b} | 341,8 ^b | 396,6 ^a | 439,3 ^a |
| P- hodnota | Krmivo | P<0,01 | | | |
| | Úsek střeva | P<0,01 | | | |

Pozn.: rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($P<0,05$)

Jak krmivo tak i úsek tenkého střeva mají statisticky průkazný ($P<0,01$) vliv na aktivitu trypsinu v trávenině.

5.5 Pokus V - Vliv zkrmování řepkového semene na růst kuřat

Tabulka č. 30 uvádí průměrnou živou hmotnost kohoutků v týdenních intervalech. Na začátku pokusu, to je 9. den věku kuřat, nebyl mezi skupinami statisticky průkazný rozdíl v hmotnosti. První týden sledování došlo k statisticky průkaznému ($P<0,05$) snížení v živé hmotnosti u skupin s řepkovým semenem v množství 12 a 15 % v KS oproti K skupině. Druhý týden sledování již kuřata začala ztrátu v hmotnosti kompenzačním růstem dohánět. Poslední den sledování, 36. den věku kuřat, byl statisticky průkazný ($P<0,05$) rozdíl v živé hmotnosti zjištěn pouze mezi skupinou s 15% zařazením řepkového semene v krmné směsi (2590 g) oproti ostatním skupinám

(K: 2706 g, R8: 2684 g, R12: 2709 g). Rozdíl v hmotnosti mezi skupinou s nejvyšší hmotnosti (R12) a skupinou s nejnižší hmotnosti (R15) byl 119 g.

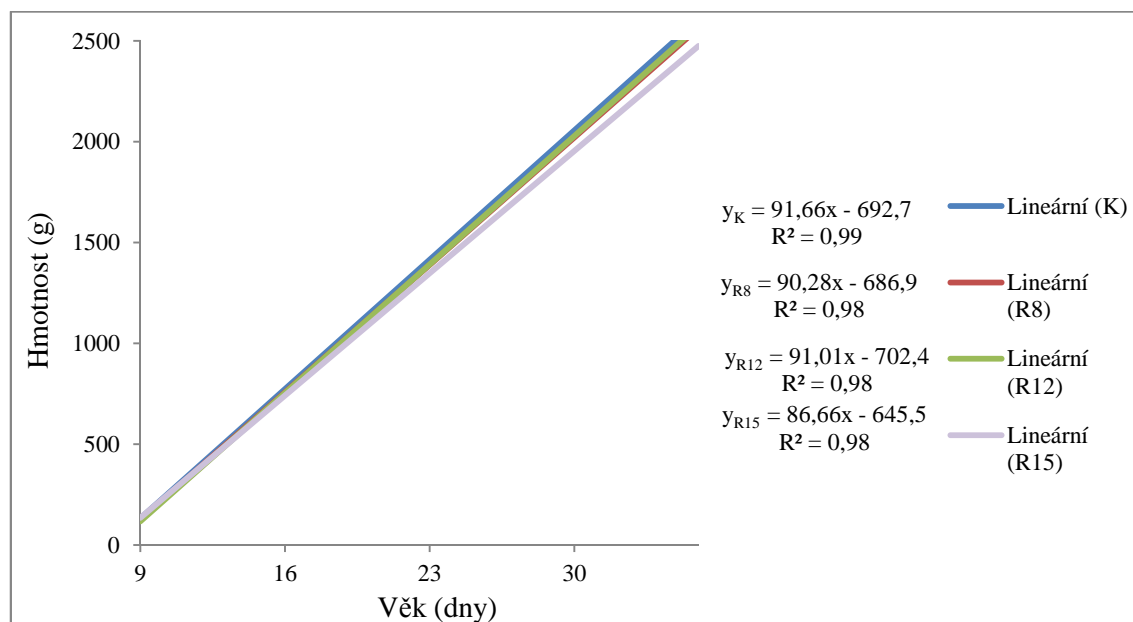
Tabulka č. 30: Průměrné hmotnosti kuřat v období výkrmu (g)

| skupina | Průměrná živá hmotnost ± SE | | | | |
|------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 9. den | 15. den | 22. den | 29. den | 36. den |
| K | 276 ± 1,6 ^a | 588 ± 3,1 ^a | 1200 ± 6,0 ^a | 1940 ± 10,5 ^a | 2706 ± 21,2 ^a |
| R8 | 275 ± 1,5 ^a | 580 ± 3,2 ^{a,b} | 1168 ± 6,3 ^b | 1880 ± 10,8 ^b | 2684 ± 17,7 ^a |
| R12 | 274 ± 1,7 ^a | 574 ± 2,9 ^b | 1163 ± 5,7 ^{b,c} | 1870 ± 9,8 ^b | 2709 ± 16,3 ^a |
| R15 | 275 ± 1,7 ^a | 571 ± 2,9 ^b | 1142 ± 5,6 ^c | 1814 ± 9,8 ^c | 2590 ± 16,6 ^b |

Pozn.: v rámci daného věku rozdílné horní indexy (a, b) vyznačují statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami ($P < 0,05$)

V grafu č. 6 jsou zobrazeny růstové křivky jednotlivých pokusných skupin a jejich lineární rovnice. Na začátku pokusu, to je 9. den věku kuřat, byly všechny skupiny hmotnostně vyrovnány. Od 23. dne je patrná nižší intenzita růstu ve skupině R15. Při použití uvedených rovnic, zařazení plnotučného řepkového semene v hladině 8 a 12 % do KS BR2, v poloprovozních podmínkách délku výkrmu kohoutků do 2 kg živé hmotnosti prodloužilo o jeden den, a to z 29 dní u K skupiny na 30 dní. U skupiny R15 by byl výkrm do 2 kg živé hmotnosti 31 dní.

Graf č. 6: Vliv zkrmování řepkového semene na růst kuřat od 9. do 36. dne věku



Konverze krmiva nebyla statisticky hodnocena, protože se jedná o průměr ze dvou opakování (2 x100 ks). Kontrolní skupina a skupina s 8 % řepkového semene ve směsi BR2 dosáhly shodně 1,61 kg/kg, a skupiny s 12 % a 15 % řepkového semene ve směsi BR2 měly stejnou konverzi krmiva 1,59 kg/kg.

Zařazení plnotučného řepkového semene do krmných směsí BR2 až do hladiny 12 % nemělo statisticky průkazný ($P>0,05$) vliv na růst kuřat.

6 DISKUZE

6.1 Pokus I - Zkrmování surových plnotučných sojových bobů brojlerům

6.1.1 Vliv zkrmování surových plnotučných sojových bobů na růst a konverzi krmiva

Zařazení SPSB do KS pro rostoucí brojlery ve vyšších hladinách než 80 g/kg negativně ovlivnilo růst i konverzi krmiva. Zařazením surové plnotučné sóje do KS vede ke snížení užitkovosti zvířat (Moran et al., 1973), kdy není ovlivněn příjem krmiva, ale je snížena jeho produkční účinnost (ShuPing et al., 2000, Campello et al., 2010). Zhoršení produkční účinnosti krmiva a tím i užitkovosti brojlerů při zařazení plnotučné sóje do KS je způsobeno antinutričními látkami obsaženými v sojových bobech. Palacios et al. (2004) uvádí ve své studii snížení produkční účinnosti krmiva, byla-li použita surová plnotučná sója v krmné směsi v porovnání se SEŠ a to i v případě, byly-li použity odrůdy sojových bobů se sníženými hladinami antinutričních látek tzv. „Kunitz trypsin inhibitor-free“, „lectin-free“, „lectin and Kunitz trypsin inhibitor-free“ odrůda. Naproti tomu Douglas et al. (1999), který v podobné práci jako Palacios et al. (2004) uvádí nižší nutriční hodnotu konvenčních sojových bobů než u „lectin-free“ odrůdy a nejvyšší produkční účinnost byla zjištěna u „Kunitz trypsin inhibitor-free“ odrůdy. To také nasvědčuje tomu, že inhibitory trypsinu mají vyšší antinutriční efekt než lektiny, které mají vliv na růst zvířat (Opletal a Skřivanová, 2010). Jak hladina trypsin inhibitoru (TI), tak ureázová aktivita (UA), mají významný vztah k růstu a konverzi krmiva (Ruiz et al., 2004). To můžeme potvrdit i v našem experimentu, kdy se zvyšující se hladinou sojových bobů v KS docházelo i k zvyšování TI v konečné směsi a snížení přírůstku i horší konverzi. Navíc na působení antinutričních faktorů jsou více citlivé mladší kategorie drůbeže než-li dospělí jedinci (Baker, 2000). Antinutriční látky obsažené v sojových bobech mají pouze krátkodobý účinek a po jejich eliminaci dochází ke kompenzačnímu růstu brojlerů, který je výraznější hlavně v pozdějších fázích výkrmu (ShuPing et al., 2000). To by umožňovalo zařazení SPSB do krmných směsí BR2 a v KS BR3 opět použít SEŠ. Ovšem při zařazení 12 % SPSB došlo k průkaznému zhoršení růstu již po sedmi dnech zkrmování. Jedním z dalších faktorů, které mohou mít vliv na užitkovost brojlerů a využití krmiva, je nižší využití energie pokud krmivo obsahuje plnotučná semena

oproti krmivu, kdy je tuk přidán ve formě oleje (Lee et al., 1991), což potvrzují i námi zjištěné průkazně ($P < 0,05$) snížené retence tuku při zařazení SPSB do KS BR2. Podle Campello et al. (2010) je v tržních podmínkách použití tepelně neošetřené plnotučné sóje nerentabilní.

6.1.2 Vliv zkrmování surových plnotučných sojových bobů na stravitelnost aminokyselin

Zařazení surových plnotučných sojových bobů do krmné směsi ovlivnilo stravitelnost zkoumaných aminokyselin s výjimkou methioninu. Celková zdánlivá ileální stravitelnost esenciálních aminokyselin konvenčních odrůd SPSB je nižší než u surových sójových bobů „Kunitz trypsin inhibitor-free“ nebo SEŠ, což je způsobeno vyšším obsahem inhibitorů proteáz (Herkelman et al., 1992; Caine et al., 1998; Goebel a Stein, 2011). Efekt inhibitoru proteáz na zdánlivou stravitelnost aminokyselin se zdá být způsoben vyššími ztrátami endogenních aminokyselin (Chunmei et al. 2010). Vstřebávání živin, zejména bílkovin, ovlivňují také lektiny obsažené v sojových bobech tím, že se vážou na střevní stěnu a snižují tak vstřebovací schopnost střevního epitelu a zvyšují vylučování aminokyselin endogenního původu (Opletal a Skřivanová, 2010). Lektiny jsou termolabilní vůči vysokým teplotám (Kalač a Míka, 1997). Zdá se ale, že inhibitory proteáz mají vyšší antinutriční efekt než lektiny (de Coca-Sinova et al., 2008). Na druhou stranu reakce na obsah antinutričních faktorů obsažených v sojových bobech je značně variabilní mezi jednotlivými zvířaty (Qin et al., 1996). Navíc Clark a Wiseman (2005) uvádějí, že koeficienty stravitelnosti individuálních aminokyselin jsou značně variabilní mezi plnotučnými sojovými boby i SEŠ různého původu a nejsou závislé na obsahu TI. To znamená, že na stravitelnost aminokyselin mají vliv také jiné faktory, například obsah a druh vlákniny, kyselina fytová, saponiny, lektiny a další (Moore et al., 1988; Sklan et al., 2003), což může mít additivní efekt na nižší stravitelnost aminokyselin v našem pokusu, kdy se vzrůstající hladinou plnotučné surové sóje se zvyšoval i celkový obsah vlákniny v krmivu.

6.1.3 Vliv zkrmování surových plnotučných sojových bobů na morfologické charakteristiky tenkého střeva

Zkrmování SPSB mělo vliv na délku klků a hloubku krypt tenkého střeva. Se vzrůstající hladinou SPSB se prodlužovala délka klků a prohlubovaly střevní krypty.

Strukturální změny morfologie střeva mohou vést k negativnímu ovlivnění jeho funkce a využití živin (Croom et al., 1999). Se zkracováním střevních klků se zmenšuje plocha pro vstřebávání živin. Střevní krypty jsou zdrojem buněk pro střevní klky a hlubší střevní krypty znamenají vyšší odbourávání epitelu střeva (Ma a Guo, 2008). Výška klků je také spojována s příjmem krmiva. Zvířata, která přijímají méně krmiva mají střevní klky kratší (Hedemann et al., 2006). Zdá se, že i obsah vlákniny v krmivu má částečný vliv na morfologické charakteristiky tenkého střeva, kdy s vyšším obsahem hrubé vlákniny v KS se mírně prodlužují střevní klky tenkého střeva (Sklan et al., 2003).

