



VÝZKUMNÝ ÚSTAV ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY, v. v. i. Praha Uhřetěves

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

VĚDECKÝ VÝBOR VÝŽIVY ZVÍŘAT

KOMISE VÝŽIVY ODBORU ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY ČAZV

AKTUÁLNÍ POZNATKY VE VÝŽIVĚ A ZDRAVÍ ZVÍŘAT A BEZPEČNOSTI PRODUKTŮ 2020



Sborník z konference

14. října 2020

Praha Uhřetěves

OBSAH

ANTIMIKROBIÁLNÍ AKTIVITA PALMOVÝCH OLEJŮ BOHATÝCH NA MASTNÉ KYSELINY O STŘEDNÍ DÉLCE ŘETĚZCE VŮČI GRAM-POZITIVNÍM PŮVODCŮM MASTITID DOJENÉHO SKOTU: *IN VITRO* STUDIE.

EVA SKŘIVANOVÁ, KLÁRA LALOUČKOVÁ

VLIV SLOŽENÍ KRMNÝCH SMĚSÍ NA NUTRIČNÍ HODNOTU SVALOVINY BROJLEROVÝCH KUŘAT

EVA STRAKOVÁ, PAVEL SUCHÝ, MARTIN KUTLVAŠR

VLIV SLOŽENÍ KRMNÝCH SMĚSÍ NA NUTRIČNÍ HODNOTU VAJEC UŽITKOVÝCH NOSNIC

PAVEL SUCHÝ, EVA STRAKOVÁ, IVANA TIMOVÁ, MARTIN KUTLVAŠR, LUCIE VŠETIČKOVÁ

KVALITA MASA RŮZNĚ RYCHLE ROSTOUCÍCH KUŘAT

EVA TŮMOVÁ, DARINA CHODOVÁ, VĚRA SKŘIVANOVÁ

HODNOCENÍ VYUŽITELNOSTI FOSFORU Z ROSTLINNÝCH KRMIV PRO BROJLEROVÁ KUŘATA

MARTINA LICHOVNÍKOVÁ, LUCIE KUPČÍKOVÁ

ANTIMIKROBIÁLNÍ AKTIVITA PALMOVÝCH OLEJŮ BOHATÝCH NA MASTNÉ KYSELINY O STŘEDNÍ DÉLCE ŘETĚZCE VŮČI GRAM-POZITIVNÍM PŮVODCŮM MASTITID DOJENÉHO SKOTU: IN VITRO STUDIE.

^{1,2}Prof. MVDr. Eva Skřivanová, Ph.D., ^{1,2}Ing. Klára Laloučková

¹Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i, ²Česká zemědělská univerzita v Praze

Původci mastitid skotu jsou zpravidla všudypřítomné grampozitivní bakterie rodů *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Escherichia*, apod. Kromě nezpochybnitelné hrozby, kterou tyto bakterie představují v chovech skotu, je jejich další nebezpečí vázáno na člověka, a to zejména pro jejich velmi vysokou míru rezistence k desinfekčním látkám a antibiotikům. Tato rezistence je dále šířena do prostředí. Snižování rezistence je možné několika způsoby. Nabízí se použití alternativních desinfekčních a antimikrobiálních přípravků. Mezi ně lze řadit i oleje bohaté na mastné kyseliny o střední délce řetězce (medium-chain fatty acids; MCFA), které jsou známé svou antibakteriální aktivitou, a mohou sloužit jako náhrada antiseptik a antibiotik. Kokosový, palmový a *tucuma* olej jsou běžnou součástí ve výživě lidí i zvířat. Cílem této studie bylo proto vyhodnotit mikrodiluční bujónovou metodou *in vitro* inhibiční aktivitu palmových olejů bohatých na MCFA po štěpení exogenní lipázou z *Mucor javanicus* vůči pěti kmenům grampozitivních bakteriálních patogenů, u nichž bylo prokázáno, že způsobují mastitidu u mléčného skotu (*Staphylococcus aureus* a *Streptococcus agalactiae*). Testované palmové oleje vykazovaly inhibiční účinek proti růstu všech testovaných bakteriálních kmenů v rozmezí 64–8192 $\mu\text{l/ml}$. *Str. agalactiae* byl stanoven jako citlivější druh ve srovnání se *S. aureus*. Výsledky této studie naznačují myšlenku, že palmové oleje bohaté na MCFA mohou sloužit jako alternativní přístup v rámci „predip“ a „postdip“ postupů na farmách, jakožto kontrolní mechanismus prevence mastitidy skotu. K potvrzení zjištění možného praktického využití palmových olejů bohatých na MCFA jsou však zapotřebí další *in vivo* studie.

Úvod

Bovinní mastitida je definována jako zánět mléčné žlázy u dojnic způsobený invazí a rozpadem tkání produkujících mléko patogenními mikroorganismy (Tremblay et al., 2014). Ekonomický dopad této nemoci je obrovský. Roční ztráty se v USA odhadují na přibližně 2 miliardy dolarů (Hossain et al., 2017). Mastitida se může projevit dvěma různými způsoby – subklinicky, bez viditelných příznaků a klinicky, s různými příznaky, včetně mírných (vločky v mléce, mírný otok infikované čtvrti) nebo závažných (např. abnormální sekrece mléka, horečka, rychlý puls, ztráta chuti k jídlu, deprese a smrt) (Schroeder, 2012). Existuje více než 250 mikroorganismů, které mohou být příčinou mastitidy u skotu (Bhuvana a Shome, 2013) sestávající ze dvou různých skupin bakterií podle původu mikrobiálního znečištění: nakažlivé patogeny, které žijí na povrchu

vemene a kůži struků a přenášejí se z postiženého zvířete na zvíře během dojení (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium bovis*); a patogeny životního prostředí, které jsou přítomny např. v podestýlce, a které se mohou přenášet během dojení nebo mezi dojeními, při krmení, či během odpočinku (*Escherichia coli*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*) (Dufour et al., 2019).

Bovinní mastitida představuje celosvětově významný problém pro producenty mléka kvůli nevýhodám spojeným s obvyklou léčbou tohoto onemocnění, tj. antibiotiky (betalaktamy, makrolidy a linkosamidy) (Barkema et al., 2006), které zahrnují nízkou míru úspěšnosti léčby, zvyšující se výskyt bakteriální rezistence a přítomnost reziduí antibiotik v mléce (Gomes and Henriques, 2016). Moderní přístupy k léčbě a prevenci mastitidy ve stádech mléčného skotu se snaží snížit negativní dopad antibiotik v rámci živočišné produkce a zahrnují nesteroidní protizánětlivé léky (Breen, 2017) a intramamární těsnění struků (Kromker et al., 2014). Nicméně mastitida u mléčného skotu je stále vážným problémem a je důvodem k hledání alternativních možností léčby, zejména s ohledem na rostoucí bakteriální rezistenci vůči antibiotikům, která může pronikat i do jiných oblastí, nejen mléčného průmyslu.

V mnoha případech jsou léčebné alternativy nalézány v přírodě, například v případě rostlin, které rostou v extrémních podmínkách (pouště, deštné pralesy, horké prameny atd.) (Gohel et al., 2006). V dnešní době hrají přírodní látky v medicíně stále důležitou roli a slouží jako primární zdroj získávání nových léčiv (Harvey, 2008; Newman a Cragg, 2012) s ohledem na skutečnost, že přírodní produkty jsou zdrojem sloučenin s antibakteriální aktivitou. Přibližně 66 % schválených antibakteriálních léčiv je přírodního původu nebo jsou deriváty těchto produktů (Brown et al., 2014).

Vzhledem k jejich aktivitě omezující růst bakterií a k jejich schopnosti podporovat produkci zvířat jsou organické kyseliny slibnou alternativou k antibiotikům (Polycarpo et al., 2017). V kravském mléce jsou přirozeně se vyskytujícími nerozvětvenými nasycenými mastnými kyselinami ty se středně dlouhým řetězcem uhlíků, konkrétně kyselina kapronová (C_{6:0}), kaprylová (C_{8:0}), kaprinová (C_{10:0}) a laurová (C_{12:0}) (Legrand, 2008). Výše uvedené mastné kyseliny vykazují antimikrobiální aktivitu proti různým patogenům, včetně grampozitivních bakterií (Hovorkova et al., 2018). Semena tropických palem, jako je hvězdora obecná (*Astrocaryum vulgare*), kokosovník ořechoplodý (*Cocos nucifera*) a palma olejná (*Elaeis guineensis*), jsou jedněmi z ekonomicky nejdůležitějších zdrojů rostlinných olejů a je známo, že obsahují hlavně MCFA s prevalencí C_{12:0}. Předchozí výzkumy prokázaly, že antibakteriální účinek palmových olejů bohatých na MCFA může být uplatněn až po jejich naštěpení (Hovorkova et al., 2018). Palmové oleje jsou základní složkou výživy, která kromě mastných kyselin obsahuje různé biologicky aktivní látky, jako jsou karotenoidy, tokoferoly (Chiu et al., 2009) a koenzym Q10 (de Souza Guedes et al., 2017). Na rozdíl od volných mastných kyselin navíc palmové oleje vynikají zlepšenými senzoryckými vlastnostmi a nižšími cenami. Bohužel neexistují žádné studie zabývající se antibakteriálními účinky palmových olejů bohatých na MCFA proti bakteriím způsobujícím bovine mastitidu, a proto byla provedena následující studie s cílem zkoumání možné *in vitro* aktivity palmových olejů bohatých na MCFA s ohledem na možnost snížení nežádoucí bakteriální kolonizace vemene dojnic, zejména v průběhu dojení.