6.1.4 Vliv zkrmování surových plnotučných sojových bobů na aktivitu trypsinu, proteáz a hmotnost slinivky břišní

Dlouhodobé zkrmování tepelně neošetřených plnotučných sojových bobů v růstové KS pro brojlerův ovlivnilo aktivitu trypsinu i celkových proteolytických enzymů v trávenině, a mělo také vliv na hmotnost slinivky břišní. Zvyšující se hmotnost pankreatu a jeho podíl z tělesné hmotnosti pozorovali také Latshaw a Clayton (1976), Perez-Maldonado et al. (2003) a Clarke a Wiseman (2005) se zařazením plnotučných sojových bobů do KS pro brojlerův. Hypertrofie pankreatu je způsobená vyšší produkcí trávicích enzymů, zvláště trypsinu a chymotrypsinu ve snaze vyrovnat negativní účinek inhibitoru proteáz (Liener, 1981; Waldroup et al., 1985) a působení lektinů (Jordinson et al., 1996; Opletal a Skřivanová, 2010). Růst pankreatu a tím i vyšší produkce trávicích enzymů, může být přisuzována hormonu cholecystokininu (CCK), který je zodpovědný za endogenní sekreci pankreatické šťávy a způsobuje i kontrakce žlučníku. Sojový aglutinin patřící mezi lektiny má schopnost stimulace uvolňování CCK (Wang a Cui, 2007).

6.2 Pokus II - Zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů brojlerům

6.2.1 Vliv zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů na růst a konverzi krmiva (Pokus II A a II B)

V obou částech pokusu nebyla statisticky negativně ($P > 0,05$) ovlivněna finální hmotnost vykrmovaných kuřat až do hladiny 120 g/kg EPSB v KS. Pouze množství

160 g/kg EPSB v KS mělo průkazně negativní ($P < 0,05$) vliv na finální hmotnost brojlerů. Pokud jde o vliv EPSB na růst kuřat jsou výsledky autorů nejednoznačné. Například Leeson et al. (1987) uvádějí, že při vzrůstající hladině EPSB v KS pro brojlerů se snižuje příjem krmiva, zvláště v počátečním období zkrmování, což má za následek nižší růst a horší konverzi krmiva což by odpovídalo pokusu II A až při zařazení 16 % EPSB do KS BR2. Ovšem Subuh et al. (2002) shrnuje, že za předpokladu, že je KS živinově správně vybalancovaná, zařazení extrudovaných sojových bobů jako částečná nebo celková náhrada SEŠ neovlivní negativně užitkovost kuřat. Naproti tomu Sakomura et al. (1998) zjistili, že mezi příjmem KS se SEŠ a přidáním tuku a KS s EPSB nebyl rozdíl, ale dokonce u KS s EPSB měli brojleři vyšší finální hmotnost v 42. dni věku. Extruze zvyšuje užitkovost brojlerů ve srovnání s použitím surových sojových plnotučných bobů, což může být způsobeno lepším využitím energie oproti neošetřeným bobům (Simovic et al., 1972), ovšem v našem pokusu byla zjištěna průkazně horší ($P < 0,05$) retence tuku při vyšším zařazení EPSB do KS než 4 %. Na užitkovost kuřat při zkrmování surových plnotučných sojových bobů má vliv i teplota extruze, která by měla překročit 120 °C (Perilla et al., 1997) a podle Leesona a Atteha (1996) by mělo být až 140 °C. Oliveira et al. (2005) v pokuse na brojlerech starších 22 dnů zjistili, že teplota extruze v rozmezí od 125 do 140 °C neměla žádný vliv na parametry užitkovosti, a je možné použití extrudované plnotučné sóje v KS u kuřat starších 22 dnů bez negativního účinku. Clarke a Wiseman (2007) uvádí, že se zvyšující se teplotou extruze dochází ke snižování obsahu TI v sojových bobech a tím i lineárně k vyšší užitkovosti brojlerů. V našem sledování se zvyšující se hladinou EPSB se zvyšoval i celkový obsah TI v KS, avšak jsme nezaznamenali lineární vliv na růst, ani na příjem krmiva. Využití místní produkce sojových bobů a jejich tepelné ošetření v lokálních zařízeních, může být vhodnou alternativou náhrady SEŠ v krmných směsích pro drůbež (MacIsaac et al., 2005). Waldroup a Cotton (1974) ale uvádí, že v krmných směsích pro brojlerů by nemělo být zařazeno více než 250 g/kg extrudovaných sojových bobů. Naopak Zhaleh et al. (2012) zjistili signifikantní snížení užitkovosti, když bylo množství EPSB zvýšeno ze 75 na 150 g/kg v KS pro brojlerů ve všech fázích výkrmu.

6.2.2 Vliv zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů na stravitelnost aminokyselin

Zařazením EPSB do KS byla ovlivněna stravitelnost všech sledovaných aminokyselin s výjimkou methioninu. Tepelné ošetření sojových bobů vede ke snížení aktivity TI a ureázové aktivity, tomu je přisuzováno zlepšení stravitelnosti aminokyselin i celkových NL (Herkelman et al., 1992; Leeson a Atteh, 1996). I v našem sledování byla stravitelnost sledovaných aminokyselin i celkového N vyšší, byla-li zkrmována extrudována sója oproti stejné hladině surové plnotučné sóje v KS. Během extruze totiž navíc dochází k denaturaci bílkovin (Camire, 1991), což vede k lepší stravitelnosti dusíkatých látek (Han et al., 1991; Clarke a Wiseman, 2007). Podle Douglase et al. (1999), jak již bylo zmíněno výše, inhibitory trypsinu jsou hlavní antinutriční faktory v sojových bobech a mají větší vliv na stravitelnost aminokyselin než například lektiny, ovšem i ty jsou termolabilní Kalač a Míka (1997). Stravitelnost NL je rovněž ovlivněna obsahem vlákniny v KS a to nejvíce u mladších kategorií, které mají nižší schopnost trávení vlákniny než dospělí jedinci (Sklan et al., 2003). Toto zjištění může hrát roli i v našem sledování, kdy se stoupající hladinou extrudovaných sojových bobů v KS se zvyšoval i obsah vlákniny, a tento trend kopírují i námi zjištěné koeficienty stravitelnosti aminokyselin. V našem sledování se zvyšující se hladinou sojových bobů v KS se snižovala retence tuku, což potvrzuje výsledky ze studie Leesona et al. (1987).

6.2.3 Vliv zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů na morfologické charakteristiky tenkého střeva

Zvyšující se hladina EPSB v KS měla za následek snížení jak výšky klků, tak i hloubky krypt, avšak poměr klky/krypty se zvyšoval. Střevní sliznice má schopnost rychlé a rozsáhlé morfologické a fyziologické přeměny v závislosti na genetické selekci, patologických změnách, ale i na dostupnosti a skladbě krmiva (Mitchell a Moreto, 2006). Proteiny obsažené v sóji jako jsou glycinin, který tvoří až 40 % z celkových globulinů sóje, dále β -conglycinin (30 % sojových globulínů) a jiné minoritní proteiny mohou poškodit střevní sliznici a narušit imunitu jedince (Wang et al., 2011). K vyšší obnově epitelu střeva dochází při zkrmování SEŠ v porovnání se zkrmováním u EPSB (Qiao et al., 2003), což je v souladu s našimi výsledky, kdy v kontrolní KS bez EPSB byly zjištěny vyšší klky i hlubší krypty, které jsou spojovány s rychlostí obnovy střevní sliznice (Montagne et al., 2003; Ma a Guo, 2008). Podle

Montagne et al., (2003) zvýšení podílu klky/krypty je spojováno s lepším vstřebáváním živin, což nekoresponduje s naší studií a zdá se, že stravitelnost živin nebyla ovlivněna jen morfologickou stavbou střeva. Ovlivnit délku klků a hloubku krypt může i vláknina krmiva, její rozpustnost a schopnost ovlivnit viskozitu tráveniny, kdy vysoce viskózní vláknina snižuje a slabě viskózní vláknina zvyšuje oba parametry (McDonald et al., 2001). Vláknina sojových bobů je vysoce fermentovatelná a má nízkou viskozitu (Shiga et al., 2002; Shiga et al., 2003).

6.2.4 Vliv zkrmování extrudovaných plnotučných sojových bobů na aktivitu trypsinu, proteáz a hmotnost slinivky břišní

Zkrmování EPSB v našem sledování mělo vliv jak na velikost pankreatu, tak na aktivitu proteolytických enzymů v trávenině tenkého střeva, kdy se zvyšující se hladinou EPSB se zvyšovala i aktivita enzymů. Je známo, že TI způsobuje snížení celkové proteolytické aktivity v trávenině tenkého střeva (Gertler et al., 1967; Roy a Schneeman, 1981). V našem sledování toto tvrzení nemůžeme potvrdit, protože celková proteolytická aktivita v trávenině tenkého střeva se zvyšovala se zvyšujícím se podílem EPSB v KS. Zvýšení aktivity trypsinu není tak jednoznačné, protože u skupin E4 a E12 byla zjištěna nižší aktivita než u kontrolní skupiny, ale naopak u skupin E8 byla vyšší. Jak již bylo jednou zmíněno, cholecystokinin jako střevní hormon regulující pankreatickou sekreci ovlivňuje velikost pankreatu a tím i sekreci pankreatických enzymů. Sojový aglutinin obsažený v sojových bobech stimuluje uvolňování tohoto hormonu (Wang a Cui, 2007). Batal a Parsons (2002) uvádí, že TI má za následek nespécifické zvýšení hmotnosti pankreatu díky negativní hormonální zpětné vazbě. Naše výsledky jsou v souladu s výsledky Grant et al. (1995), který uvádí, že dlouhodobé zkrmování sojových bobů, vede ke zvýšení jak absolutní tak relativní hmotnosti slinivky břišní (podíl slinivky s živé hmotnosti) a její neoplazii. Perilla et al. (1997) uvádí nejnižší hmotnost pankreatu pokud byly sojové boby extrudovány při teplotě 140 °C a Herkelman et al. (1991), kdy byly vystaveny teplotnímu ošetření po delší dobu, což je spojeno s vyšší eliminací TI a můžeme tak říct, že na velikost pankreatu má vliv hlavně tento antinutriční faktor. Teplota při extruzi sojových bobů použitých v naší studii byla 130 °C.

6.3 Pokus III - Zkrmování kukuřičných výpalků brojlerům (Pokus III A a III B)

6.3.1 Vliv zkrmování kukuřičných výpalků na parametry užítkovosti kuřat

Při zařazení kukuřičných DDGS do krmných směsí BR2 až do hladiny 180 g/kg KS nedošlo k negativnímu ovlivnění finální hmotnosti kuřat, ba naopak, kuřata kterým byly zkrmovány DDGS dosáhla vyšší finální hmotnosti a konverze krmiva byla přibližně stejná u všech skupin. Ovšem v druhé části pokusu při zkrmování 200 g/kg DDGS v KS BR2 byla negativně ovlivněna jak finální hmotnost, tak konverze krmiva. Shim et al. (2011) zjistili rovněž vyšší intenzitu růstu kuřat pokud jim byla zkrmována krmná směs s obsahem 80, 160 a dokonce i 240 g/kg kukuřičných DDGS v KS, a to zvláště ve směsi BR1, avšak 42. den výkrmu byla hmotnost kuřat vyrovnaná. Wang et al. (2007a) rovněž uvádí, že zařazení kukuřičných výpalků v hladinách 0, 50, 100, 150, 200 a 250 g/kg KS nemělo negativní vliv na finální hmotnost brojlerů, avšak skupina s 250 g/kg DDGS v KS přijímala více krmiva a měla horší konverzi krmiva. Wang et al. (2007b) ve stejném roce publikoval práci se zařazením 0, 150 a 300 g/kg DDGS v KS kde uvádí, že DDGS mohou být zařazeny v KS během celého výkrmu do hladiny 150 g/kg bez negativního ovlivnění užítkovosti, za předpokladu, že bude směs vhodně vybalancována na obsah stravitelných aminokyselin. Kuřata krmena 300 g/kg DDGS v KS měla významně nižší hmotnost a zároveň i nižší výtěžnost prsní svaloviny, ale naopak vyšší konverzi krmiva (Wang et al., 2007b). Swiatkiewicz a Koreleski (2008) a také Lumpkins et al. (2004) doporučují do krmných směsí pro brojlerů 50 až 80 g/kg DDGS v KS v první fázi výkrmu a pro pozdější fáze 120 až 150 g/kg KS. Abdel-Raheem et al. (2011) uvádí, že zařazení DDGS snížilo užítkovost brojlerů již od množství 120 g/kg KS. Adeola a Zhai (2012) zkrmovali DDGS posledních sedm dní výkrmu (35. až 42. den) v množství 0, 300 a 600 g/kg KS a kuřata dosáhla přibližně stejné finální hmotnosti, o málo vyšší však byla u skupiny s 300 g/kg DDGS v KS, ovšem zařazení DDGS lineárně snížilo příjem krmiva. Parson et al. (1983) uvádí, že DDGS mohou nahradit až 20 % SEŠ bez negativního účinku na užítkovost. Pokud je však KS suplementována Lys, může být až 40 % SEŠ nahrazeno DDGS. DDGS nové generace mohou nahradit dokonce až 50 % SEŠ v KS pro brojlerů aniž by došlo k depresi růstu, na druhou stranu kuřata produkují více exkrementu a vylučují více N, protože směs musí obsahovat více NL tak, aby byl zachován poměr stravitelných aminokyselin. Množství DDGS zařazených do KS ovšem hlavně závisí na jejich kvalitě

a to nejen na zdroji, obsahu živin, ale také na kontaminaci mykotoxiny (Applegate et al., 2009).