Materiál a metodika

Chemikálie

Analyzovány byly tři oleje: *tucuma* (*A. vulgare*), který byl zakoupen od společnosti Natural Sweet Botanicals (USA), kokosový (*C. nucifera*) a palmojádrový olej (*E. guineensis*), které byly získány od společnosti Sigma-Aldrich (USA). Podle standardizované metodiky mikrodilučního testování antimikrobiální senzitivity bakterií, které rostou aerobně (CLSI, 2013), byl každý olej analyzován ve třech jednotlivých experimentech, z nichž každý byl realizován ve trojím provedení. Před testováním byly oleje připraveny způsobem, který popsali Hovorkova et al. (2018). Stručně řečeno, oleje byly rozpuštěny v dimethylsulfoxidu a emulgovány Tween 80 (oba Sigma-Aldrich), aby byla zajištěna dostatečná disperze do emulze o koncentraci 819 200 µg/ml. Konečná koncentrace rozpouštědel v testovaných vzorcích nepřesáhla 1 %; bakteriální životaschopnost tedy nemohla být ovlivněna (Wadhvani et al., 2009). Příslušné objemy emulzí byly zředěny v tryptonovém sójovém bujónu (TSB) (Oxoid, UK) nebo TSB obohaceném kvasinkovým extraktem (TSB-YE) (Oxoid), aby byla dosažena konečná koncentrace 8192 µg/ml. Emulze oleje v médiu byla poté doplněna lipázou z *Mucor javanicus* (Sigma-Aldrich) v množství 2,73 mg/ml (stanoveno dle lipolytické aktivity enzymu). Roztok byl poté třepán ve vodní lázni při 37 °C po dobu 1 hodiny, aby byly uvolněny MCFA z triglyceridů a aby bylo umožněno jejich antibakteriální působení. Ke kontrole růstu bakteriálních kultur byl použit penicilin G (Sigma-Aldrich).

Bakteriální kultury a jejich uchování

K určení antibakteriální aktivity testovaných palmových olejů bohatých na MCFA bylo vybráno pět kmenů bakterií, u nichž bylo prokázáno, že vyvolávají mastitidu u dojníc. Testování byli zástupci druhu *Staphylococcus aureus* (kmeny CCM 4442, CCM 6188 a DSM 6732) a *Streptococcus agalactiae* (kmeny CCM 6187 a DSM 6784), pocházející z České sbírky mikroorganismů (CCM) a Německé sbírky mikroorganismů a buněčných kultur (DSM). Alikvoty bakteriálních kultur byly skladovány při -80 °C ve 20% glycerolu až do použití v TSB nebo TSB-YE. Zásobní kultury mikroorganismů byly před testováním kultivovány 24 hodin při teplotě 37 °C. Negativní a pozitivní kontrola bakteriálního růstu byla zahrnuta do návrhu experimentu v mikrotitračních destičkách.

Stanovení minimálních inhibičních koncentrací

Minimální inhibiční koncentrace (MIK) byly stanoveny dle protokolu Institutu pro klinické a laboratorní standardy (CLSI, 2013) pro stanovení antibakteriální aktivity kokosového, palmojádrového a *tucuma* oleje vůči vybraným grampozitivním kmenům bakterií způsobujících bovinní mastitidu. *In vitro* mikrodiluční bujónová metoda byla provedena v 96ti jamkových mikrotitračních destičkách. Počáteční koncentrace palmových olejů pro testování jejich antibakteriální aktivity byla 8192 µg/ml.

Destičky byly naočkovány bakteriální suspenzí o konečné hustotě $5 \cdot 10^5$ KTI/ml, čehož bylo dosaženo nefelometricky pomocí McFarland Densitometer Biosan DEN 1 (BioTech, Česká republika), a inkubovány při 37 °C po dobu 24 hodin. Růst bakterií před a po inkubaci byl měřen spektrofotometricky za použití Tecan Infinite® 200 PRO (Tecan Group Ltd., Švýcarsko) při vlnové délce 405 nm.

MIK byly vyjádřeny jako nejnižší koncentrace palmových olejů, které inhibovaly růst bakterií nejméně o 80 % ve srovnání s kontrolou růstu v bujónu bez oleje. Kromě toho byla také testována citlivost všech kmenů na penicilin G shodně pomocí stanovení MIK, jako v případě palmových olejů. Konečné hodnoty MIK testovaných sloučenin byly stanoveny jako modus všech měřených hodnot. Během experimentu byl antibakteriální účinek palmových olejů pozorován až po štěpení lipázou. Níže uvedené výsledky se proto vztahují pouze na oleje po štěpení lipázou z *M. javanicus*.

Statistická analýza

Jak již bylo zmíněno výše, hodnoty MIK byly stanoveny jako modus spektrofotometricky naměřených hodnot vypočítaný v editoru Microsoft Excel, stejně jako průměrné hodnoty MIK testovaných olejů a penicilinu G proti všem bakteriálním kmenům zobrazeným v tabulce 1.

Rozdíly mezi MIK olejů byly analyzovány pomocí metody ANOVA, vliv bakteriálního rodu na MIK olejů byl analyzován Welchovým testem pro nerovnoměrné rozptyly v softwaru Statistica 12 na hladině významnosti 0,05.

Výsledky a diskuze

Hodnoty MIK uvedené v tabulce 1 představují antibakteriální aktivitu vybraných palmových olejů vůči testovaným kmenům grampozitivních bakterií, které byly identifikovány jako kauzální bakteriální patogeny způsobující bovinní mastitidu. Oleje vůči zmíněným bakteriím vykázaly aktivitu v koncentracích od 64 (*Str. agalactiae*) do 8192 $\mu\text{g/ml}$ (*S. aureus*). Nejcitlivějším z testovaných bakteriálních kmenů podle nejnižší naměřené hodnoty modálního MIK byl *Str. agalactiae* CCM 6178 (64 $\mu\text{g/ml}$ v případě palmojádrového oleje), následovaný *Str. agalactiae* DSM 6784 (128 $\mu\text{g/ml}$ pro *tucuma* olej). Podle celkové inhibiční aktivity, považované za průměr hodnot MIK pro každý testovaný olej proti všem kmenům, se nejúčinnější ukázal být palmojádrový olej (průměr MIK 2112 $\mu\text{g/ml}$), následovaný *tucuma* olejem (průměr MIK 2656 $\mu\text{g/ml}$) a kokosovým olejem (průměrná MIK 3942 $\mu\text{g/ml}$). *Str. agalactiae* byl stanoven jako citlivější vůči antibakteriálnímu působení testovaných palmových olejů s průměrnou hodnotou MIK 331 $\mu\text{g/ml}$ pro všechny oleje, ve srovnání se *S. aureus*, u něhož MIK pro testované oleje nabyla hodnoty 4324 $\mu\text{g/ml}$. *Str. agalactiae* byl také citlivějším druhem vůči antibiotické kontrole, která byla hodnocena na základě MIK penicilinu G (průměrná MIK 0,00037 $\mu\text{g/ml}$), v porovnání s druhem bakterií *S. aureus* (průměrná MIC 0,00138 $\mu\text{g/ml}$).

Na základě statistické analýzy nebyl významný rozdíl mezi MIK testovaných olejů na hladině významnosti 5 %, ale ukázalo se, že bakteriální rod významně ovlivňuje MIK olejů bohatých na MCFA ($P \leq 0,05$).

Tabulka 1. Minimální inhibiční koncentrace testovaných palmových olejů ($\mu\text{g/ml}$)

Kmen		modus MIK [$\mu\text{g/ml}$]				průměrná MIK olejů	průměrná MIK penicilinu G
		kokosový olej	palmojadrový olej	<i>tucuma</i> olej	penicilin G		
<i>S. aureus</i>	CCM 4442	2048	2048	2048	0,001953	4324	0,00138
	CCM 6188	8192	4096	4096	0,001953		
	DSM 6732	8192	4096	4096	0,000244		
<i>Str. agalactiae</i>	CCM 6187	1024	64	256	0,000244	331	0,00037
	DSM 6784	256	256	128	0,00049		
celkový průměr MIK		3942	2112	2656	0,00082		

MCFA jsou známé svou *in vitro* antibakteriální aktivitou vůči různým patogenům, ale dle recentních poznatků neexistují žádné důkazy o antibakteriálních vlastnostech palmových olejů bohatých na MCFA proti stafylokokům a streptokokům, u nichž bylo prokázáno, že způsobují mastitidu u mléčného skotu. Batovska a kol. (2009) testovali antibakteriální účinek MCFA na tři různé kmeny *S. aureus* difúzní agarovou jamkovou metodou a pozorovali inhibiční aktivitu kyseliny kaprinové vůči všem třem kmenům v koncentracích 250–500 $\mu\text{g/ml}$ a kyseliny laurové inhibující jeden kmen *S. aureus* v koncentraci 125 $\mu\text{g/ml}$. Tyto inhibiční koncentrace vůči *S. aureus* jsou přibližně 10krát nižší než v případě palmových olejů testovaných v této studii (2048–8192 $\mu\text{g/ml}$). Palmové oleje jsou rozmanitá směs nejen MCFA, ale také různých biologicky aktivních sloučenin (Srivastava et al., 2016), které vzájemně interagují a tím pravděpodobně snižují antibakteriální aktivitu olejů ve srovnání s volnými mastnými kyselinami. MIK mohou být sníženy také vlivem pravděpodobného neúplného uvolnění mastných kyselin z triglyceridů během štěpení lipázou. V souladu s našimi výsledky Nair et al. (2005) pozorovali inhibici růstu 15 klinických izolátů patogenů způsobujících mastitidu, včetně *S. aureus*, *Str. agalactiae*, *Str. dysgalactiae* a *Str. uberis* kyselinou kaprylovou a monokaprylinem.

Čistota a hygiena vemene jsou zásadní při kontrole mastitidy ve stádech dojníc (Schreiner a Ruegg, 2003), a proto se na farmách používají různé postupy dezinfekce struků před a po dojení. Nejčastěji se po dojení používají látky na bázi jódu (jodofory) a na bázi chlorhexidinu; u obou typů těchto dezinfekčních prostředků se však v současné době vyskytuje zvyšující se míra bakteriální rezistence (Behiry et al., 2012). Antibakteriální vlastnosti rostlinných olejů bohatých na MCFA tedy mohou sloužit jako nástroj při kontrole kontaminace patogeny způsobujícími mastitidu. Výhodou rostlinných olejů bohatých na MCFA může být nejen jejich antibakteriální aktivita, ale

také pozitivní účinek na stav pokožky (Oyediji a Okeke, 2010). Proto může být použití rostlinných olejů bohatých na MCFA prospěšné jako součást přípravy a ošetření struku během procesu dojení.