6.3.2 Stanovení zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin kukuřičných výpalků diferenční a regresní metodou (Pokus III C)

Jak uvádí autoři Fan a Sauer (1995), ileální stravitelnost živin vysoce proteinových krmiv může být stanovena jak přímou, diferenční, tak i regresní metodou. Naše výsledky ukazují, že stanovení stravitelnosti výpalků diferenční metodou při hladině 160 g/kg DDGS v KS podhodnocuje stravitelnost aminokyselin, což potvrzuje i Fan a Sauer (1995) při stanovení stravitelnosti ječmene u prasat. Podhodnocení stravitelnosti je zvláště patrné u aminokyselin, které jsou ve výpalcích obsaženy v nižších hladinách (Lys, Met). Podle Fan a Sauera (1995) spolehlivost odhadu zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin diferenční metodou, je závislá na množství aminokyselin pocházejících z testovaného krmiva k celkovému obsahu aminokyselin v KS. Proto pro výpočet zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin z DDGS diferenční metodou byla použita KS s 160 g/kg DDGS v KS.

Námi zjištěné koeficienty zdánlivé stravitelnosti esenciálních aminokyselin byly nižší, než uvádí Oryschak et al. (2010b) s výjimkou His, Leu, Val a Thr, které byly přibližně stejné jako v jejich studii. Zdánlivá ileální stravitelnost aminokyselin (Lys, Met, Val a Phe) stanovena regresní metodou byla vyšší, než uvádí Oryschaka et al. (2010b), ačkoliv obsah těchto aminokyselin v DDGS byl nižší než v jejich studii. Koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti ostatních aminokyselin kukuřičných DDGS v naší studii byly nižší než v práci Oryschak et al. (2010b), i když obsah aminokyselin v námi testovaných DDGS byl vyšší. V důsledku toho, koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin mohou být ovlivněny obsahem aminokyselin v krmivu, což potvrzuje ve své práci Fan et al. (1994).

Batal a Dale (2006) uvádí vysokou korelaci ($P < 0,01$) mezi stravitelností aminokyselin a hodnotami L^* ($r = 0,87$) a b^* ($r = 0,96$), ale hodnota a^* , podle těchto autorů, nemá spojitost se stravitelností živin. Stravitelnost Lys světlejších ($L^* = 60,3$) a žlutějších ($b^* = 25,9$) DDGS se pohybuje okolo 76,8 %, na rozdíl od tmavších ($L^* = 50,4$) a méně žlutých ($b^* = 7,41$) vzorků DDGS, kde stravitelnost Lys se pohybovala kolem 45,8 %. Tato data však nejsou ve shodě s našimi výsledky, kdy hodnoty L^* , b^* a a^* byly vyšší, ale stravitelnost Lys stanovená diferenční metodou byla výrazně nižší

(30,9%). Stanovení stravitelnosti Lys regresní metodou však potvrzuje výsledky výše zmíněných autorů. Stravitelnost His, Leu, Thr, Val, Glu, Pro a Ser v našem experimentu byla blízko výsledkům, které udává Fastinger et al (2006), ale pro ostatní aminokyseliny spíše odpovídala stravitelnosti tmavších vzorků DDGS.

Zdánlivá ileální stravitelnost aminokyselin je funkcí jednotlivých komponent krmné směsi, zvířete a způsobu stanovení (Adedokun et al., 2009) a také další faktory jako je doba pasáže tráveniny v zažívacím traktu, fyziologický stav zvířete, příjem krmiva a jeho nutriční hodnota mohou mít vliv na stanovení stravitelnosti živin (Huang et al., 2007).

Na základě našich výsledků se regresní metoda jeví jako vhodnější pro stanovení koeficientů zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin než diferenční metoda. Zařazení kukuřičných DDGS do 160 g/kg KS nemělo negativní vliv na stravitelnosti aminokyselin s výjimkou Lys a Met.

6.4 Pokus IV - Stravitelnost aminokyselin vybraných proteinových krmiv a aktivita trypsinu v tenkém střevě kuřat

6.4.1 Obsah živin v testovaných komponentách

Obsah NL a aminokyselin v kukuřičných DDGS a SEŠ byl podobný, jak uvádí ve svých pracích Kong a Adeola (2010) pro SEŠ a Ravindran et al. (2005) pro ŘEŠ. U EPSB v našem sledování byl zjištěn vyšší obsah NL a aminokyselin než uvádí Fan et al. (1995). Perttilä et al. (2002) uvádí vyšší obsah těchto živin pro SPSB, SEŠ a ŘEŠ než jsme stanovili v našem sledování. Tyto rozdíly v obsahu živin mohou být zapříčiněny různým původem a odrůdami krmiva jak uvádí de Coca-Sinova et al. (2008) a Fastinger a Mahan (2006).

6.4.2 Zdánlivá ileální stravitelnost dusíkatých látek a aminokyselin

Jak uvádí Adedokun et al. (2009), koeficienty stravitelnosti jednotlivých živin jsou závislé na krmných komponentách, pro které jsou stanovovány, druhu zvířat a metodě, kterou byly stanoveny. Námi stanovené koeficienty stravitelnosti jsou nižší, než uvádí ostatní autoři (Kong and Adeola, 2010; Adedokun et al., 2009; de Coca-Sinova et al., 2008; Ravindran et al., 2005; Perttilä et al., 2002).

Relativně nižší ileální stravitelnost SPSB a EPSB mohou být zapříčiněny částečně relativně vyšším obsahem TI v těchto krmivech než v SEŠ. Inhibitory proteáz ovlivňují stravitelnost aminokyselin a NL prostřednictvím nevratné vazby trypsinu a chymotrypsinu s těmito inhibitory, čímž se inhibuje jejich účinnost. Další vliv inhibitorů proteáz na zdánlivou stravitelnost aminokyselin může být zapříčiněn vyšší produkcí pankreatických enzymů a tím zvýšené uvolňování endogenních aminokyselin (Fan et al., 1995; Marty et al., 1994). Koeficienty zdánlivé stravitelnosti ŘEŠ byly výrazně nižší než v SEŠ. Tento rozdíl může být zapříčiněn výrazně vyšším obsahem TI v ŘEŠ, ale také výrazně vyšším obsahem vlákniny, která rovněž má vliv na zdánlivou stravitelnost aminokyselin (Ravindran et al., 2005; Perttilä et al., 2002). Bell (1993) uvádí, že faktory, které nejspíše zapříčiňují nižší stravitelnost aminokyselin ŘEŠ, je vyšší obsah slupek zrna a taninů v tomto krmivu.

Jak již bylo zmíněno v diskuzi k pokusu III C, Batal a Dale (2006) uvádí, že stravitelnost Lys DDGS je v koleraci ($P < 0,01$) s barvou výpalků. Světlejší DDGS ($L^* = 60,3$) a žlutější ($b^* = 25,9$) ukazují na vyšší obsah stravitelného Lys, zatímco tmavší DDGS ($L^* = 50,4$) a méně žluté ($b^* = 7,41$) signalizují na nižší hladinu stravitelného Lys. Nízká stravitelnost Lys je přisuzována Mailardově reakci při zpracování a sušení DDGS a k této reakci dochází převážně v rozpustné frakci výpalku, která obsahuje redukující cukry (Soares et al., 2012; Batal and Dale, 2006).

6.4.3 Aktivita trypsinu

Makkink et al. (1994) uvádí, že aktivita trypsinu v jejunu je ovlivněna zdrojem NL. Aktivitu trypsinu rovněž ovlivňuje obsah taninů obsažených v krmivech (Jansman et al., 1994). Toto tvrzení může vysvětlovat nižší aktivitu trypsinu u ŘEŠ než u SEŠ. Aminokyseliny jako Arg a Lys mají specifický účinek na uvolňování trypsinogenu z pankreatu, protože trypsin má striktní specifitu místa štěpení pro aminokyselinové zbytky lysinu a argininu (Niederau et al., 1986). Inhibitory trypsinu obsažené v sojových bobech inhibují činnost proteolytických enzymů vazbou s trypsinem do stabilních vazeb a inaktivují tak účinek tohoto enzymu (Kunitz, 1947). Neošetřené sojové boby způsobují snížení aktivity trypsinu v tenkém střevě kuřat (Gertler et al., 1970). Toto tvrzení v našem sledování můžeme potvrdit pouze pro aktivitu trypsinu v jejunu, ale v ileu aktivita trypsinu byla nejvyšší ze sojových krmiv, ale mírně nižší než ŘEŠ.

6.5 Pokus V - Vliv zkrmování řepkového semene na růst kuřat

Statisticky negativní ($P < 0,05$) vliv na užitek brojlerů mělo pouze zkrmování 150 g/kg řepkového semene v KS BR2. Summers et al. (1982) uvádí, že zařazení plnotučného řepkového semene (ŘS) typu Canola do KS pro kuřata nad 175 g/kg způsobuje depresi růstu a příjem krmiva. Souvislost s nižší užitečností může mít nižší chutnost krmiva a s tím spojený jeho nižší příjem, což dokládá i Leeson et al. (1987), kdy v jeho práci se zařazením ŘS od 0 do 200 g/kg v KS zjistili, nižší příjem krmiva, a s tím spojené nižší přírůstky při zachování stejné konverze krmiva. Summers et al. (1990) a Khajali a Slominski (2012) uvádějí, že nižší příjem krmiva je spojován s anion-kationovou rovnováhou krmiva, kdy ŘS a jeho produkty mají vysokou hladinu sirných sloučenin, které způsobují převahu aniontů v krmivu. Síra má za následek snížené vstřebávání vápníku, což může být částečně kompenzováno vyššími dávkami vápníku, které opět vedou k snížení příjmu krmiva (Newkirk, 2009). Telebali a Farzinpour (2005) použili odstupňované dávky řepkového semene až do 120 g/kg KS ve směsi a nezjistili průkazné rozdíly v růstu mezi jednotlivými skupinami. Tito autoři však uvádí horší konverzi krmiva při vyšších hladinách řepkového semene v krmné směsi, což v námi provedeném pokusu nemůžeme potvrdit. Szymeczko et al. (2010) poukazují na to, že vyšší dávky řepkového semene typu Canola, snižují užitek a horší konverzi krmiva a to zvláště u mladších kuřat. Pokud budeme brát v úvahu jako hlavní kritérium růstovou schopnost kuřat, tak 100 g/kg ŘS v KS se jeví jako horní hladina, pokud však zohledníme konverzi krmiva je možné zařazení až 170 g/kg ŘS do KS (Breytenbach, 2005). Podle Leesona et al. (1978) a Shena et al., (1983) ve směsích pro brojlery může být použito až 200 g/kg ŘS je-li směs granulována nebo jinak tepelně opracovaná.

7 ZÁVĚR

V několika pokusech jsme hodnotili vliv částečné náhrady SEŠ v krmných směsích BR2 různými alternativními zdroji proteinových krmiv na parametry výkrmu brojlerových kuřat. Evropa je na dovozu SEŠ závislá a tato komponenta patří mezi nejdražší v KS a její cena stále roste. Proto stanovení množství, kterým můžeme nahradit SEŠ v KS jinými zdroji proteinových krmiv bez negativního vlivu na užitkovost může zlevnit produkci jatečných kuřat.

Hodnoceny byly surové plnotučné sojové boby, extrudované plnotučné sojové boby, kukuřičné DDGS a řepkové semeno.

Statisticky průkazný ($P < 0,05$) negativní vliv při zkrmování SPSB v pokusných podmínkách byl zjištěn až při hladině 12 % v krmné směsi, a jejich zkrmování do hladiny 8 % v KS BR2 nemělo statisticky negativní vliv na parametry užitkovosti.

Zkrmování EPSB v pokusných podmínkách mělo statisticky průkazný ($P < 0,05$) negativní vliv na parametry užitkovosti až při hladině 16 % EPSB v KS, při zkrmování do 12 % v KS BR2 neovlivnilo statisticky průkazně ($P > 0,05$) užitkovost vykrmovaných kuřat, což bylo potvrzeno i v poloprovozních podmínkách.

Vliv kukuřičných DDGS na parametry užitkovosti byl zkoumán ve dvou poloprovozních pokusech. Kukuřičné DDGS do hladiny 18 % v KS BR2 jako náhrada SEŠ neměly negativní vliv na užitkovost kuřat, ale při hladině 20 % byl zjištěn statisticky průkazný ($P < 0,05$) negativní vliv na růst i konverzi krmiva.

Z námi dosažených výsledků z poloprovozního pokusu vyplývá, že zařazení ŘS do KS BR2 do hladiny 12 % nemělo statisticky negativní ($P > 0,05$) vliv na růst kuřat, negativní vliv ŘS, byl zjištěn až při hladině 15 % v KS ($P < 0,05$).