Závěr

S rostoucí rezistencí bakterií vůči antibiotikům je hledání nových alternativ v omezení zvířecích patogenních kmenů bakterií současným cílem celosvětového výzkumu a šíření rezistentních bakterií prostřednictvím živočišné výroby do lidských komunit je nežádoucí. V předložené studii byla antibakteriální aktivita palmových olejů bohatých na MCFA, jmenovitě kokosového, palmojadrového a *tucuma* oleje (po štěpení lipázou z *Mucor javanicus*), testována proti pěti bakteriálním kmenům způsobujícím mastitidu pomocí mikrodiluční metody *in vitro*. Výsledky nabízejí alternativní přístup k prevenci mastitidy ve stádech skotu, protože oleje bohaté na MCFA jsou cennými antibakteriálními prostředky vhodnými pro použití při přípravě a léčbě struků v procesu dojení.

Poděkování

Studie byla podpořena Ministerstvem zemědělství České republiky (projekt MZE-RO0718) a Evropským fondem pro regionální rozvoj (projekt NutRisk Center č. CZ.02.1.01 / 0,0 / 0,0 / 16_019 / 0000845).

Seznam literatury

- Barkema H.W., Schukken Y.H., Zadoks R.N. (2006): Invited review: The role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine *Staphylococcus aureus* mastitis. *Journal of Dairy Science*, 89, 1887–1895.
- Batovska D.I., Todorova T., Tsvetkova V., Najdenski H.M. (2009): Antibacterial study of the medium chain fatty acids and their 1-monoglycerides: Individual effects and synergistic relationships. *Polish Journal of Microbiology*, 58, 43–47.
- Behiry A.E., Schlenker G., Szabo I., Roesler U. (2012): In vitro susceptibility of *Staphylococcus aureus* strains isolated from cows with subclinical mastitis to different antimicrobial agents. *Journal of Veterinary Science*, 13, 153–161.
- Bhuvana M., Shome B.R. (2013): Etiology of bovine mastitis. In: *Proceedings of Model Training Course on “Bovine Mastitis: Theoretical and Practical Consideration in Management”*, Bangalore, India, 7–10.
- Breen J. (2017): The importance of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) in mastitis therapeutics. *Livestock*, 4, 182–185.
- Brown D.G., Lister T., May-Dracka T.L. (2014): New natural products as new leads for antibacterial drug, discovery. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 24, 413–418.
- Chiu M.C., de Moraes Coutinho C., Gonçalves L.A.G. (2009): Carotenoids concentration of palm oil using membrane technology. *Desalination*, 245, 783–786.

- CLSI (2013): *Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria that Grow Aerobically*. Approved Standard M07-A10. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, USA.
- de Souza Guedes L., Jardim I.C.S.F., de Melo L.V., Beppu M.M., Breikreitz M.C., Santana C.C. (2017): Study of the effect of the operating parameters on the separation of bioactive compounds of palm oil by ultra-high performance supercritical fluid chromatography using a design of experiments approach. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 95, 2306–2314.
- Dufour S., Labrie J., Jacques M. (2019): The mastitis pathogens culture collection. *Microbiology Resource Announcements*, 8, e00133–19.
- Hossain M.K., Paul S., Hossain M.M., Islam M.R., Alam M.G.S. (2017): Bovine mastitis and its therapeutic strategy doing antibiotic sensitivity test. *Austin Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry*, 4, 1030.
- Gohel V., Singh A., Vimal M., Ashwini P., Chhatpar H.S. (2006): Bioprospecting and antifungal potential of chitinolytic microorganisms. *African Journal of Biotechnology*, 5, 54–72.
- Gomes F., Henriques M. (2016): Control of bovine mastitis: Old and recent therapeutic approaches. *Current Microbiology*, 72, 377–382.
- Harvey A.I. (2008): Natural products in drug discovery. *Drug Discovery Today*, 13, 894–901.
- Hovorkova P., Lalouckova K., Skrivanova E. (2018): Determination of in vitro antibacterial activity of plant oils containing medium-chain fatty acids against Gram-positive pathogenic and gut commensal bacteria. *Czech Journal of Animal Science*, 63, 119–125.
- Kromker V., Grabowski N.T., Friedrich J. (2014): New infection rate of bovine mammary glands after application of an internal teat seal at dry-off. *Journal of Dairy Research*, 81, 54–58.
- Legrand P. (2008): Nutritional interest of different fatty acids from milk fat. *Sciences des Aliments*, 28, 34–43.
- Nair M.K.M., Joy J., Vasudevan P., Hinckley L., Hoagland T.A., Venkitanarayanan K.S. (2005): Antibacterial effect of caprylic acid and monocaprylin on major bacterial mastitis pathogens. *Journal of Dairy Science*, 88, 3488–3495.
- Newman D.J., Cragg G.M. (2012): Natural products as sources of new drugs over the 30 years from 1981-2010. *Journal of Natural Products*, 75, 311–335.
- Oyedemi F.O., Okeke I.E. (2010): Comparative analysis of moisturizing creams from vegetable oils and paraffin oil. *Research Journal of Applied Sciences*, 5, 157–160.
- Polycarpo G.V., Andretta I., Kipper M., Cruz-Polycarpo V.C., Dadalt J.C., Rodrigues P.H.M., Albuquerque R. (2017): Meta-analytic study of organic acids as an alternative performance-enhancing feed additive to antibiotics for broiler chickens. *Poultry Science*, 96, 3645–3653.
- Schreiner D.A., Ruegg P.L. (2003): Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 86, 3460–3465.
- Schroeder J. (2012): Bovine mastitis and milking management [online]. North Dakota State University. Available at: www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1129.pdf (accessed Jun 29, 2020).
- Srivastava Y., Semwal A.D., Majumdar A. (2016): Quantitative and qualitative analysis of bioactive components present in virgin coconut oil. *Cogent Food and Agriculture*, 2, Article 1164929.

Tremblay Y.D., Caron V., Blondeau A., Messier S., Jacques M. (2014): Biofilm formation by coagulase-negative staphylococci: Impact on the efficacy of antimicrobials and disinfectants commonly used on dairy farms. *Veterinary Microbiology*, 172, 511–518.

Wadhvani T., Desai K., Patel D., Lawani D., Bahaley P., Joshi P., Kothari V. (2009): Effect of various solvents on bacterial growth in context of determining MIC of various antimicrobials. *The Internet Journal of Microbiology*, 7, 1–13.

VLIV SLOŽENÍ KRMNÝCH SMĚSÍ NA NUTRIČNÍ HODNOTU SVALOVINY BROJLEROVÝCH KUŘAT

¹Prof. Ing. Eva Straková, prof. MVDr. Pavel Suchý, ¹Ing. Martin Kutlvašr

¹Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VFU Brno

Abstrakt

Cílem práce bylo zjistit, zda náhrada sójového extrahovaného šrotu (50 % a 100 %), šrotem ze semen lupiny bílé (odrůda Zulika) ovlivnila kvalitu (obsah mastných kyselin) v tuku prsní a stehenní svaloviny u slepiček a kohoutků vykrmovaných kuřat (ROSS 308) v porovnání s kontrolní skupinou, kde krmné směsi byly pouze na bázi sójových produktů. Po podávání diet s obsahem lupinového šrotu byl u slepiček prokázán statisticky významný $P \leq 0,05$ pokles tuku v jejich prsní i stehenní svalovině. U kohoutků tato závislost prokázána nebyla. Stehenní svalovina vykazovala až trojnásobně vyšší obsah tuku ve srovnání se svalovinou prsní. Z hlediska kvality svalového tuku, hodnoceno na základě zastoupení jednotlivých skupin mastných kyselin (v g/100 g tuku), nasycené (SFA), mononenasycené (MUFA), polynenasycené n-6 FA a n-3 FA, lze vyvodit závěry, že obsah SFA se v prsní svalovině u slepiček i kohoutků se zvyšujícím se obsahem lupinového šrotu v dietě zvyšoval, naopak u stehenní svaloviny se snižoval. Obdobně i u MUFA byly statisticky významně vyšší $P \leq 0,05$ průměrné hodnoty u prsní svaloviny slepiček i kohoutků u experimentálních skupin ve srovnání s kontrolou; u stehenní svaloviny statisticky významné rozdíly prokázány nebyly. U skupiny mastných kyselin n-6 FA, i přesto, že mezi některými průměry u jednotlivých skupin n-6 FA byly prokázány statisticky významné rozdíly, nelze na základě dosažených výsledků jednoznačně prokázat vliv lupinových diet na jejich obsah v prsní ani stehenní svalovině. Naopak, u skupiny mastných kyselin n-3 FA byl jednoznačně statisticky průkazný $P \leq 0,05$ vliv podávaných experimentálních diet na obsah n-3 FA v tuku prsní i stehenní svaloviny, a to jak u slepiček, tak i u kohoutků. Výsledky dokládají, že s dávkou lupinového šrotu v dietě se zvyšuje i jejich obsah ve svalovém tuku vykrmovaných kuřat. Na základě zvýšeného obsahu n-3 FA v tuku svaloviny u pokusných kuřat lze konstatovat, že podávání krmných směsí na bázi lupinového šrotu ve výkrmu kuřat vede k zvýšení nutriční hodnoty svaloviny, jako jedné z významné potraviny ve výživě lidí.