Další částí bylo hodnocení stravitelnosti aminokyselin a NL. Stravitelnost aminokyselin byla stanovována ve směsích se zvyšujícím se podílem SPSB a EPSB, dále byla stanovena stravitelnost aminokyselin kukuřičných DDGS diferenční a regresní metodou, a stravitelnost SEŠ, SPSB, EPSB, kukuřičných DDGS a ŘEŠ přímou metodou.

Při zvyšující se hladině SPSB v KS koeficient stravitelnosti většiny aminokyselin klesal až do hladiny 8 % SPSB v KS, ale u hladiny 12 % se mírně zvýšil. Podobný trend byl i v pokuse se zvyšující se hladinou EPSB, kdy se stravitelnost

aminokyselin snižovala do hladiny 8 % EPSB v KS a od hladiny 12 % a 16 % mírně stoupala.

Mezi stanovením stravitelnosti kukuřičných DDGS diferenční a regresní metodou existují značné rozdíly a nejvyšší rozdíl ve stanovení zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin byl zjištěn u Lys a Met. Diferenční metodou vypočtena zdánlivá ileální stravitelnost těchto aminokyselin byla relativně nízká (Met 0,488, Lys 0,301) oproti stanovení regresní metodou, kdy koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti pro Met byl 0,913 a pro Lys 0,787. Větších rozdílů ve stravitelnosti bylo zaznamenáno dále u Arg a Phe. U ostatních aminokyselin rozdíl mezi metodami nebyl vyšší než 10 %.

Při stanovení ileální stravitelnosti NL a aminokyselin přímou metodou byl zjištěn nejvyšší obsah NL a zároveň i nejvyšší koeficient stravitelnosti NL u SEŠ. U SPSB a ESPB byl obsah NL velice podobný avšak stravitelnost NL se velice lišila, kdy u SPSB byl nejnižší ze všech sledovaných krmiv 0,452. Nejnižší stravitelnost Lys byla stanovena u kukuřičných DDGS (0,393) a nejvyšší u SEŠ (0,770).

Součástí pokusu I a II bylo sledování vlivu dlouhodobého zkrmování SPSB a EPSB na aktivitu trypsinu a celkových proteáz v trávenině jejunu a také vliv na morfologii tenkého střeva. Se zvyšující se hladinou SPSB a EPSB se zvyšovala aktivita trypsinu i celkových proteáz, snížila se délka střevních klků a hloubka střevních krypt, ale zvýšil se poměr mezi klky a krypty což naznačuje na vyšší obměnu střevního epitelu.

Aktivita trypsinu v trávenině z jejunu a ilea byla sledována rovněž v pokusu IV. Z výsledků je patrné, že jak úsek střeva, tak i krmivo mají vliv na aktivitu trypsinu, přičemž nejvyšší aktivita v jejunu byla zjištěna u SEŠ a v ileu u SPSB a s výjimkou SPSB byla aktivita trypsinu nižší v ileu než v jejunu.

8 POUŽITÁ LITERATURA

1. Abdel-Raheem, S. M., Leitgeb, R., Iben, C. (2011). Effects of dietary inclusion level of distillers' dried grains with solubles (DDGS) from wheat and corn on amino acid digestibilities in broilers. *International Journal of Poultry Science*, 10(12): 952–958
2. Abdellatif, A. M. M., Vles, R. O. (1973): Pathological effects of dietary rapeseed oils with high or low erucic acid content in ducklings. *Poultry Science*. 52: 1932–1936
3. Abbebe, S., Morris, T. R. (1990): Note on the effects of protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. *British Poultry Science*, 31: 255-260
4. Adeola, O., Zhai, H. (2012): Metabolizable energy value of dried corn distillers grains and corn distillers grains with solubles for 6-week-old broiler chickens. *Poultry Science*, 91: 712–718
5. Adedokun, S. A., Adeola, O., Parsons, C. M., Lilburn, M. S., Applegate, T. J. (2011): Factors affecting endogenous amino acid flow in chickens and the need for consistency in methodology. *Poultry Science*, 90: 1737–1748
6. Adedokun, S. A., Utterback, P., Parson, C. M., Adeola, O., Lilburn, M. S., Applegate, T. J. (2009): Comparison of amino acid digestibility of feed ingredients in broilers, laying hens and caeectomised roosters. *British Poultry Science*, 50: 350–358
7. Adedokun, S. A. (2007): Standardized amino acid digestibility determination in poultry. ProQuest.
8. Ajuyah, A. O., Lee, K. H., Hardin. R. T., Sim, J. S. (1991): Changes in the yield and in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oil seeds. *Poultry Science*, 70: 2304–2314
9. Akiba, Y., Matsumoto, T. (1980): Effects of several types of dietary fibers on lipid content in liver and plasma, nutrient retentions and plasma transaminase activities in force-fed growing chicks. *Journal of Nutrition*, 110: 1112–1121
10. Almirall, M., Francesch, M., Perez-Vendrell, A. M., Brufau, J., Esteve-Garcia, E., (1995): The differences in intestinal viscosity produced by barley and 0-glucanase alter digesta enzyme activities and heal nutrient digestibilities more in broiler chicks than in cocks. *Journal of nutrition*, 125: 947–955.

11. Amarowicz, R., Naczek, M., Shahidi, F. (2000): Antioxidant activity of crude tannins of canola and rapeseed hulls. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 77: 957–961
12. Anderson, R. L., Wolf, W. J. (1995): Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. *Journal of Nutrition*, 125: 581–588
13. Applegate, T. J., Troche, C., Jiang, Z., Johnson, T. (2009): The nutritional value of high-protein corn distillers dried grains for broiler chickens and its effect on nutrient excretion. *Poultry Science*, 88: 354–359
14. Baker, D. H. (2000): Nutritional constraints to use of soy product by animals. p. 1-12. In: Soy in Animal Nutrition. Drackley, J. K., ed. Feed Animal Science Society. Savoy, IL.
15. Baker, D. H. (2009): Advances in protein–amino acid nutrition of poultry. *Amino acids*, 37: 29-41
16. Bandegan, A., Guenter, W., Hoehler, D., Crow, G. H., Nyachoti, C. M. (2009): Standardized ileal amino acid digestibility in wheat distillers dried grains with solubles for broilers. *Poultry Science*, 88: 2592–2599
17. Batal, A. B., Dale, N. M. (2006): True metabolizable energy and amino acid digestibility of distillers dried grains with solubles. *The Journal of Applied Poultry Research*, 15(1): 89–93
18. Batal, A. B., Parsons, C. M. (2002): Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. *Poultry Science*, 81(3): 400–407
19. Bayley, H. S., Summers, J. D. (1975): Nutritional evaluation of extruded full-fat soybeans and rapeseeds using pigs and chickens. *Canadian Journal of Animal Science*, 55(3): 441–450
20. Beare-Rogers, J. L., Nera, E. A., Heggtveit, H. A. (1974): Myocardial alteration in rats fed rapeseed oils containing high or low levels of erucic acid. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 17: 213–222
21. Bedford, M. R., Cowieson, A. J. (2012): Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology. *Animal Feed Science and Technology*, 173: 76–85
22. Behnke, K. C. (2007) Feed manufacturing considerations for using DDGS in poultry and livestock diets. Proc. Mid-Atlantic Nutrition Conference, College Park, MD. 77–81

23. Bell, J. M. (1993): Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, 73: 619–697
24. Belyea, R. L., Rausch, K. D., Tumbleson, M. E. (2004): Composition of corn and distillers dried grains with solubles from dry grind ethanol processing. *Bioresources Technology*, 94: 293–298
25. Belyea, R., Eckhoff, S., Wallig, M., Tumbleson, M. (1998): Variability in the nutritional quality of distillers solubles. *Bioresources Technology*. 66: 207–212
26. Bertheau, Y., Davison, J. (2011): Soybean in the european union, status and perspective. In: Krezhova, D., Recent trends for enhancing the diversity and quality of soybean products. 1st, InTech, 2011, 3–46 p., ISBN 978-953-307-533-4
27. Bertolo, R. F., Moehn, S., Pencharz, P. B., Ball, R. O. (2005): Estimate of the variability of the lysine requirement of growing pigs using the indicator amino acid oxidation technique. *Journal of animal science*, 83:2535–2542
28. Breytenbach, L. (2005): The influence of processing of lupins and canola on apparent metabolizable energy and broiler performance. Dissertation Thesis. Stellenbosch: University of Stellenbosch
29. Brzęk, P., Ciminari, M. E., Kohl, K. D., Lessner, K., Karasov, W. H., Caviedes-Vidal, E. (2013): Effect of age and diet composition on activity of pancreatic enzymes in birds. *Journal of Comparative Physiology*, 183: 685–697
30. Butler, E. J., Pearson, A. W., Fenwick, G. R. (1982): Problems which limit the use of rapeseed meal as a protein source in poultry diets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 33: 866–875
31. Caine, W.R., Sauer, W.C., Verstegen, M.W., Tamminga, S., Li, S. and Schulze, H. (1998): Guanidinated protein test meal with higher concentration of soybean trypsin inhibitors increase ileal recoveries of endogenous amino acids in pigs. *Journal of Nutrition*, 128: 598–605
32. Camire, M. E. (1991): Protein functionality modification by extrusion cooking. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 68: 200–205.
33. Campello, C. C., Montenegro, R. C., Figueiredo, C. H. R. de, Sampaio, F. A. de C., Nogueira, G. C., Cardoso, W. M., Santos, M. do S. V. dos, Souza, F. M. de (2010): Performance of growing broiler chicken fed on diets containing raw full fat soybean. *Ciencia Animal*, 20: 87-96
34. Clandinin, D. R., Robblee, A. R. (1981): Rapeseed meal in animal nutrition: II. Nonruminant animals. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 58: 682–686

35. Clark, E., Wiseman, J. (2005): Effects of variability in trypsin inhibitor content of soya bean meals on true and apparent ileal digestibility of amino acids and pancreas size in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 121: 125–138
36. Clark, E., Wiseman, J. (2007): Effects of extrusion conditions on trypsin inhibitor activity of full fat soybeans and subsequent effects on their nutritional value for young broilers. *British Poultry Science*, 48: 703–712
37. de Coca-Sinova, A., Valencia, D. G., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R., Mateos, G. G. (2008): Apparent ileal digestibility of energy, nitrogen, and amino acids of soybean meals of different origin in broilers. *Poultry Science*, 87: 2613–2623
38. Coleman, R. A., Bertolo, R. F., Moehn, S., Leslie, M. S., Ball, R. O., Korver D. R. (2003): Lysine requirements of pre-lay broiler breeder pullets: Determination indicator amino acid oxidation. *Journal of Nutrition*, 133: 2826–2829
39. Coon, C. N., Leske, K. L., Akavanichan, O., Cheng, T. K. (1990): Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. *Poultry Science*, 69: 787–793
40. Cowieson, A. J., Acamovic, T., Bedford, M. R. (2006): Phytic acid and phytase: Implications for protein utilization by poultry. *Poultry Science*, 85: 878–885
41. Cowieson, A. J., Acamovic, T., Bedford, M. R. (2004): The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. *British Poultry Science*, 45: 101–108
42. Cozannet, P., Lessire, M., Gady, C., Métayer, J. P., Primot, Y., Skiba, F., Noblet, J. (2010): Energy value of wheat dried distillers grains with solubles in roosters, broilers, layers, and turkeys. *Poultry Science*, 89: 2230–2241
43. Cromwell, G. L., Herkelman, K. L., Stahly, T. S. (1993): Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. *Journal of animal science*, 71(3): 679–686
44. Croom, W. J., Brake, J., Coles, B. A., Havenstein, G. B., Christensen, V. L., McBride, B. W., Peebles, E. D., Taylor, I. L. (1999): Is intestinal absorption capacity rate-limiting for performance in poultry? *Journal of Applied Poultry Research*, 8: 242–252
45. Dalibard, P., Paillard, E. (1995): Use of the digestible amino acid concept in formulating diets for poultry. *Animal Feed Science and Technology*, 53: 189–204
46. Davis, F., Briggs, G. M. (1947): The growth-promoting action of cellulose in purified diets for chicks. *The Journal of Nutrition*, 34: 295–300