Klíčová slova: brojlerová kuřata, svalovina, nutriční hodnota tuku, mastné kyseliny

Úvod

V současné době je úkolem evropského zemědělství co nejvíce vyprodukovat tuzemská proteinová krmiva, jako alternativu dovozu sóji a sójových produktů, většinou ze zámořských států. Nejvíce proteinových komponent pro výrobu krmných směsí je potřeba pro výživu monogastrických zvířat, především prasat a drůbeže. Tato potřeba je kryta v provozních podmínkách převážně

sójovými extrahovanými šroty. Proto se stále více usiluje o jejich náhradu tuzemskými proteinovými krmivými. Jednou z možností jak získat tuzemská proteinová krmiva je zvýšit produkci luskovin, kam patří i lupiny, jejichž semena obsahují vysoký obsah proteinu, u některých odrůd srovnatelný s obsahem proteinu v sójových bobech, který je charakteristický vysokým obsahem argininu. Proto našla lupinová semena uplatnění v krmných směsích určených pro výživu drůbeže (Jeroch et al., 2016), a to především ve výkrmu brojlerových kuřat (Geigerova et al., 2017; Chládek et al., 2017). Lupinová semena bílých odrůd obsahují i vysoce kvalitní olej charakteristický vysokým obsahem polynenasycených mastných kyselin (Zapletal et al., 2015), což nás vedlo k hypotéze, zda náhrada sójového extrahovaného šrotu, šrotem z lupinových semen v dietách určených pro brojlerová kuřata, pozitivně neovlivní i kvalitu tuku ve svalovině kuřat, a tím i nutriční hodnotu svaloviny, jako významné potraviny z hlediska lidské výživy.

Materiál a metody

Cílem práce bylo zjistit vliv lupinového šrotu, jako náhradu za sójový extrahovaný šrot v krmných směsích podávaných brojlerovým kuřatům ROSS 308, na složení mastných kyselin prsní a stehenní svaloviny slepiček (F) a kohoutků (M). Pro pokusné sledování bylo sestaveno 6 skupin po 40 kuřatech, 2 kontrolní K0% (F a M) a 4 pokusné skupiny (E) 2 E50% (F a M) a 2 E100% (F a M). Skupině K0% byly podávány krmné směsi pouze s obsahem sójového extrahovaného šrotu, u pokusných skupin byl sójový extrahovaný šrot nahrazen šrotem z lupinových semen (odrůda Zulika), a to 50 % u skupin E50% a 100 % u skupin E100%. Kuřata byla ustájena na hluboké podestýlce při světelném režimu 23 hodin světlo + 1 hodina tmy. V průběhu výkrmu byly kuřatům podávány granulované kompletní krmné směsi BR 1 (1. - 14. den výkrmu), BR 2 (15. - 29. den výkrmu) a BR 3 (30. - 35. den výkrmu).

Na konci výkrmu bylo z každé skupiny poraženo 10 kuřat, v získané prsní a stehenní svalovině byl stanoven obsah tuku, a následně byly stanoveny jednotlivé mastné kyseliny. Tuk byl stanoven extrakcí diethyletherem podle soxhleta, mastné kyseliny pomocí analyzátoru GAS CHROMATOGRAPH GC – 2010 firmy Shimadzu. Obsah tuku ve svalovině byl vyjádřen v g/kg sušiny svaloviny, obsah mastných kyselin v g FA na 100 g tuku.

Dosažené výsledky byly zpracovány matematicko-statistickými metodami za použití statistického programu Unistat 5.6, bylo provedeno vyhodnocení průměrných hodnot a jejich rozdílů mnohonásobným porovnáním pomocí testu Tukey-HSD na hladině významnosti $P \leq 0,05$. Každý ukazatel je prezentován hodnotou průměru (\bar{x}) a směrodatnou odchylkou ($\pm S_n$).

Výsledky a diskuse

Ukazatele užítkovosti

Cílem této práce bylo zjistit, zda zkrmování lupinového šrotu, jako náhrada sójového extrahovaného šrotu v krmných směsích, ovlivní kvalitu svalového tuku u brojlerových kuřat. Výkrm trval 35 dnů, kdy kuřata dosáhla u jednotlivých skupin průměrné živé hmotnosti u slepiček F K 0% $2,37 \pm 0,216$ kg, F E50% $2,33 \pm 0,205$ kg a F E100% $2,19 \pm 0,283$ kg, u kohoutků M K0% $2,41 \pm 0,290$ kg, M E50% $2,55 \pm 0,276$ kg a M E100% $2,46 \pm 0,301$ kg. Mezi průměrnými

hodnotami mezi kontrolními a pokusnými skupinami nebyly statisticky významné rozdíly, vyjma slepiček, kde byla prokázána ($P \leq 0,05$) u skupiny F E100% nižší hmotnost ve srovnání s kontrolou F K0%. Uvedená hmotnost byla dosažena při konverzi krmných směsí u slepiček F K0% 1,43 kg, F E50% 1,44 kg a F E100% 1,48 kg, u kohoutků M K0% 1,43 kg, M E50% 1,43 kg a M E100% 1,46 kg.

Obsah tuku v sušině svaloviny kuřat (g/kg)

Z výsledků uvedených v tabulce 1 vyplývá obecný fakt, že stehenní svalovina kuřat obsahuje až 3x více tuku ve srovnání s prsní svalovinou, bez rozdílu na pohlaví a diety, které jsou brojlerům podávány. U prsní svaloviny byl pozorován postupný pokles obsahu tuku ve vztahu k obsahu lupinového šrotu v dietě, statisticky průkazný $P \leq 0,05$ byl pouze mezi kontrolou (PS F K0%) a 100% náhradou (PS F E100%). U stehenní svaloviny byla tato závislost pozorována pouze u slepiček mezi kontrolou a skupinou SS F E50%. Naopak u kohoutků se s obsahem lupinového šrotu v dietě obsah svalového tuku neprůkazně zvyšoval.

Tabulka 1. Obsah tuku v g/kg v sušině svaloviny kuřat (PS prsní svalovina, SS stehenní svalovina, F slepičky, M kohoutci, x aritmetický průměr, Sn směrodatná odchylka, ab $P \leq 0,05$, K0% kontrola, E50%, E100% pokusné skupiny)

Tuk	x	Sn	Tuk	x	Sn
PS F K0%	113,54 ^a	20,150	SS F K0%	323,06 ^a	27,299
PS F E50%	98,11	14,361	SS F E50%	283,68 ^b	19,487
PS F E100%	86,84 ^b	14,806	SS F E100%	301,27	19,581
Tuk	x	Sn	Tuk	x	Sn
PS M K0%	130,31	26,924	SS M K0%	302,13	27,656
PS M E50%	120,54	15,868	SS M E50%	310,40	31,215
PS M E100%	111,87	25,302	SS M E100%	322,34	26,965

Obsah nasycených mastných kyselin (Σ SFA) v tuku svaloviny v g/100 tuku

Jak vyplývá z tabulky 2, nelze jednoznačně potvrdit vliv krmných směsí s obsahem lupiny na obsah nasycených mastných kyselin (SFA) i přesto, že mezi některými průměrnými hodnotami SFA byly prokázány statisticky významné rozdíly. U slepiček byl pozorován určitý trend, že v prsní svalovině se u pokusných skupin obsah SFA zvyšoval, zatím co u stehenní svaloviny snižoval. Mezi průměrnou hodnotou u kontroly a pokusnými skupinami byl rozdíl SFA testován jako statisticky průkazný $P \leq 0,05$.

Tabulka 2. Obsah nasycených mastných kyselin (SFA) v g/100 g tuku svaloviny kuřat (PS prsní svalovina, SS stehenní svalovina, F slepičky, M kohoutci, x aritmetický průměr, Sn směrodatná odchylka, ab $P \leq 0,05$, K0% kontrola, E50%, E100% pokusné skupiny)

Σ SFA	x	Sn	Σ SFA	x	Sn
PS F K0%	16,518 ^b	1,826	PS M K0%	18,024	2,820
PS F E50%	18,547 ^a	1,198	PS M E50%	19,956 ^a	1,352
PS F E100%	20,176 ^a	1,905	PS M E100%	16,385 ^b	1,764
Σ SFA	x	Sn	Σ SFA	x	Sn
SS F K0%	23,011 ^a	1,609	SS M K0%	21,769 ^a	0,942
SS F E50%	20,595 ^b	1,697	SS M E50%	18,016 ^b	3,231
SS F E100%	19,454 ^b	1,352	SS M E100%	20,072	1,133

Dominantní mastnou kyselinou ze skupiny SFA byla v tuku kuřat C16:0 (tabulka 3). Podíl C16:0 z celkového obsahu Σ SFA se pohyboval ve svalovém tuku od 62,01 % do 81,01 %.

Tabulka 3. Obsah dominantní mastné kyseliny ze skupiny SFA v g/100 g tuku a její procentuální zastoupení (%) ve skupině Σ SFA (PS prsní svalovina, SS stehenní svalovina, F slepičky, M kohoutci, x aritmetický průměr, Sn směrodatná odchylka, ab $P \leq 0,05$, K0% kontrola, E50%, E100% pokusné skupiny)

C16:0	x	Sn	%	C16:0	x	Sn	%
PS F K0%	13,130 ^b	1,561	79,49	SS F K0%	18,534 ^a	1,389	80,54
PS F E50%	14,510	0,954	78,23	SS F E50%	16,389 ^b	1,369	79,58
PS F E100%	15,917 ^a	1,572	78,89	SS F E100%	15,571 ^b	1,140	80,04
C16:0	x	Sn	%	C16:0	x	Sn	%
PS M K0%	14,270	2,149	62,01	SS M K0%	17,420 ^a	0,928	80,02
PS M E50%	15,873 ^a	1,142	77,07	SS M E50%	14,595 ^b	2,638	81,01
PS M E100%	13,091 ^b	1,426	67,29	SS M E100%	16,164	1,045	80,53

Obsah mononenasycených mastných kyselin (Σ MUFA) v tuku svaloviny v g/100 tuku

Výsledky o celkovém obsahu mononenasycených mastných kyselinách Σ MUFA jsou uvedeny v tabulce 4. Z výsledků je zřejmé, že obsah Σ MUFA byl ve svalovém tuku u pokusných kuřat většinou vyšší, ve srovnání s kontrolou, což znamená, že diety na bázi lupinového šrotu mohou zvýšit MUFA ve svalovém tuku. Statisticky průkazné $P \leq 0,05$ byly tyto změny prokázány především v prsní svalovině, a to zejména v tuku prsní svaloviny slepiček. U kohoutků v prsní svalovině byl rovněž vyšší obsah Σ MUFA u pokusných skupin, ale průkazný rozdíl byl potvrzen jen mezi skupinou PS M K0% a PS M E50%. U stehenní svaloviny byly zaznamenány rovněž vyšší průměrné hodnoty Σ MUFA ve svalovém tuku u slepiček i kohoutků, ale tyto rozdíly byly testovány jako statisticky neprůkazné.

Tabulka 4. Obsah mononenasycených mastných kyselin (MUFA) v g/100 g tuku ve svalovině kuřat (PS prsní svalovina, SS stehenní svalovina, F slepičky, M kohoutci, x aritmetický průměr, Sn směrodatná odchylka, ab, cd $P \leq 0,05$, K0% kontrola, E50%, E100% pokusné skupiny)

Σ MUFA	x	Sn	Σ MUFA	x	Sn
PS F K0%	13,754 ^{bd}	2,281	PS M K0%	15,582 ^b	2,388
PS F E50%	16,681 ^{bc}	1,108	PS M E50%	18,163 ^a	1,396
PS F E100%	20,791 ^a	1,923	PS M E100%	16,899	1,866
Σ MUFA	x	Sn	Σ MUFA	x	Sn
SS F K0%	19,785	1,741	SS M K0%	19,021	1,562
SS F E50%	19,231	1,170	SS M E50%	18,465	3,942
SS F E100%	20,584	1,832	SS M E100%	21,251	1,408

Z celkového obsahu Σ MUFA byla v tuku svaloviny nejvíce zastoupenou kyselinou C18:1n9, a to u slepiček i kohoutků v jejich prsní i stehenní svalovině. Její podíl v rámci skupiny Σ MUFA představoval kolem 70 %. I u C18:1n9 byl pozorován trend jejího vyššího obsahu v tuku svaloviny bez ohledu na pohlaví a typ svalové tkáně.

Tabulka 5. Obsah dominantní mastné kyseliny ze skupiny MUFA v g/100 g tuku a její procentuální zastoupení (%) ve skupině Σ MUFA (PS prsní svalovina, SS stehenní svalovina, F slepičky, M kohoutci, x aritmetický průměr, Sn směrodatná odchylka, ab $P \leq 0,05$, K0% kontrola, E50%, E100% pokusné skupiny)

C18:1n9	x	Sn	%	C18:1n9	x	Sn	%
PS F K0%	9,911 ^b	1,512	72,06	SS F K0%	13,776	0,853	69,63
PS F E50%	12,045 ^b	0,715	72,21	SS F E50%	13,908	0,764	72,32
PS F E100%	14,862 ^a	1,506	71,48	SS F E100%	14,736	1,199	71,59
C18:1n9	x	Sn	%	C18:1n9	x	Sn	%
PS M K0%	10,714 ^b	1,738	68,76	SS M K0%	13,048 ^b	0,829	68,60
PS M E50%	12,693 ^a	1,049	69,88	SS M E50%	11,880 ^b	1,921	64,34
PS M E100%	11,964	1,480	70,80	SS M E100%	14,989 ^a	0,955	70,53

Obsah polynenasycených n-6 mastných kyselin (Σ n-6 FA) v tuku svaloviny v g/100 tuku

Jak uvádí tabulka 6, nelze jednoznačně prokázat vliv podávaných diet s lupinovým šrotem na obsah polynenasycených mastných kyselin ze skupiny n-6 FA, i přesto, že mezi některými skupinami byly statisticky průkazné rozdíly.

Tabulka 6. Obsah polynenasycených mastných kyselin ze skupiny n-6 (n-6 FA) v g/100 g tuku ve svalovině kuřat (PS prsní svalovina, SS stehenní svalovina, F slepičky, M kohoutci, x aritmetický průměr, Sn směrodatná odchylka, ab, cd $P \leq 0,05$, K0% kontrola, E50%, E100% pokusné skupiny)

Σ n-6 FA	x	Sn	Σ n-6 FA	x	Sn
PS F K0%	10,063 ^b	1,301	PS M K0%	11,028 ^b	2,117
PS F E50%	12,931 ^a	1,067	PS M E50%	13,111 ^a	0,877
PS F E100%	13,481 ^a	1,321	PS M E100%	10,518 ^b	1,023
Σ n-6 FA	x	Sn	Σ n-6 FA	x	Sn
SS F K0%	14,072 ^c	0,859	SS M K0%	13,715	0,895
SS F E50%	14,646 ^a	1,344	SS M E50%	11,958	2,425
SS F E100%	12,576 ^{bd}	1,225	SS M E100%	13,344	1,678

Dominantní mastnou kyselinou ze skupiny n-6 FA byla C18:2n6, jak dokumentuje tabulka 7. V rámci skupiny Σ n-6 FA představovala více jak 90% podíl.

Tabulka 7. Obsah dominantní mastné kyseliny ze skupiny n-6 FA v g/100 g tuku svaloviny a její procentuální zastoupení (%) ve skupině Σ n-6 FA (PS prsní svalovina, SS stehenní svalovina, F slepičky, M kohoutci, x aritmetický průměr, Sn směrodatná odchylka, ab $P \leq 0,05$, K0% kontrola, E50%, E100% pokusné skupiny)

C18:2n6	x	Sn	%	C18:2n6	x	Sn	%
PS F K0%	9,098 ^b	1,223	90,41	SS F K0%	13,094	0,687	93,05
PS F E50%	11,765 ^b	0,932	90,98	SS F E50%	13,747 ^a	1,247	93,86
PS F E100%	12,176 ^a	1,290	90,32	SS F E100%	12,230 ^b	1,190	97,25
C18:2n6	x	Sn	%	C18:2n6	x	Sn	%
PS M K0%	10,246	1,984	92,91	SS M K0%	12,868	0,829	93,82
PS M E50%	12,004 ^a	0,775	91,56	SS M E50%	11,216	2,220	93,79
PS M E100%	9,713 ^b	0,906	92,35	SS M E100%	12,502	1,533	93,69

Obsah polynenasycených n-3 mastných kyselin (Σ n-3 FA) v tuku svaloviny v g/100 tuku

V tabulce 8 jsou uvedeny výsledky o celkovém obsahu polynenasycených n-3 FA. U pokusných skupin byly statisticky prokázány $P \leq 0,05$ vyšší průměrné hladiny n-3 FA ve svalovém tuku kuřat. Výsledky dokládají, že se zvyšujícím se podílem lupinového šrotu v dietách se i průkazně $P \leq 0,05$ zvyšoval obsah Σ n-3 FA ve svalovém tuku kuřat.

Tabulka 8. Obsah polynenasycených mastných kyselin ze skupiny n-3 (n-3 FA) v g/100 g tuku ve svalovině kuřat (PS prsní svalovina, SS stehenní svalovina, F slepičky, M kohoutci, x aritmetický průměr, Sn směrodatná odchylka, ab, cd $P \leq 0,05$, K0% kontrola, E50%, E100% pokusné skupiny)

\sum n-3 FA	x	Sn	\sum n-3 FA	x	Sn
PS F K0%	1,058 ^{bd}	0,132	PS M K0%	1,095 ^{bd}	0,241
PS F E50%	1,598 ^{bc}	0,152	PS M E50%	1,591 ^{bc}	0,130
PS F E100%	2,358 ^a	0,245	PS M E100%	1,902 ^a	0,179
\sum n-3 FA	x	Sn	\sum n-3 FA	x	Sn
SS F K0%	1,410 ^{bd}	0,114	SS M K0%	1,312 ^b	0,102
SS F E50%	1,878 ^{bc}	0,195	SS M E50%	1,523 ^b	0,288
SS F E100%	2,306 ^a	0,210	SS M E100%	2,453 ^a	0,332

Za dominantní mastnou kyselinu ze skupiny \sum n-3 FA lze pokládat C18:3n3, která zaujímala více jak 90 % z \sum n-3 FA ve svalovém tuku. I u kyseliny C18:3n3 bylo prokázáno statisticky významné $P \leq 0,05$ její zvýšení ve svalovém tuku pokusných kuřat, jak dokumentuje tabulka 9.

Tabulka 9. Obsah dominantní mastné kyseliny ze skupiny n-3 FA v g/100 g tuku svaloviny a její procentuální zastoupení (%) ve skupině \sum n-3 FA (PS prsní svalovina, SS stehenní svalovina, F slepičky, M kohoutci, x aritmetický průměr, Sn směrodatná odchylka, ab, cd $P \leq 0,05$, K0% kontrola, E50%, E100% pokusné skupiny)

C18:3n3	x	Sn	%	C18:3n3	x	Sn	%
PS F K0%	0,931 ^{bd}	0,127	88,00	SS F K0%	1,328 ^b	0,092	94,18
PS F E50%	1,525 ^{bc}	0,143	95,43	SS F E50%	1,825 ^b	0,190	97,18
PS F E100%	2,134 ^a	0,245	90,50	SS F E100%	2,237 ^a	0,202	97,01
C18:3n3	x	Sn	%	C18:3n3	x	Sn	%
PS M K0%	1,005 ^{bd}	0,181	91,78	SS M K0%	1,272 ^b	0,096	96,95
PS M E50%	1,520 ^{bc}	0,129	95,54	SS M E50%	1,480 ^b	0,276	97,18
PS M E100%	1,758 ^a	0,162	92,43	SS M E100%	2,304 ^a	0,309	93,93

Závěr

Z dosažených výsledků lze vyvodit závěry, že náhrada sójového extrahovaného šrotu v krmných směsích neměla průkazný vliv na živou hmotnost kuřat na konci výkrmu (35. den), vyjma u slepiček, kde byla nižší. Podstatný rozdíl nebyl pozorován ani u konverze krmných směsí.

Použití lupinového šrotu v dietách u brojlerových kuřat pozitivně ovlivnilo především obsah polynenasycených mastných kyselin ve svalovém tuku kuřat ze skupiny n-3 FA, kdy se zvyšující se dávkou lupinového šrotu v dietě se i průkazně zvyšoval jejich podíl ve svalovém tuku, čímž se zvyšovala i jeho nutriční hodnota a tím i nutriční hodnota svaloviny, jako významné potraviny určené k výživě člověka.

Literatura

Literární zdroje jsou k dispozici u autorů.

Práce byla podpořena grantovým projektem NAZV MZe ČR QJ1510136.