47. Dei, H. K. (2011): Soybean as a feed ingredient for livestock and poultry. In: Krezhova, D., Recent trends for enhancing the diversity and quality of soybean products. 1st, InTech, 2011, 215–226 p., ISBN 978-953-307-533-4
48. D’Mello, J. P. F. (2003a): Adverse effects of amino acids. In: D’Mello, J. P. F. Amino acids in animal nutrition. 2nd, CABI, 2003, 125–142 p., ISBN 085199654X, 9780851996547
49. D’Mello, J. P. F. (2003b): Responses of growing poultry to amino acids. In: D’Mello, J. P. F. Amino acids in animal nutrition. 2nd, CABI, 2003, 237–264 p., ISBN 085199654X, 9780851996547
50. D’Mello, J. P. F. (1982): A Comparison of two empirical methods of determining amino acid requirements. *World's Poultry Science Journal*, 38: 114–119
51. Doeschate, R. T., Scheele, C. W., Schreurs, V. V. A. M., Van Der Klis, J. D. (1993): Digestibility studies in broiler chickens: influence of genotype, age, sex and method of determination. *British Poultry Science*, 34(1): 131–146
52. Dong, X. Y., Wang, Y. M., Dai, L., Azzam, M. M. M., Wang, C., Zou, X. T. (2012): Posthatch development of intestinal morphology and digestive enzyme activities in domestic pigeons (*Columba livia*). *Poultry Science*, 91(8): 1886–1892
53. Douglas, M. W., Parsons, C. M., Hymowitz, T. (1999): Nutritional evaluation of lectin-free soybeans for poultry. *Poultry Science*, 78: 91–95
54. Duarado, L. R. B., Pascoal, L. A. F., Sakomura, N. K., Costa, F. G. P. (2011): Soybeans „*glycine max*“ and soybean products in poultry and swine nutrition. In: Krezhova, D., Recent trends for enhancing the diversity and quality of soybean products. 1st, InTech, 2011, 175–190 p., ISBN 978-953-307-533-4
55. Dunnington, E. A., Siegel, P. B. (1995): Enzyme activity and organ development in newly hatched chicks selected for high or low eight-week body weight. *Poultry science*, 74(5): 761–770
56. El-Batal, A. I., Abdel Karem, H. (2001): Phytase production and phytic acid reduction in rapeseed meal by „*Aspergillus niger*“ during solid state fermentation. *Food research international*, 34(8): 715–720
57. Ewing, P. H., Pesti, G. M., Bakalli, R. I. (2001): Development of procedures for determining the amino acid requirements of chickens by the indicator amino acid oxidation method. *Poultry Science*, 80: 182–186

58. Fan, M. Z., Sauer, W. C. (1995): Determination of apparent ileal amino acid digestibility in barley and canola meal for pigs with the direct, difference, and regression methods. *Journal of Animal Science*, 73: 2364–2374
59. Fan, M. Z., Sauer, W. C., De Lange, C. F. M. (1995): Amino acid digestibility in soybean meal, extruded soybean and full-fat canola for early-weaned pigs. *Animal feed science and technology*, 52(3): 189–203
60. Fan, M. Z., Sauer, W. C., Hardin, R. T., Lien, K. A. (1994): Determination of apparent ileal amino acid digestibility in pigs: effect of dietary amino acid level. *Journal of Animal Science*, 72: 2851–2859
61. Fastinger, N. D., Latshaw, J. D., Mahan, D. C. (2006): Amino acid availability and true metabolizable energy content of corn distillers dried grains with solubles in adult cecectomized roosters. *Poultry Science*, 85: 1212–1216
62. Fastinger, N. D., Mahan, D. C. (2006): Determination of the ileal amino acid and energy digestibilities of corn distillers dried grains with solubles using grower-finisher pigs. *Journal of Animal Science*, 84: 1722–1728.
63. Feng, J., Liu, X., Xu, Z. R., Wang, Y. Z., Liu, J. X. (2007): Effects of fermented soybean meal on digestive enzyme activities and intestinal morphology in broilers. *Poultry science*, 86(6): 1149–1154
64. Fenwick, G. R., Spinks, E. A., Wilkinson, A. P., Heaney, R. K., Legoy, M. A. (1986), Effect of processing on the antinutrient content of rapeseed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 37: 735–741
65. Fenwick, G. R., Hobson-Frohocka, A., Landa, D. G., Curtisa, R. F. (1979): Rapeseed meal and egg taint: Treatment of rapeseed meal to reduce tainting potential. *British Poultry Science*, 20: 323–329
66. Ferguson, N. S., Gates, R. S., Taraba, J. L., Cantor, A. H., Pescatore, A. J., Ford, M. J., Burnham, D. J. (1998): The effect of dietary crude protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. *Poultry Science*, 77: 1481–1487
67. Fonolla, J., Prieto, C., Sanz, R. (1981): Influence of age on the nutrient utilization of diets for broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 6(4): 405–411
68. Francis, G., Makkar, H. P. S., Becker, K. (2001): Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199: 197–227
69. Gertler, A., Nitsan, Z. (1970): The effect of trypsin inhibitors on pancreatopeptidase E, trypsin, chymotrypsin and amylase in the pancreas and intestinal

tract of chicks receiving raw and heated soya-bean diets. *British Journal of Nutrition*, 24: 893–904

70. Gertler, A., Birk, Y., Bondi, A. (1967): A comparative study of the nutritional and physiological significance of pure soybean trypsin inhibitors and of ethanol-extracted soybean meals in chickens and rats. *Journal of Nutrition*, 91: 358–370

71. Geyra, A., Uni, Z., Sklan, D. (2001): The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. *British Journal of Nutrition*, 86(01): 53–61

72. Goebel, K. P., Stein, H. H. (2011): Ileal digestibility of amino acids in conventional and low-kunitz soybean products fed to weanling pigs. *Asian-australasian journal of animal science*, 24: 88–95

73. Goh, Y. K., Clandinin, D. R., Robblee, A. R., Darlington, K. (1979): The effect of level of sinapine in a laying ration on the incidence of fishy odor in eggs from brown-shelled egg layers. *Canadian Journal of Animal Science*, 59: 313–316

74. Gous, R. M., Morris, T. R. (1985): Evaluation of a diet dilution technique for measuring the response of broiler chickens to increasing concentrations of lysine. *British Poultry Science*, 26: 147–161

75. Grant G., Dorward P. M., Buchan W. C., Armour J. C., Pasztai A. (1995): Consumption of diets containing raw soya beans „*glycine max*“, kidney beans „*phaseolus vulgaris*“, cowpeas „*vigna unguiculata*“ or lupin seeds „*lupinus angustifolius*“ by rats for up to 700 days: effects on body composition and organ weights. *British Journal of Nutrition*, 13: 17–29

76. Greishop, C. M., Kadzere, C. T., Clapper, G. M., Flickinger, E. A., Bauer, L. L., Frazier, R. L., Fahey, G. C. (2003): Chemical and nutritional characteristics of United States soybeans and soybean meals. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 51: 7684–7691

77. Han, Y., Parsons, C. M., Hymowitz, T. (1991): Nutritional evaluation of soybeans varying in trypsin inhibitor content. *Poultry science*, 70: 896–906

78. Harwey, B. L., Downey, R. K. (1964): The inheritance of erucic acid content in rapeseed „*brassica napus*“. *Canadian Journal of Plant Science*, 44(1): 104–111

79. Hedemann, M. S., Eskildsen, M., Lærke, H. N., Pedersen, C., Lindberg, J. E., Laurinen, P., Bach Knudsen, K. E. (2006): Intestinal morphology and enzymatic activity in newly weaned pigs fed contrasting fiber concentrations and fiber properties. *Journal of Animal Science*, 84: 1375–1386

80. Herkelman, K. L., Cromwell, G. L., Stahly, T. S., Pfeiffer, T. W., Knabe, D. A. (1992). Apparent digestibility of amino acids in raw and heated conventional and low-trypsin-inhibitor soybeans for pigs. *Journal of animal science*, 70(3): 818–826
81. Hernández, F., López, M., Martínez, S., Megías, M. D., Catalá, P., Madrid, J. (2012): Effect of low-protein diets and single sex on production performance, plasma metabolites, digestibility, and nitrogen excretion in 1- to 48-day-old broilers, *Poultry Science*, 91: 683–692
82. Hurwitz, S., Sklan, D., Talpaz, H., Plavnik, I. (1998): The effect of dietary protein level on the lysine and arginine requirements of growing chickens. *Poultry Science*, 77(5): 689–696
83. Huang, J., Rozwadowski, K., Bhinu, V. S., Schäfer, U., Hannoufa, A. (2008): Manipulation of sinapine, choline and betaine accumulation in Arabidopsis seed: Towards improving the nutritional value of the meal and enhancing the seedling performance under environmental stresses in oilseed crops. *Plant Physiology and Biochemistry*, 46: 647–654
84. Huang, K. H., Ravindran, V., Li, X., Ravindran, G., Bryden, W. L. (2007): Apparent ileal digestibility of amino acids in feed ingredients determined with broilers and layers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 47–53
85. Huang, K. H., Ravindran, V., Li, X., Bryden, W. L. (2005): Influence of age on the apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients for broiler chickens. *British Poultry Science*, 46(2): 236–245
86. Choct, M. (2006): Enzymes for the feed industry: past, present and future. *World's Poultry Science Journal*, 62: 5–16
87. Choct, M. (1997): Feed non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. *Feed Milling International*, 191: 13–26
88. Chunmei, G., Hongbin, P., Zewei, S., Guixin, Q. (2010): Effect of soybean variety on anti-nutritional factors content, and growth performance and nutrients metabolism in rat. *International Journal of Molecular Sciences*, 11: 1048–1056
89. Iji, P. A. (1999): The impact of cereal non-starch polysaccharides on intestinal development and function in broiler chickens. *Worlds Poultry Science Journal*, 55: 375–387
90. Jansman, A. J. M., Enting, H., Verstegen, M. W. A., Huisman, J. (1994): Effect of condensed tannins in hulls of faba beans „*vicia faba*“ on the activities of trypsin (EC

2.4. 21.4) and chymotrypsin (EC 2.4. 21.1) in digesta collected from the small intestine of pigs. *British Journal of Nutrition*, 71: 627–641

91. Jayaraman, S., Thangavel, G., Kurian, H., Mani, R., Mukkalil, R., Chirakkal, H. (2013): *Bacillus subtilis* PB6 improves intestinal health of broiler chickens challenged with „*clostridium perfringens*“ induced necrotic enteritis. *Poultry science*, 92(2): 370–374

92. Jin, S. H., Corless, A., Sell, J. L. (1998): Digestive system development in post-hatch poultry. *World's Poultry Science Journal*, 54(4): 335–345.

93. Jordinson, M. A. R. K., Deprez, P. H., Playford, R. J., Heal, S., Freeman, T. C., Alison, M., Calam, J. (1996): Soybean lectin stimulates pancreatic exocrine secretion via CCK-A receptors in rats. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 270(4): 653–659

94. Józefiak, D., Ptak, A., Kaczmarek, S., Maćkowiak, P., Sassek, M., Slominski, B. A. (2010): Multi-carbohydrase and phytase supplementation improves growth performance and liver insulin receptor sensitivity in broiler chickens fed diets containing full-fat rapeseed. *Poultry Science*, 89: 1939–1946

95. Kacerovský, O. (1990): Zkoušení a posuzování krmiv. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 216 s.

96. Kadhim, K. K., Zuki, A. B. Z., Noordin, M. M., Babjee, S. M. A., Zamri-Saad, M. (2011): Activities of amylase, trypsin and chymotrypsin of pancreas and small intestinal contents in the red jungle fowl and broiler breed. *African Journal of Biotechnology*, 10: 108–115

97. Kadim, I. T., Moughan, P. J., Ravindran, V. (2002): Ileal amino acid digestibility assay for the growing meat chicken—comparison of ileal and excreta amino acid digestibility in the chicken. *British Poultry Science*, 43(4): 588–597

98. Kakade, M. F., Simons, N. F., Liener, I. E., Lambert, J. W. (1972): Biochemical and Nutritional Assessment of Different Varieties of Soybeans. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 20: 87–90

99. Kaláč, P., Míka V. (1997): Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech. ÚZPI, Praha. 216.

100. Khajali, F., Slominski, B. A. (2012): Factors that affect the nutritive value of canola meal for poultry. *Poultry Science*, 91: 2564–2575

101. Kim, E. J., Amezcuca, M. C., Utterback, P. L., Parsons, C. M. (2008): Phosphorus bioavailability, true metabolizable energy, and amino acid digestibilities of

- high protein corn distillers dried grains and dehydrated corn germ. *Poultry Science*, 87:700–705
102. Klasing, K. C. (1998). Comparative avian nutrition. Cab International.
103. Klein-Hessling, H. (2007): Value Canola meal before using it. *World Poultry magazine*, 23: 24–28
104. Kloss, P., Jeffery, E., Wallig, M., Tumbleson, M., Parsons, C. (1994): Efficacy of feeding glucosinolate-extracted crambe meal to broiler chicks. *Poultry Science*, 73: 1542–1551
105. Knabe, D. A., LaRue, D. C., Gregg, E. J., Martinez, G. M., Tanksley Jr, T. D. (1989): Apparent digestibility of nitrogen and amino acids in protein feedstuffs by growing pigs. *Journal of Animal Science*, 67(2): 441–458
106. Kong, C., Adeola, O., (2010): Apparent ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for White Pekin ducks. *Poultry Science*, 89: 545–550
107. Kozłowska, H., Naczk, M., Shahidi, F., Zadernowski, R. (1990): Phenolic Acids and Tannins in Rapeseed and Canola. In: Shahidi, F. Canola and Rapeseed: Production, Chemistry, Nutrition, and Processing Technology. 1st, Springer, 1990, 355p., ISBN 0442002955, 9780442002954
108. Kriengsinyos, W., Wykes, L. J., Ball, R. O., Pencharz, P. B. (2002): Oral and intravenous tracer protocols of the indicator amino acid oxidation method provide the same estimate of the lysine requirement in healthy men. *Journal of Nutrition*, 132: 2251–2257
109. Kunitz, M. (1947): Crystalline soybean trypsin inhibitor II. General properties. *The Journal of general physiology*. 30: 291–310
110. Lall, S. P., Slinger, S. J. (1973): The metabolizable energy content of rapeseed oils and rapeseed oil foods and the effect of blending with other fats. *Poultry Science*, 52: 143–151
111. Latshaw, J. D., Clayton, P. C. (1976): Raw and heated full fat soybeans in laying diets. *Poultry Science*, 55: 1268–1272
112. Leaflet, A. S. (2008): Maximum dietary content of corn dried distiller's grains with solubles in diets for laying hens. Effects on nitrogen balance, manure excretion, egg production, and egg quality. Iowa State University, Animal Industry Report 2008
113. Leclercq, B., Beaumont, C. (2001): Effects of genetic potential on the lysine requirement and economic results of simulated broiler flocks. *Animal research*, 50(1): 67–78