VLIV SLOŽENÍ KRMNÝCH SMĚSÍ NA NUTRIČNÍ HODNOTU VAJEC UŽITKOVÝCH NOSNIC

prof. MVDr. Ing. Pavel Suchý, CSc., ¹prof. Ing. Eva Straková, Ph.D., ¹Ing. Ivana Timová, ¹Ing. Martin Kutlvašr, ¹Ing. Lucie Všetická

¹Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VFU Brno

Abstrakt

Cílem provedeného experimentu bylo zjistit, jak obsah lupinového šrotu v dietě, určené k výživě užitkových nosnic, ovlivní kvalitu tuku ve vaječném žloutku. Výsledky pokusu s využitím lupinových semen (neloupaných a loupaných) v krmných směsích, jako 50% a 100% náhrada sójového extrahovaného šrotu, potvrdily pozitivní vliv diet na bázi lupinového šrotu na složení tuku vaječného žloutku. Přesto, že diety u pokusných skupin nosnic neovlivnily obsah tuku ve vaječném žloutku, v jeho kvalitě byly v průběhu snášky prokázány kvalitativní změny. Tyto změny v tuku vaječného žloutku, oproti kontrole, byly u pokusných skupin charakterizovány poklesem nasycených mastných kyselin (SFA), u některých skupin i mírným poklesem mononenasycených mastných kyselin (MUFA) a naopak výrazným zvýšením polynenasycených mastných kyselin ze skupiny omega 6 a omega 3. Z výsledků lze vyvodit závěr, že použití lupinového šrotu v krmných směsích pro užitkové nosnice zvyšuje kvalitu produkovaných vajec.

Klíčová slova: nosnice užitkové; lupinový šrot; kvalita tuku žloutku

Úvod

Současné trendy v Evropské unii jsou v rámci zemědělské výroby zaměřeny na produkci proteinových krmiv. Důvodem je snížit dovoz především drahých sójových produktů, které jsou nedílnou složkou prakticky všech krmných směsí určených k výživě hospodářských zvířat. Jednou z možností jak zvýšit produkci proteinových krmiv je zvýšit pěstování luskovin. Semena luskovin jsou bohatým zdrojem proteinů. Některé druhy, např. lupiny, obsahují srovnatelný nebo i vyšší obsah proteinu než sójové boby (Straková et al., 2006; Saastamoinen et al., 2013; Straková and Suchý, 2016). Z tohoto pohledu se jeví jako perspektivní semena některých odrůd ze skupiny bílých a žlutých kulturních lupin. Jejich předností je i skutečnost, že díky hlízkovým kořenovým bakteriím obohacují půdu o dusík, jejich mohutný kořenový systém zanechává v půdě množství organické hmoty a z hlediska jejich využití ve výživě není zanedbatelný i fakt, že nepatří mezi geneticky modifikované organismy. Výhodou semen kulturních odrůd lupin je i to, že ve srovnání s ostatními druhy luskovin (hrách, sója, fazole) obsahují nejméně antinutričních látek (Kurlovich et al., 2002). Z uvedených důvodů jsou semena kulturních odrůd bílých lupin předmětem velkého zájmu, jako alternativní zdroj dietárního proteinu v krmivech pro hospodářská zvířata. Velké uplatnění našla lupinová semena v krmných směsích určených pro výživu drůbeže (Jeroch et al.,

2016), a to především ve výkrmu brojlerových kuřat (Geigerova et al., 2017; Chládek et al., 2017) nebo užitkových nosnic. Jako pozitivum bylo u užitkových nosnic dosaženo zlepšení barvy vaječného žloutku a spektra mastných kyselin ve žloutku (Dražbo et al., 2014). Lupinová semena obsahují kvalitní protein, který je charakteristický vysokým obsahem argininu (esenciální aminokyselina pro drůbež). Lupinová semena bílých odrůd obsahují i vysoce kvalitní olej charakteristický vysokým obsahem polynenasycených mastných kyselin (Zapletal et al., 2015). Tyto výsledky nás vedly k tomu, zda obsah lupinového šrotu v dietách pozitivně neovlivní i kvalitu tuku v produktech, v tomto experimentu složení mastných kyselin v tuku vaječného žloutku.

Materiál a metody

Cílem práce bylo zjistit vliv lupinového šrotu, jako náhradu za sójový extrahovaný šrot, v krmných směsích podávaných užitkovým nosnicím Isa Brown, na složení mastných kyselin tuku vaječného žloutku. Nosnice ve věku 18 týdnů byly umístěny individuálně v tří etážové klecové technologii, s ručním zakládáním krmiva (ad libitum) a automatickými napáječkami. Celkem bylo vytvořeno 5 skupin po 70 nosnicích, skupina kontrolní (K 0 %) a 4 skupiny pokusné (N 50 %, N 100 %, L 50 % a L 100 %). Kontrolní skupina dostávala komerčně vyráběnou krmnou směs, pokusným skupinám byly připraveny krmné směsi podobného komponentního a živinového složení s tím rozdílem, že v pokusných směsích byla provedena náhrada sójového extrahovaného šrotu lupinovým, a to 50% a 100% a to z neloupaných (N) nebo loupaných (L) lupinových semen odrůdy Zulika. Tabulka 1 uvádí zastoupení mastných kyselin v testovaných krmných směsích. V průběhu snáškového období bylo v 8týdenních intervalech (celkem 5x) odebráno 10 vajec od každé skupiny, ve kterých byl ve žloutku stanoven obsah tuku, a v něm byly provedeny analýzy mastných kyselin. Tuk byl stanoven extrakcí diethyletherem podle soxhleta, mastné kyseliny pomocí analyzátoru GAS CHROMATOGRAPH GC – 2010 firmy Shimadzu. Obsah tuku ve vaječném žloutku byl vyjádřen v procentech, obsah mastných kyselin v g na 100 g tuku.

Dosažené výsledky byly zpracovány matematicko-statistickými metodami za použití statistického programu Unistat 5.6, provedeno vyhodnocení průměrných hodnot a jejich rozdílů mnohonásobným porovnáním pomocí testu Tukey-HSD, na hladině významnosti $P \leq 0,05$ (ab, cd, ef, gh). Každý ukazatel je prezentován hodnotou průměru (\bar{x}) a směrodatnou odchylkou (\pm SD).

Tabulka 1 Zastoupení mastných kyselin v testovaných krmných směsích (pouze FA > 0.1 g)

g FA/100 g tuku	K	N 50%	N 100%	L 50%	L 100%
C14:0 (myristic acid)	0,20	0,13	0,14	0,19	0,11
C16:0 (palmitic acid)	14,59	10,24	10,06	12,81	9,50
C17:0 (margaric acid)	0,15	0,11	0,11	0,12	0,10
C18:0 (stearic acid)	2,21	1,80	1,85	2,20	1,79
C20:0 (arachidic acid)	0,26	0,57	0,76	0,59	0,83
C24:0 (lignoceric acid)	0,19	0,41	0,55	0,42	0,56
∑ SFA	17,60	13,26	13,47	16,33	12,89
C16:1 (palmitoleic acid)	0,21	0,24	0,31	0,30	0,32
C18:1n9 (oleic acid)	18,82	17,05	23,07	18,05	25,28
C20:1n9 (gadoleic acid)	0,54	2,67	3,82	2,67	4,36
∑ MUFA	19,57	19,96	27,20	21,02	29,96
C18:2n6 (linoleic acid)	27,09	34,38	31,08	21,89	27,34
C20:2n6 (eicosadienoic acid)	0,06	0,13	0,18	0,14	0,20
∑ n-6 PUFA	27,15	34,51	31,26	22,03	27,54
C18:3n3 (α -linolenic acid)	4,16	5,68	7,16	6,28	7,20
C20:5n3 (eicosapentaenoic acid)	0,32	1,57	2,00	1,39	2,30
C22:5n3 (docosapentaenoic acid)	0,61	1,36	1,81	1,36	1,83
C22:6n3 (docosahexaenoic acid)	0,21	0,10	0,09	0,18	0,05
∑ n-3 PUFA	5,30	8,71	11,06	9,21	11,38

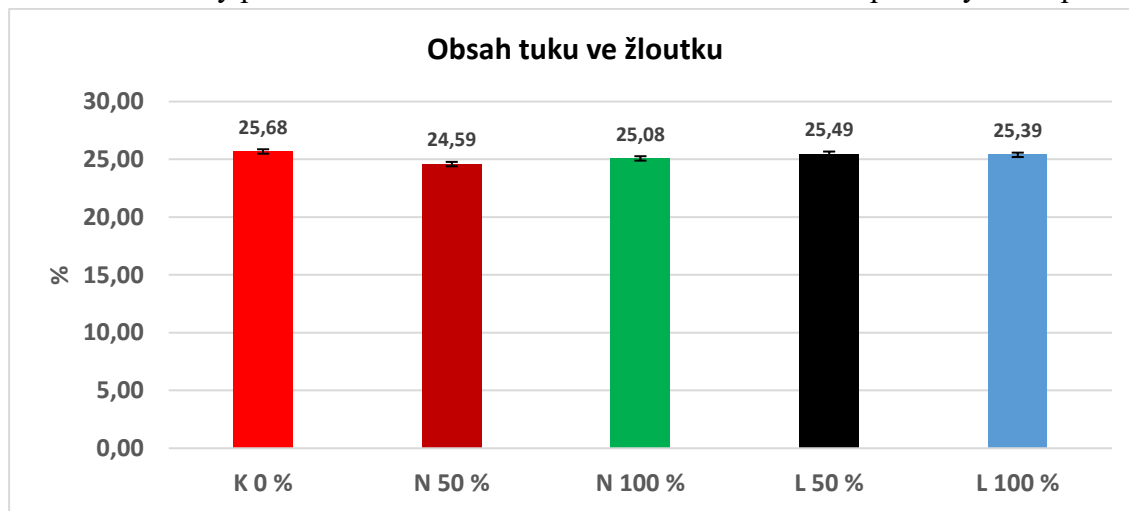
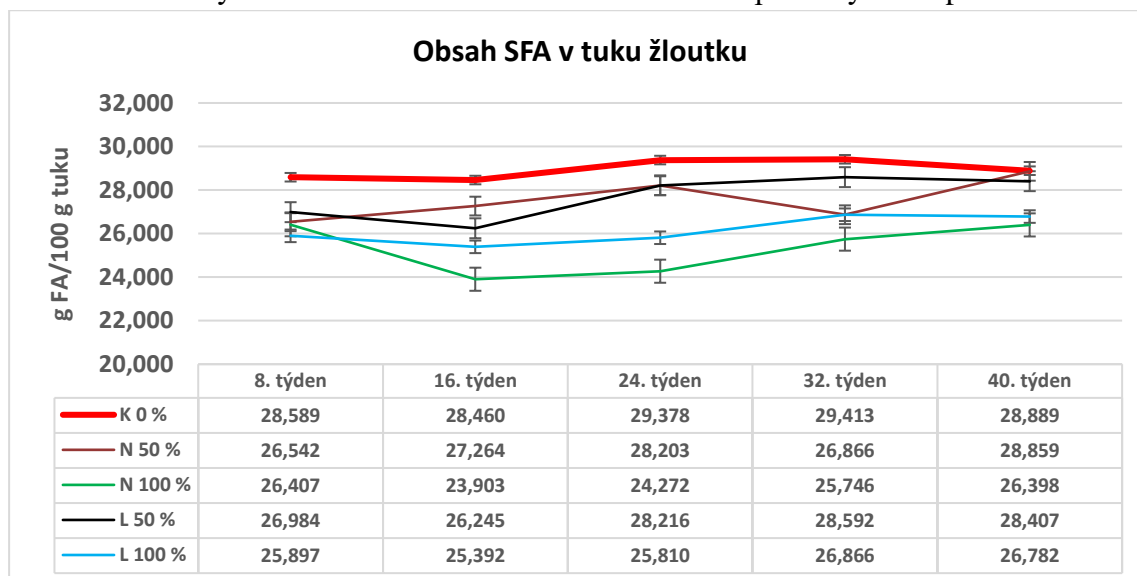
Výsledky

V průběhu snáškového období byl 5x v 8týdenních intervalech, tj. 8., 16., 24., 32. a 40. týdnu snášky odebrán vzorek 10 vajec od každé skupiny (celkem 50 ks vajec za skupinu). Ze vzorku vajec byl odebrán žloutek, ve kterém byl stanoven obsah tuku a z něho vypočítán jeho procentuální obsah. Výsledky jsou uvedeny v grafu 1. Obecně lze konstatovat, že bez ohledu na podávanou dietu se procentuální zastoupení tuku ve žloutku pohybovalo v poměrně úzkém rozmezí od 24,59 % do 25,68 %. Z výsledků vyplývá, že diety na bázi lupinového šrotu neovlivnily procentuální zastoupení tuku ve žloutku. Dokladem tohoto tvrzení je skutečnost, že průměr tuku ve žloutku u kontroly se statisticky průkazně nelišil od průměrných hodnot pokusných skupin.

Změny ve složení mastných kyselin ve vaječném žloutku v průběhu snáškového období

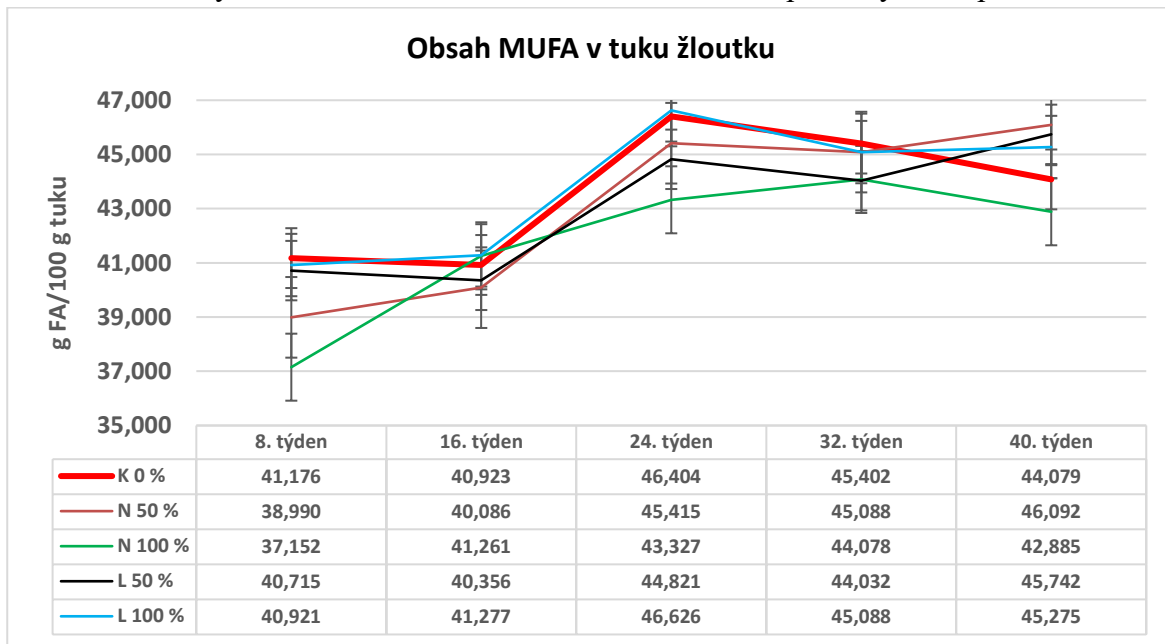
Nasyčené mastné kyseliny (SFA)

Z výsledků uvedených v grafu 2 vyplývá, že nosnice, kterým byly podávány diety na bázi lupinového šrotu vykazovaly v tuku vaječného žloutku výrazně nižší zastoupení SFA, v porovnání s kontrolou. Jednoznačně nejnižší obsah SFA v tuku žloutku byl prokázán u pokusné skupiny nosnic N 100 %, kterým byla podávána krmná směs se 100% náhradou sójového šrotu lupinovým z neodslupkovaných lupinových semen. Z výsledků lze vyvodit závěr, že lupinový šrot má vliv na snížení obsahu SFA v tuku žloutku.

Graf 1 Průměrný procentuální obsah tuku ve žloutku u kontrolní a pokusných skupin**Graf 2** Průměrný obsah SFA v tuku žloutku u kontrolní a pokusných skupin

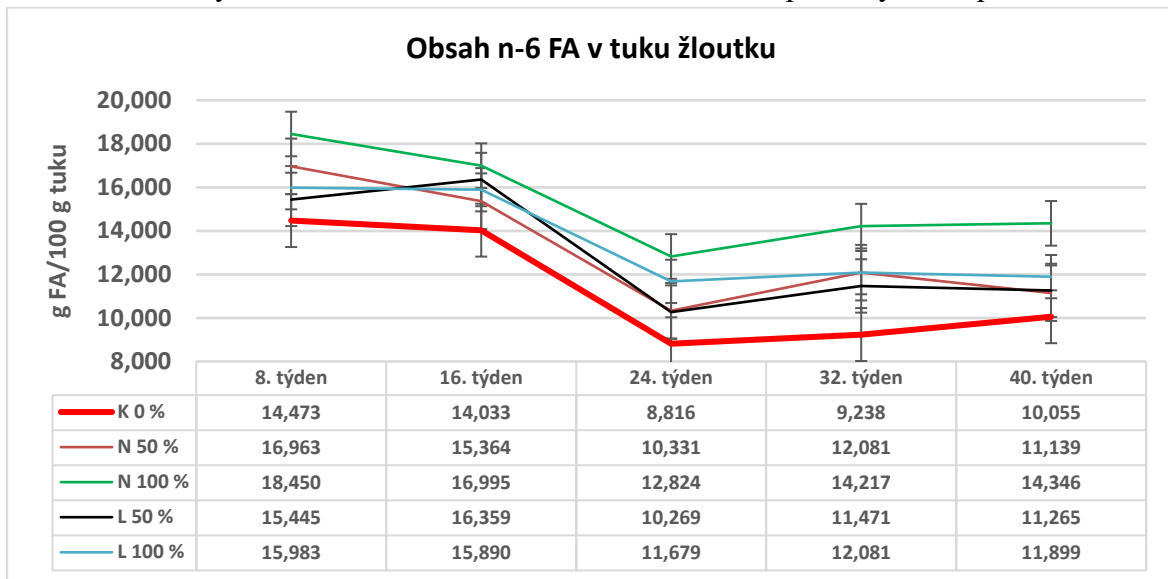
Mononenasyčené mastné kyseliny (MUFA)

Nejednoznačné závěry poskytují výsledky analýzy MUFA, jak dokumentuje graf 3. V porovnání s kontrolou byl průměrný obsah MUFA v tuku žloutku v průběhu snáškového období u pokusných skupin srovnatelný nebo mírně nižší, ke konci dokonce vyšší. Jednoznačně nejnížší byl průměrný obsah MUFA v tuku potvrzen u pokusné skupiny N 100 %.