114. Lee, K. H., Olomu, J. M., Simt, J. S. (1991): Live performance, carcass yield, protein and energy retention of broiler chickens fed canola and flax full-fat seeds and the restored mixtures of meal and oil. *Canadian Journal of Animal Science*, 71: 897–903
115. Leeson S., Atteh, J. O. (1996): Response of broiler chicks to dietary full-fat soybeans extruded at different temperatures prior to or after grinding. *Animal Feed Science and Technology*, 57: 239–245
116. Leeson, S., Atteh, J. O., Summers, J. D. (1987): Effects of increasing dietary levels of commercially heated soybeans on performance, nutrient retention and carcass quality of broiler chickens. *Canadian Journal of Animal Science*, 67: 821–828
117. Leeson, S., Slinger, S. J., Summers, J. D. (1978): Utilization of whole Tower rapeseed by laying hens and broiler chickens. *Canadian Journal of Animal Science*, 58: 55–61
118. Lemme, A., Ravindran, V. Bryden, W. L. (2004): Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poultry Science Journal*, 60: 421–435
119. Lewis, A. J., Baker, D. H., Ammerman, C. B. (1995): Bioavailability of D-amino acids and DL-hydroxy-methionine. *Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals, and vitamins*, 67-81 p.
120. Liebert, F. (2007): Lysine requirement of fast growing chickens - effects of age, sex, level of protein deposition and dietary lysine efficiency. *Journal of Poultry Science*, 44: 63–72
121. Liebert, F., Benkendorff, K. (2007): Modeling lysine requirements of *Oreochromis niloticus* due to principles of the diet dilution technique. *Aquaculture*, 267: 100–110
122. Liener, I. E. (1981): Factors affecting the nutritional quality of soya products. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 58: 406–415
123. Lin, F. D., Knabe, D. A., Tanksley, T. D. (1987): Apparent digestibility of amino acids, gross energy and starch in corn, sorghum, wheat, barley, oat groats and wheat middlings for growing pigs. *Journal of animal science*, 64: 1655–1663
124. Lumpkins, B. S., Batal, A. B. (2005): The bioavailability of lysine and phosphorus in distillers dried grains with solubles. *Poultry Science*, 84: 581–586
125. Lumpkins, B. S., Batal, A. B., Dale, N. M. (2004): Evaluation of distillers dried grains with solubles as a feed ingredient for broilers. *Poultry Science*, 83: 1891–1896
126. Lynn, K. R., Clevette-Radford, N. A. (1984): Purification and characterization of heveain, a serine protease from „*hevea brasiliensis*“. *Phytochemistry*, 23(5): 963–964

127. Ma, Y. L., Guo. T. (2008): Intestinal morphology, brush border and digesta enzyme activities of broilers fed on a diet containing Cu²⁺-loaded montmorillonite. *British Poultry Science*, 49: 65–73
128. Mabon, N., Mandikib, S. N. M., Deryckeb, G., Bisterb, J. L., Watheleta, J. P., Marliera, M., Paquay, R. (2000): Chemical changes and influences of rapeseed antinutritional factors on lamb physiology and performance. 3. Antinutritional factors in plasma and organs. *Animal Feed Science and Technology*, 85: 111–120
129. MacIsaac, J. L., Burgoyne, K. L., Anderson, D. M., Rathgeber, B. R. (2005): Roasted full-fat soybeans in starter, grower, and finisher diets for female broiler turkeys. *The Journal of Applied Poultry Research*, 14: 116–121
130. Mack, S., Bercovici, D., De Groote, G., Leclerqo, B., Lippens, M., Pack, M., Scutte, J. B., Van Cauwenberghe, S. (1999): Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. *British Poultry Science*, 40: 257–265
131. Mailer, J. R., McFadden, A., Ayton, J., Redden, B. (2008): Antinutritional components, fibre, sinapine and glucosinolate content, in australian canola (*Brassica napus* L.) meal. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 85: 937–944
132. Makkink, C. A., Negulescu, G. P., Guixin, Q., Verstegen, M. W. A. (1994): Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejunal morphology in newly-weaned piglets. *British Journal of Nutrition*, 72: 353–368
133. Marty, B. J., Chavez, E. R., De Lange, C. F. (1994): Recovery of amino acids at the distal ileum for determining apparent and true ileal amino acid digestibilities in growing pigs fed various heat-processed full-fat soybean products. *Journal of Animal Science*, 72: 2029–2037
134. Mathlouthi, N., Lalles, J. P., Lepercq, P., Juste, C., Larbier, M. (2002): Xylanase and β -glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed a rye-based diet. *Journal of Animal Science*, 80(11): 2773–2779
135. Matthäus, B., Angelini, L. G. (2005): Anti-nutritive constituents in oilseed crops from Italy. *Industrial Crops and Products*, 21: 89–99
136. Matthews, J. C. (2000): Amino acid and peptide transport system. In: D'Mello, J. P. F. Farm animal metabolism and nutrition. 1st, CABI, 2000, 3–24 p., ISBN 0851993788, 9780851993782

137. McNab, J. M. (1995): Amino acid digestibilities: Determination and application in poultry. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, p. 7–13
138. Messina, M. J. (1999): Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70: 439–450
139. Mikulski, D., Jankowski, J., Zdunczyk, Z., Juskiewicz, J., Slominski, B., A. (2012): The effect of different dietary levels of rapeseed meal on growth performance, carcass traits, and meat quality in turkeys. *Poultry Science*, 91: 215–223
140. Min Y. N., Hancock, A., Yan, F., Lu, C., Coto, C., Karimi, A., Park, J. H., Liu, F. Z., Waldroup, P. W. (2009): Use of combinations of canola meal and distillers dried grains with solubles in broiler starter diets. *The Journal of Applied Poultry Research*, 18: 725–733
141. Mitaru, B. N., Blair, R., Bell, J. M., Reichert, R. D. (1982): Tannin and fiber contents of rapeseed and canola hulls. *Canadian Journal of Animal Science*, 62(2): 661–663
142. Mitchell, M. A., Moreto, M. (2006). Absorptive function of the small intestine: adaptations meeting demand. *Avian Gut Function in Health and Disease*, 28: 143
143. Moehn, S., Bertolo, R. F. P., Pencharz, P. B., Ball, R. O. (2004): Indicator amino acid oxidation responds rapidly to changes in lysine or protein intake in growing and adult pigs. *Journal of Nutrition*, 134: 836–841
144. Montagne, L., Pluske, J. R., Hampson, D. J. (2003): A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 108: 95–117
145. Moore, R. J., Kornegay, E. T., Grayson, R. L., Lindemann, M. D. (1988): Growth, nutrient utilization and intestinal morphology of pigs fed high-fiber diets. *Journal of Animal Science*, 66:1570–1579
146. Moran, E. T., Bushong, R. D., Bilgili, S. F. (1992): Reducing dietary crude protein for broilers while satisfying amino acid requirements by least-cost formulation: live performance, litter composition, and yield of fast-food carcass cuts at six weeks. *Poultry science*, 71: 1687–1694
147. Moran, E. T., Somers, J., Larmond, E. (1973): Full-fat soybeans for growing and finishing large white turkeys 1. Live performance and carcass quality. *Poultry Science*, 52: 1936–1941

148. Morris, T. R., Al-Azzawi, K., Gous, R. M., Simpson, G. L. (1987): Effects of protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. *British Poultry Science*, 28, 185–195.
149. Naczk, M., Amarowicz, R., Pink, D., Shahidi, F. (2000): Insoluble condensed tannins of canola and rapeseed hulls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 1758–1762
150. Naczk, M., Amarowicz, R., Sullivan, A., Shahidi, F. (1998a): Current research developments on polyphenolics of rapeseed/canola: a review. *Food Chemistry*, 62: 489–502
151. Naczk, M., Amarowicz, R., Shahidi, F. (1998b): Role of phenolics in flavor of rapeseed protein products. *Developments in Food Science*, 40: 597–613
152. Naczk, M., Nichols, T., Pink, D., Sosulski, F. (1994): Condensed tannins in canola hulls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42: 2196–2200
153. Nalle, C. L. (2009): Nutritional evaluation of grain legumes for poultry. Dissertation Thesis, Palmerston North, New Zealand.
154. Namkung, H., Leeson, S. (1999): Effect of phytase enzyme on dietary nitrogen corrected apparent metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chicks. *Poultry science*, 78(8):1317–1319
155. Nelson, T. S., Ferrara, L. W., Storer, N. L. (1968): Phytate phosphorus content of feed ingredients derived from plants. *Poultry Science*, 47: 1372–1374
156. Newkirk, R. (2009): Canola meal feed industry guide. Canola Council of Canada. 4th Edition, Winnipeg, Manitoba
157. Niederau, C., Grendell, J. H., Rothman, S. S. (1986): Digestive end products release pancreatic enzymes from particulate cellular pools, particularly zymogen granules. *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, 881(2): 281–291
158. Nikolić, N., Lazić, M. (2011): The main components content, rheology properties and lipid profile of wheat-soybean flour. In: Krezhova, D., Recent trends for enhancing the diversity and quality of soybean products. 1st, InTech, 2011, 81–94 p., ISBN 978-953-307-533-4
159. Novak, C., Yakout, H., Scheideler, S. (2004): The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. *Poultry Science*, 83: 977–984
160. Noy, Y., Sklan, D. (1995): Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science*, 74(2), 366–373

161. Nutrient Requirements of Poultry. Subcommittee on Poultry Nutrition (1994): 9th Revised Edition., Committee on Animal Nutrition.
162. Nwokolo, E. N., Bragg, D. B. (1977): Influence of phytic acid and crude fibre on the availability of minerals from four protein supplements in growing chicks. *Canadian Journal of Animal Science*, 57: 475–477
163. Nyachoti, C. M., de Lange, C. F. M., Schulze, H. (1997): Estimating endogenous amino acid flows at the terminal ileum and true ileal amino acid digestibilities in feedstuffs for growing pigs using the homoarginine method. *Journal of Animal Science*, 75: 3206–3213
164. Oliveira, N. A. R., Oliveira, W. P. (2009): Amino acids for broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38: 205–208
165. Oliveira, F. N. D., Costa, F. G. P., Silva, J. H. V. D., Brandão, P. A., Júnior, A., da Silva, V., Brandão, P. A., da Silva; V. A. Jr., do Nascimento, G. A. J., Barros, L. R. (2005): Effects of full-fat extruded soybean at different temperatures on performance of broiler chicks in the growing and final phases. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34: 1950–1955
166. Opletal, L., Skřivanová, V. (2010): Přírodní látky a jejich biologická aktivita: Využití látek pro ovlivnění fyziologických procesů hospodářských zvířat. Vyd. 1. Praha, 653 s. ISBN 978-80-246-1801-2.
167. Ortín, W. G. N., Yu, P. (2009): Nutrient variation and availability of wheat DDGS, corn DDGS and blend DDGS from bioethanol plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89: 1754–1761
168. Oryschak, M., Korver, D., Zuidhof, M., Beltranena, E. (2010a): Nutritive value of single-screw extruded and nonextruded triticale distillers dried grains with solubles, with and without an enzyme complex for broilers. *Poultry Science*, 89: 1411–1423
169. Oryschak, M., Korver, D., Zuidhof, M., Meng, X., Beltranena, E. (2010b): Comparative feeding value of extruded and nonextruded wheat and corn distillers dried grains with solubles for broilers. *Poultry Science*, 89: 2183–2196
170. Oviedo-Rondon, E. O., Waldroup, P. W. (2002): Models to estimate amino acid requirements for broiler chicken. *International Journal of Poultry Science*, 1(5): 106 - 113
171. Pahn, A. A., Scherer, C. S., Pettigrew, J. E., Baker, D. H., Parsons, C. M., Stein, H. H. (2009): Standardized amino acid digestibility in cecectomized roosters and lysine

bioavailability in chicks fed distillers dried grains with solubles. *Poultry Science*, 88: 571–578

172. Palacios, M. F., Easter, R. A., Soltwedel, K. T., Parsons, C. M., Douglas, M. W., Hymowitz, T., Pettigrew, J. E. (2004): Effect of soybean variety and processing on growth performance of young chicks and pigs. *Journal of animal science*, 82: 1108–1114

173. Pearson, A. W., Butler, E. J., Frank Curtis, R., Roger Fenwick, G., Hobson-Frohock, A. and Land, D. G. (1979): Effect of rapeseed meal on hepatic trimethylamine oxidase activity in the domestic fowl in relation to egg taint. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 30: 291–298

174. Parsons, C. M. (2002): Digestibility and Bioavailability of protein and amino acid. In: McNab, J. M., Boorman, K. N., *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition, and Nutritive Value*. 1st, CABI, 2002, 57–86 p., ISBN 0851994644, 9780851994642

175. Parsons, C. M., Potter, L. M., Brown, R. D. (1983): Effects of dietary carbohydrate and of intestinal microflora on excretion of endogenous amino acids by poultry. *Poultry Science*, 62: 483–489

176. Perez-Maldonado, R. A., Mannion, P. F., Farrell, D. J. (2003): Effects of heat treatment on the nutritional value of raw soybean selected for low trypsin inhibitor activity. *British Poultry Science*, 44: 299–308

177. Perilla, N. S., Cruz, M. P., De Belalcazar, F., Diaz, G. J. (1997): Effect of temperature of wet extrusion on the nutritional value of full-fat soybeans for broiler chickens. *British Poultry Science*, 38: 412–416

178. Pertilä, S., Valaja, J., Partanen, K., Jalava, T., Venäläinen, E. (2002): Apparent ileal digestibility of amino acids in protein feedstuffs and diet formulation based on total vs digestible lysine for poultry. *Animal Feed Science and Technology*, 98: 203–218

179. Pesti, G. M. (2009): Impact of dietary amino acid and crude protein levels in broiler feeds on biological performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 18: 477–486

180. Pettersson, D., Graham, H., Aman, P. (1990): Enzyme supplementation of low or high crude protein concentration diets for broiler chickens. *Animal Production*, 51: 399–404.

181. Potměšilová, J., Adamec, J. (2009): Situační a výhledová zpráva. Olejniny. Praha: MZe ČR, ISBN 978-80-7084-803-6

182. Qiao, H. and Classen, H. L. (2003): Nutritional and physiological effects of rapeseed meal sinapine in broiler chickens and its metabolism in the digestive tract. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 1430–1438
183. Qin, G., ter Elst, E. R., Bosch, M. W., van der Poe, A. F. B. (1996): Thermal processing of whole soya beans: Studies on the inactivation of antinutritional factors and effects on ileal digestibility in piglets. *Animal Feed Science Technology*, 57: 313–324
184. Raharjo, Y., Farrell, D. J. (1984): A new biological method for determining amino acid digestibility in poultry feedstuffs using a simple cannula, and the influence of dietary fibre on endogenous amino acid output. *Animal Feed Science and Technology*, 12: 29–45
185. Ravindran, V., Morel, P. C. H., Partridge, G. G., Hruby, M., Sands, J. S. (2006): Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. *Poultry Science*, 85: 82–89
186. Ravindran, V., Hew, L. I., Ravindran, G., Bryden, W. L., (2005): Apparent ileal digestibility of amino acids in dietary ingredients for broiler chickens. *Animal Science*, 81: 85–97
187. Ravindran, V., Cabahug, S., Ravindran, G., Selle, P. H., Bryden, W. L. (2000): Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorous levels. II. Effects on apparent metabolisable energy, nutrient digestibility and nutrient retention. *British Poultry Science*, 41: 193–200
188. Ravindran, V., Hew, L. I., Ravindran, G., Bryden, W. L. (1999a): A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determination of amino acid digestibility in food ingredients for poultry. *British Poultry Science*, 40: 266–274
189. Ravindran, V., Cabahug, S., Ravindran, G., Bryden, W. L. (1999b). Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. *Poultry Science*, 78(5): 699–706.
190. Ravindran, V., Ravindran, G., Sivalogan, S. (1994): Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant origin. *Food Chemistry*, 50(2): 133–136
191. Roberts, S. A., Xin, H., Kerr, B. J., Russell, J. R., Bregendahl, K. (2007): Effects of dietary fiber and reduced crude protein on nitrogen balance and egg production in laying hens. *Poultry Science*, 86: 1716–1725

192. Rodehutsord, M., Kapocius, M., Timmler, R., Dieckmann, A. (2004): Linear regression approach to study amino acid digestibility in broiler chickens. *British Poultry Science*, 45: 85–92
193. Roy, D. M., Schneeman, B. O. (1981): Effect of soy protein, casein, and trypsin inhibitor on cholesterol, bile acids and pancreatic enzymes in mice. *Journal of Nutrition*, 111: 878–885
194. Ruiz, N., de Belalcázar, F., Díaz, G. J. (2004): Quality control parameters for commercial full-fat soybeans processed by two different methods and fed to broilers. *Journal of applied poultry research*, 13: 443–450
195. Rundgren, M. (1983): Low-glucosinolate rapeseed products for pigs: A review. *Animal Feed Science Technology*, 9: 239–262
196. Sakomura, N. K., Silva, R., Laurentz, A. C., Malheiros, E. B., Nakaji, L. S. O. (1998): Evaluation of whole toasted and extruded soybean on the performance of broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27: 584–594
197. Salim, H. M., Kruk, Z. A., Lee, B. D. (2010): Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: A review. *World's Poultry Science Journal*, 66(3): 411–432
198. Salo-väänänen, P. P., Koivistoinen, P. E. (1996): Determination of protein in foods: comparison of net protein and crude protein (N× 6.25) values. *Food Chemistry*, 57: 27–31
199. Satoh, S., Furuse, M., Okumura, J. (1995): Factors influencing the intestinal phase of pancreatic exocrine secretion in the turkey. *Experientia*, 51(3): 249–251
200. Shaffner, C. S. (1952): Research in Poultry Physiology. *World's Poultry Science Journal*, 8: 174–175
201. Shahidi, F. (1990): Rapeseed and canola: global production and distribution. In: Shahidi, F. Canola and rapeseed: production, chemistry, nutrition, and processing technology. 1st, Springer, 1990, 355p., ISBN 0442002955, 9780442002954
202. Shahidi, F., Naczki, M. (1989): Effect of Processing on the Content of Condensed Tannins in Rapeseed Meals. *Journal of Food Science*, 54: 1082–1083
203. Shen, H., Summers, J. D., Leeson, S. (1983): The influence of steam pelleting and grinding on the nutritive value of canola rapeseed for poultry. *Animal Feed Science and Technology*, 8: 303–311

204. Shiga, K., Hara, H., Takahashi, T., Aoyama, Y., Furuta, H., Maeda, H. (2002): Ingestion of water-soluble soybean fiber improves gastrectomy-induced calcium malabsorption and osteopenia in rats. *Nutrition*, 18: 636–642
205. Shiga, K., Hara, H., Okano, G., Aoyama, Y. (2003): Ingestion of water-soluble soybean fiber prevents gastrectomy-induced iron malabsorption, anemia and impairment of voluntary running exercise performance in rats. *The Journal of nutrition*, 133: 1120–1126
206. Shim, M. Y. Pesti, G. M, Bakalli, R. I., Tillman, P. B., Payne, R. L. (2011): Evaluation of corn distillers dried grains with solubles as an alternative ingredient for broilers. *Poultry Science*, 90: 369–376
207. ShuPing; W., GuiXin, Q., Qian, G., LianYu, Y. (2000): Effect of antinutritional factors in full-fat soybean on the performance of broilers. *Journal of Jilin Agricultural University*, 22: 81–86
208. Shurson, J., Spiehs, M., Wilson, J., Whitney, M. (2003): Value and use of ‘new generation’ distiller’s dried grains with solubles in swine diets. In Alltech’s 19th International Feed Industry Symposium Proceedings.
209. Schutte, J. B., Jong, J. (2004): Ideal amino acid profile for poultry. TNO Nutrition and Food Research Institute, Wageningen, dostupné z www dne 20.2.2011 : <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c37/99600024.pdf>, 259 – 263
210. Schöne, F., Jahreis, G., Richter, G., Lange, R. (1993): Evaluation of rapeseed meals in broiler chicks: Effect of iodine supply and glucosinolate degradation by myrosinase or copper. *Journal of Science and Food Agriculture*, 61: 245–252
211. Sim, J. S., Toy, B., Crick, D. C., Bragg, D. B. (1985): Effect of Dietary Erucic Acid on the Utilization of Oils or Fats by Growing Chicks. *Poultry Science*, 64: 2150–2154
212. Simovic, R., Bilanski, W. K., Summers, J. D. (1972): Heat treatment of full-fat soybeans. *Canadian Journal of Animal Science*, 52: 183–188
213. Siriwan, P., Bryden, W. L., Mollah, Y., Annison, E. F. (1993): Measurement of endogenous amino acid losses in poultry. *British Poultry Nutrition*, 34(5): 939 – 949
214. Sklan, D., Noy, Y. (2004): Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: effect of dietary supply. *Poultry Science*, 83: 952–961
215. Sklan, D., Smirnova, A., Plavnik, I. (2003): The effect of dietary fibre on the small intestines and apparent digestion in the turkey. *British Poultry Science*, 44: 735–740

216. Sklan, D., Plavnik, I. (2002): Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers, *British Poultry Science*, 43: 442–449
217. Slominski, B. A., Campbell, L. D., Stangeg, N. E. (1987): Influence of cecectomy and dietary antibiotics on the fate of ingested intact glucosinolates in poultry. *Canadian Journal of Animal Science*, 67: 1117–1124
218. Smith, C. H. M., Annison, G. (1996): Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition-towards a physiologically valid approach to their determination. *World's Poultry Science Journal*, 52: 203–221
219. Soares, J. A., Stein, H. H., Singh, V., Shurson, G. S., Pettigrew, J. E. (2012): Amino acid digestibility of corn distillers dried grains with solubles, liquid condensed solubles, pulse dried thin stillage, and syrup balls fed to growing pigs. *Journal of animal science*, 90: 1255–1261
- 220.
221. Spiehs, M. J., Whitney, M. H., Shurson, G. C. (2002): Nutrient database for distillers dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. *Journal of Animal Science*, 80: 2639–2645
222. Sriperm, N., Pesti, G. M., Tillman, P. B. (2011): Evaluation of the fixed nitrogen-to-protein (N:P) conversion factor (6.25) versus ingredient specific N:P conversion factors in feedstuffs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91: 1182–1186
223. Star, L., Bruijn, N. D., Rovers, M. (2009): Dietary beta glucans to fight chronic enteritis. *World's Poultry*, 25(12): 14–16
224. Stefansson, B. R., Hougen, F. W., Downey, R. K. (1961): Note on the isolation of rape plants with seed oil free from erucic acid. *Canadian Journal of Plant Science*, 41(1): 218-219
225. Stein, H. H., Shurson, G. C. (2009): Board-invited review: The use and application of distillers dried grains with solubles (DDGS) in swine diets. *Journal of Animal Science*, 87: 1292–1303
226. Sterling, K. G., Vadenov, D. V., Pesti, G. M., Bakalli, R. I. (2005): Economically optimal dietary crude protein and lysine levels for starting broiler chicks. *Poultry Science*, 84(1): 29–36
227. Sturkie, P. D., Whittow, G. C. (2000): Sturkie's avian physiology, Academic Press, ISBN 0127476059, 685

228. Subuh, A. M. H., Motl, M. A., Fritts, C. A., Waldroup, P. W. (2002): Use of various ratios of extruded full fat soybean meal and dehulled solvent extracted soybean meal in broiler diets. *International Journal of Poultry Science*, 1: 9–12
229. Suchý, P., Straková, E., Herzig, I. (2007): Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů. Část II – řepka a řepkové produkty. Výzkumný ústav živočišné výroby, 112 s.
230. Sulistiyanto, B., Akiba, Y., Sato, K. (1999): Energy utilisation of carbohydrate, fat and protein sources in newly hatched broiler chicks. *British poultry science*, 40(5): 653–659
231. Summers, J. D., Bedford, M., Spratt, D. (1990): Interaction of calcium and sulphur in canola and soybean meal diets fed to broiler chicks. *Canadian journal of animal science*, 70(2): 685–694
232. Summers, J. D., Shen, H., Leeson, S. (1982): The value of canola seed in poultry diets. *Canadian Journal of Animal Science*, 62: 861–868
233. Swiatkiewicz, S., Koreleski, J. (2008): The use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 64: 257–266
234. Szymeczko, R., Topoliński, T., Burlikowska, K., Piotrowska, A., Bogusławska-Tryk, M., Błaszyk, J. (2011): Effects of different levels of rape seeds in the diet on performance, blood and bone parameters of broiler chickens. *Journal of Central European Agriculture*, 11: 393–400
235. Tabiri, H. Y., Bertolo, R. F. P., Ball, R. O., Korver, D. R. (2002): Development of the indicator amino acid oxidation technique in chickens: Calibration of oxidation system and determination of bicarbonate retention factor. *Poultry Science*, 81: 1020–1025
236. Talebali, H., Farzinpour, A. (2005): Effect of different levels of full-fat canola seed as a replacement for soybean meal on the performance of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 3: 982–985
237. Thacker, P. A., Widyaratne, D. P. (2007): Nutritional value of diets containing graded levels of wheat distillers grains with solubles fed to broiler chicks. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 1386–1390
238. Theander, O., Westerlund, E., Aman, P., Graham, H. (1989): Plant cell walls and monogastric diets. *Animal Feed Science and Technology*, 23: 205–225.

239. Thomke, S., Elwingera, K., Rundgrena, M., Ahlströma, B. (1983): Rapeseed meal of swedish low-glucosinolate type fed to broiler chickens, laying hens and growing-finishing pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 33: 75–96
240. Thormann, C. E., Romero, J., Mantet, J., Osborn, T. C. (1996): Mapping loc controlling the concentrations of erucic and linolenic acids in seed oil of *Brassica napus* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 93: 282–286
241. Traber, P. G., Gumucio, D. L., Wang, W. (1991): Isolation of intestinal epithelial cells for the study of differential gene expression along the crypt-villus axis. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 260(6): 895–903
242. Tripathi, M. L., Mishra, A. S. (2007): Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 132: 1–27
243. Uni, Z. (2006). Early development of small intestinal function. *Avian Gut Function in Health and Disease*, 28: 129
244. Uni, Z., Noy, Y., Sklan, D. (1999): Posthatch development of small intestinal function in the poult. *Poultry Science*, 78(2): 215–222
245. Uni, Z., Ganot, S., Sklan, D. (1998): Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science*, 77(1): 75–82
246. Uni, Z., Noy, Y., Sklan, D. (1995): Posthatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy-and light-strain chicks. *Poultry Science*, 74(10): 1622–1629
247. Valencia, D. G., Serrano, M. P., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R., & Mateos, G. G. (2009a). Ileal digestibility of amino acids of pea protein concentrate and soya protein sources in broiler chicks. *Livestock Science*, 121(1): 21–27
248. Valencia, D. G., Serrano, M. P., Lázaro, R., Jiménez-Moreno, E., Mateos, G. G. (2009b). Influence of micronization (fine grinding) of soya bean meal and full-fat soya bean on the ileal digestibility of amino acids for broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 150(3): 238–248
249. Waldroup, P. W., Wang, Z., Coto, C., Cerrate, S., Yan, F. (2007): Development of a Standardization Nutrient Matrix for Corn Distillers Dried Grains with Solubles. *International Journal of Poultry Science*, 6(7): 478–483
250. Waldroup, P. W., Ramsey, B. E., Hellwig, H. M. and Smith, N. K. (1985): Optimum processing for soybean meal used in broiler diets. *Poultry Science*, 64: 2314–2320

251. Waldroup, P. W., Cotton, T. L. (1974): Maximum usage levels of cooked full-fat soybeans in all-mash broiler diets. *Poultry Science*, 53: 677–680
252. Wang, D., Piao, X. S., Zeng, Z. K., Lu, T., Zhang, Q., Li, P. F., Xue, L. F., Kim, S. W. (2011): Effects of keratinase on performance, nutrient utilization, intestinal morphology, intestinal ecology and inflammatory response of weaned piglets fed diets with different levels of protein. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 24: 1718–1728
253. Wang, Z., Cerrate, S., Coto, C., Yan, F. Waldroup, P. W. (2007a): Utilization of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets using a standardized nutrient matrix. *International Journal of Poultry Science*, 6: 470–477
254. Wang, Z., Cerrate, S., Coto, C., Yan, F. Waldroup, P. W. (2007b): Use of constant or increasing levels of distillers dried grains with solubles (cDDGS) in broiler diets. *International Journal Poultry Science*, 6: 501–507
255. Wang, B. J., Cui, Z. J. (2007): How does cholecystokinin stimulate exocrine pancreatic secretion? From birds, rodents, to humans. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative, and Comparative Physiology*, 292: 666–678.
256. Wang, Z., Cerrate, S., Coto, C., Yan, F., Waldroup, P. W. (2007). Utilization of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets using a standardized nutrient matrix. *International Journal of Poultry Science*, 6(7): 470–477
257. Wang, T. C., Fuller, M. F. (1989): The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. *British Journal of Nutrition*, 62: 17–89
258. Wallis, I. R., Balnave, D. (1984): The influence of environmental temperature, age and sex on the digestibility of amino acids in growing broiler chickens. *British poultry science*, 25(3): 401–407.
259. Widyaratne, G. P., Zijlstra, R. T. (2007). Nutritional value of wheat and corn distiller's dried grain with solubles: Digestibility and digestible contents of energy, amino acids and phosphorus, nutrient excretion and growth performance of grower-finisher pigs. *Canadian journal of animal science*, 87(1): 103–114
260. Wijtten, P. J. A., Lemme, A., Langhout, D. J. (2004): Effects of different dietary ideal protein levels on male and female broiler performance during different phases of life: Single phase effects, carryover effects, and interactions between phases. *Poultry Science*, 83: 2005–2015

261. Willis, S. (2003): The use of soybean meal and full fat soybean meal by the animal feed industry. In: 12th Australian Soybean Conference, Toowoomba, Qld: North Australian Soybean Industry Association
262. Xu, Z. R., Hu, C. H., Xia, M. S., Zhan, X. A., Wang, M. Q. (2003): Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poultry Science*, 82(6): 1030–1036
263. Yadalam, S. (2005): Modeling broiler energy and protein metabolism. Dissertation Thesis, Oklahoma State University, 123 s.
264. Yamauchi, K., Kamisoyama, H., & Isshiki, Y. (1996): Effects of fasting and refeeding on structures of the intestinal villi and epithelial cells in White Leghorn hens. *British poultry science*, 37(5): 909–921
265. Yapar, Z., Clandinin, D. R. (1972): Effect of tannins in rapeseed meal on its nutritional value for chicks. *Poultry Science*, 51: 222–228
266. Yason, C. V., Summers, B. A., Schat, K. A. (1987). Pathogenesis of rotavirus infection in various age groups of chickens and turkeys: pathology. *American journal of veterinary research*, 48(6): 927–938
267. Zhaleh, S., Golian, A., Hassanabadi, A., Mirghelenj, S. A. (2012): Main and interaction effects of extrusion temperature and usage level of full fat soybean on performance and blood metabolites of broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*, 11: 15380–15386
268. Zhang, Y., Caupert, J., Imerman, P. M., Richard, J. L., Shurson, G. C. (2009): The occurrence and concentration of mycotoxins in US distillers dried grains with solubles. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(20): 9828–9837
269. Zelenka, J., Zeman, L. (2006): Výživa a krmení drůbeže, Praha, 117 s.
270. Zelenka, J., Heger, J., Zeman, L. (2007): Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež. Ministerstvo zemědělství, Brno, ISBN 978-80-7375-091-6, 78
271. Zelenka, J. (2011): Aminokyseliny ve výživě nepřežvýkavých zvířat. Krmivářství, Praha, ISBN 1212-9992, 1: 15–18
272. Zeman, L., Tvrzník, P. (2007): Využití vedlejších produktů vznikajících při výrobě bioetanolu. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha - Uhřetěves, 2007, 60 s.

273. Zeman, L., Doležal, P., Kopřiva, A., Mrkvicová, E., Procházková, J., Ryant, P., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Veselý, P., Zelenka, J. (2006): Výživa a krmení hospodářských zvířat. 1. vyd. Praha: Profi Press, s.r.o., 360 s. ISBN 80-86726-17-7.
274. Zeman, L. (1995): Katalog krmiv: (tabulky výživné hodnoty krmiv). 1.vyd. Pohorelice: VÚVZ, 465 s.
275. Zuprizal, L., Larbier, M., Chagneau, A. M. (1992). Effect of age and sex on true digestibility of amino acids of rapeseed and soybean meals in growing broilers. *Poultry science*, 71(9): 1486–1492

9 SEZNAM ZKRATEK

| | |
|-----------------------|--|
| BNLV | bezdušíkaté látky výtažkové |
| CCK | cholecystokinin |
| EPSB | extrudované plnotučné sojové boby |
| GLS | glukosinoláty |
| KS | krmná směs |
| ME | metabolizovatelná energie |
| ME_d | metabolizovatelná energie pro drůbež |
| MJ | mega joule |
| NL | dusíkaté látky |
| NSP | neškrobové polysacharidy |
| ŘEŠ | řepkový extrahovaný šrot |
| ŘS | řepkové semeno |
| SEŠ | sojový extrahovaný šrot |
| SPSB | surové plnotučné sojové boby |
| TIA | inhibitory trypsinu (trypsin inhibitor aktivita) |
| TIU | jednotka inhibitoru trypsinu (TIU/mg sušiny) |
| ÚKZÚZ | ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský |
| ZŽB | zpracované živočišné bílkoviny |

10 SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Doporučený % obsah NL a aminokyselin v KS podle různých doporučení

Tabulka č. 2: Poměr aminokyselin v ideální bílkovině pro kuřata masného typu

Tabulka č. 3: Průměrný obsah NL a průměrná zdánlivá stravitelnost NL vybraných proteinových krmiv

Tabulka č. 4: Složení pokusných krmných směsí od 10 do 38 dne věku kuřat (g/kg)

Tabulka č. 5: Složení pokusných krmných směsí od 10 do 38 dne věku kuřat (g/kg)

Tabulka č. 6: Složení pokusných směsí (g/kg)

Tabulka č. 7: Živínové složení DDGS a pokusných směsí

Tabulka č. 8: Složení základní směsi (g/kg)

Tabulka č. 9: Složení krmných směsí (g/kg)

Tabulka č. 10.: Složení pokusných krmných směsí (g/kg)

Tabulka č. 11.: Složení pokusných krmných směsí BR2 (g/kg)

Tabulka č. 12.: Živínové složení krmných směsí (g/kg)

Tabulka č. 13: Průměrné hmotnosti kuřat během výkrmu (g)

Tabulka č. 14: Konverze krmiva (kg/kg)

Tabulka č. 15: Koeficienty stravitelnosti esenciálních aminokyselin, retence NL a retence tuku

Tabulka č. 16.: Délka klků, hloubka krypt a poměr klky/krypty tenkého střeva při použití SPSB v KS BR2 (μm)

Tabulka č. 17: Aktivita trypsinu, proteáz a hmotnost slinivky břišní

Tabulka č. 18.: Průměrné hmotnosti kuřat během výkrmu (g)

Tabulka č. 19: Konverze krmiva (kg/kg)

Tabulka č. 20: Koeficienty stravitelnosti vybraných esenciálních aminokyselin, retence NL a retence tuku

Tabulka č. 21.: Délka klků, hloubka krypt a poměr klky/krypty tenkého střeva při použití EPSB v KS BR2 (μm)

Tabulka č. 22: Aktivita trypsinu, proteáz a hmotnost slinivky břišní

Tabulka č. 23.: Průměrné hmotnosti kuřat během výkrmu (g)

Tabulka č. 24: Průměrné hmotnosti kuřat v období výkrmu (g)

Tabulka č. 25: Průměrné hmotnosti kuřat v období výkrmu (g)

Tabulka č. 26: Koeficienty zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin a NL v KS

Tabulka č. 27: Zdánlivá stravitelnost aminokyselin stanovena diferenční metodou, regresní metodou a regresní rovnice

Tabulka č. 28.: Koeficienty zdánlivé stravitelnosti NL a aminokyselin zkoumaných krmiv

Tabulka č. 29.: Aktivita trypsinu v trávenině z jejunu a ilea (U/ml)

Tabulka č. 30: Průměrné hmotnosti kuřat v období výkrmu (g)

11 SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1.: Vliv zkrmování SPSB na růst kuřat od 10. do 38. dne věku

Graf č. 2.: Vliv zkrmování ESPB na růst kuřat od 10. do 39. dne věku

Graf č. 3.: Vliv zkrmování EPSB v poloprovozních podmínkách na růst kuřat od 10. do 30. dne věku kuřat

Graf č. 4.: Vliv zkrmování kukuřičných DDGS na růst kuřat od 10. do 35. dne věku (pokus III A)

Graf č. 5.: Vliv zkrmování kukuřičných DDGS na růst kuřat od 10. do 35. dne věku (pokus III B)

Graf č. 6: Vliv zkrmování řepkového semene na růst kuřat od 9. do 36. dne věku

12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Vliv intenzity šlechtění na aktivitu trypsinu v různém věku u brojlerů a kura bankivského v různých částech tenkého střeva

Obrázek č. 2: Vliv intenzity šlechtění na aktivitu chymotrypsinu v různém věku u brojlerů a kura bankivského v různých částech tenkého střeva

Obrázek č. 3.: Vliv věku na vývoj výšky a plochy klků a hloubky střevních krypt

Obrázek č. 4: Fotografie z morfologického vyšetření tenkého střeva kuřat