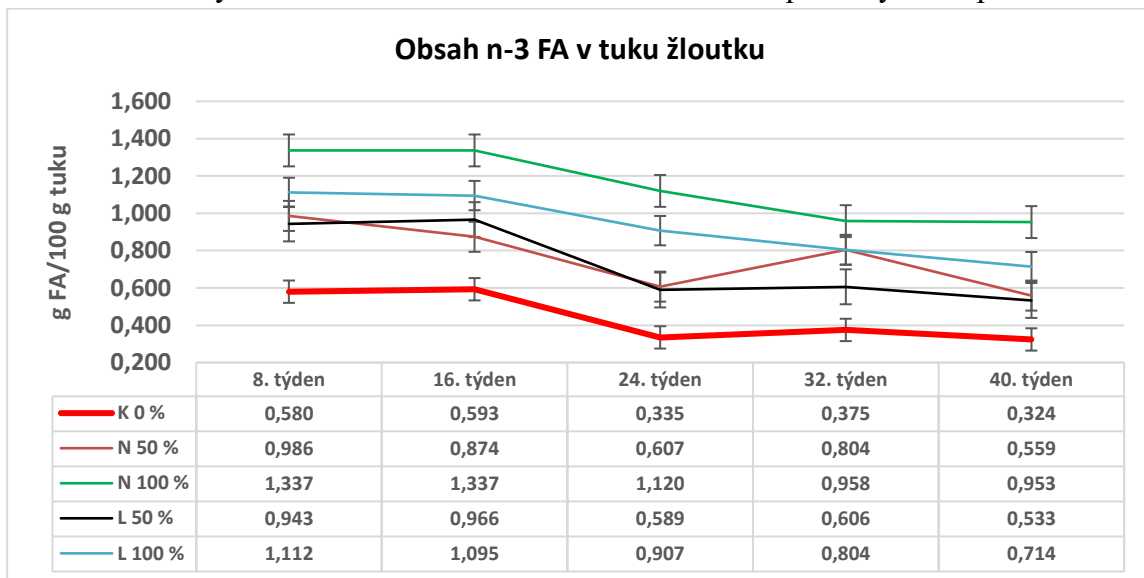
Graf 3 Průměrný obsah MUFA v tuku žloutku u kontrolní a pokusných skupin

Polynenasycené mastné kyseliny (n-6 FA)

Z uvedených výsledků v grafu 4 lze vyvodit závěr, že krmné směsi na bázi lupinového šrotu podávané pokusným skupinám nosnic měly, ve srovnání s kontrolou, významný vliv na zvýšení n-6 FA v tuku žloutku. Nejvyšší obsah n-6 FA byl ve vaječném žloutku u pokusných nosnic N 100 %, u kterých byla v dietě provedena 100% náhrada sójového šrotu lupinovým. Za zajímavé lze pokládat i dynamické změny n-6 FA v tuku vaječného žloutku. Bez rozlišení jednotlivých skupin lze v průběhu snáškového období pozorovat do 24. týdne snášky postupný pokles n-6 FA v tuku žloutku u všech skupin. Od 24. týdne se hladina n-6 FA stabilizovala a až do 40. týdne jen kolísala v poměrně úzkém rozmezí hodnot.

Graf 4 Průměrný obsah n-6 FA v tuku žloutku u kontrolní a pokusných skupin**Polynenasycené mastné kyseliny (n-3 FA)**

Po celé sledované snáškové období se jednoznačně potvrdil, oproti kontrolní skupině, vliv lupinového šrotu v krmných směsích na zvýšení n-3 FA v tuku vaječného žloutku, obdobně jako u n-6 FA.

Graf 5 Průměrný obsah n-3 FA v tuku žloutku u kontrolní a pokusných skupin

Tabulka 2 uvádí prostřednictvím průměrných hodnot jednotlivých skupin mastných kyselin výsledky u sledovaných skupin nosnic za celé období včetně statistických charakteristik.

Tabulka 2 Změny v obsahu mastných kyselin (g FA/100 g tuku) u sledovaných skupin včetně statistických charakteristik na hladině významnosti $P \leq 0,05$ (ab, cd, ef, gh)

Σ SFA	x	SD
K 0 %	28,946 a	0,980
N 50 %	27,547 be	1,364
N 100 %	25,345 bdfh	2,120
L 50 %	27,689 bc	1,331
L 100 %	26,149 bdfg	1,173
Σ MUFA	x	SD
K 0 %	43,597	2,583
N 50 %	43,134	3,510
N 100 %	41,741 b	4,853
L 50 %	43,133	2,689
L 100 %	43,732 a	3,070
Σ n-6 FA	x	SD
K 0 %	11,323 bdf	2,612
N 50 %	13,176 be	2,755
N 100 %	15,366 a	3,091
L 50 %	12,962 be	2,779
L 100 %	13,506 bc	2,309
Σ n-3 FA	x	SD
K 0 %	0,441 bdf	0,138
N 50 %	0,766 bde	0,186
N 100 %	1,141 a	0,268
L 50 %	0,727 bde	0,221
L 100 %	0,926 bc	0,202

Závěr

Závěrem lze konstatovat, že použití diet na bázi lupinového šrotu, jako náhrada za sójový šrot, má pozitivní vliv na složení mastných kyselin v tuku vaječného žloutku, který je dán:

- snížením obsahu nasycených mastných kyselin (SFA)
- zvýšením obsahu polynenasycených mastných kyselin omega 6 (n-6 FA)
- zvýšením obsahu polynenasycených mastných kyselin omega 3 (n-3 FA)

Z uvedených výsledků lze vyvodit závěr, že použití šrotu z lupinových semen vede ke zvýšení nutriční hodnoty vajec jako jednoho z nejvýznamnějších produktů pro výživu lidí. Z testovaných diet se jako optimální jeví dieta, ve které byla provedena 50% náhrada sójového šrotu lupinou.

Literatura

Literární zdroje jsou k dispozici u autorů.

Práce byla podpořena grantovým projektem FVHE/ITA2020/2420/TA202061.

KVALITA MASA RŮZNĚ RYCHLE ROSTOUCÍCH KUŘAT

prof. Ing. Eva Tůmová, CSc.¹, Ing. Darina Chodová, Ph.D.¹, prof. Ing. Věra Skřivanová, CSc.²

¹Katedra chovu hospodářských zvířat ČZU v Praze

²Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i

Úvod

Výkrm kuřat je v rámci produkce drůbežního masa velmi důležitý, protože kuřecí maso se na produkci drůbežního masa podílí více než 85 %. Současná světová produkce je kolem 114 mil t (Faostat, 2018) a je nejvíce produkovaným druhem masa. Oblíbenost kuřecího masa je také patrná v ČR, kde se spotřeba v posledních 5 letech pohybuje kolem 27 kg, což je více než dvojnásobek proti roku 1990. Kuřata na produkci masa se začala intenzivně šlechtit na počátku 60. let minulého století, kdy se význam kuřecího masa začal výrazně zvyšovat. Intenzita šlechtění se v posledních 30 letech promítla do ročního zvýšení průměrného denního přírůstku o 60 g. Se zvyšující se intenzitou růstu souvisí i nárůst jatečné výtěžnosti o 0,2 % a podílu prsního svalstva o 0,1 % ročně.

Metody hodnocení kvality masa

Kvalita masa se hodnotí na cenných partiích, kterými jsou u drůbeže prsní a stehenní svalovina, a lze ji posuzovat několika možnými způsoby. Řadíme mezi ně: chemické složení, fyzikální vlastnosti (pH, barva, textura, vaznost), histochemické složení svalové tkáně a v neposlední řadě také senzoryckou hodnotu. Nejčastějšími **fyzikálními vlastnostmi**, které jsou u drůbežního masa zjišťovány, jsou: pH, barva, textura a vaznost. Všechny tyto charakteristiky mezi sebou úzce souvisí a vzájemně tvoří komplexní soubor znaků určujících kvalitu masa, a je možné podle nich detekovat i vady masa. Hodnota pH se měří pomocí pH metru, který se zavádí 1 cm do řezu svalem. Hodnota pH souvisí se zráním masa a můžeme pomocí ní detekovat vady masa.

Pro spotřebitele je důležitou vlastností masa barva, která je vztažena k energetickému metabolismu svalů, hodnotě pH a také k podmínkám skladování masa. Barva masa se měří pomocí kolorimetru nejčastěji na příčném řezu svalem, či na jeho povrchu, a je vyjádřena dle systému CIE třemi hlavními charakteristikami – L* (světlost, či lesk), a* (červenost = poloha barvy mezi zelenou a červenou) a b* (žlutost = poloha barvy mezi žlutou a modrou). Odstín barvy masa závisí na obsahu pigmentů – myoglobinu a hemoglobinu a podmínkám před a po porážce.

Textura masa, či křehkost masa, je jednou z nejdůležitějších vlastností jakosti masa pro konzumenty. Textura závisí na množství a kvalitě pojivové tkáně (především kolagenu) a na struktuře myofibrilární sítě ve svalech. Textura je nejčastěji zjišťována v hlubokém prsním svalu

pomocí Warner-Bratzlerova testu, kdy se simuluje skus, hodnotí se síla potřebná pro přestřížení masa.

Vaznost masa je schopnost masa udržet vlastní vodu, vzhled a texturu masa. Vaznost masa souvisí s hodnotou pH. Při okyselení svalu při zrání se myofibrilární síť smršťuje a klesá kapacita bílkovin pro navázání vody. Tento jev souvisí se snížením křehkosti masa. Nejhorší vaznost má maso v době posmrtného ztuhnutí. Vaznost masa je možno určovat několika metodami, např. ztráta masové šťávy odkapem nebo varem, které jsou založené na rozdílu hmotnosti čerstvého masa a hmotnosti po skladování při 4 °C po dobu 24 hod (ztráta masa odkapem) a na rozdílu hmotnosti před varem a po varu (80 °C 1 hod.) v případě ztráty masa varem.

Z hlediska **chemického složení** masa se zjišťuje obsah vody, sušiny, tuku, bílkovin a popelovin. Obsah vody v mase je v negativním vztahu k obsahu tuku.

Tuk je rozmístěn především v břišní oblasti mezi vnitřnostmi (tzv. břišní neboli abdominální tuk) a dále v oblasti krku a podkoží. Abdominální tuk má úzký vztah k celkovému obsahu tuku v jatečném trupu drůbeže. Důležitou složkou tuku je také tuk intramuskulární, který je mezi svalovými vlákny a ovlivňuje chuť, křehkost a šťavnatost masa.

Obsah bílkovin je nejvyšší v partiích s nejmenším obsahem tuku, protože podíl bílkovin s rostoucím množstvím tuku klesá. Bílkoviny v mase drůbeže mají vysoký obsah esenciálních aminokyselin jako je např. lysin, arginin, a metionin.

Senzorické hodnocení masa je důležité pro spotřebitele. Provádí se ve speciálně upravené tzv. senzorické laboratoři, kde jsou školeným hodnotitelům předkládány vzorky masa (nejčastěji prsní svalovina) upravené dušením bez přídavku soli a koření. Mezi jednotlivými vzorky je hodnotitelům k dispozici voda a chléb pro neutralizaci chuti. Vzorky jsou zakódovány tak, aby nebylo hodnocení ovlivněné. Hodnotí se vůně, chuť, křehkost, šťavnatost a celkový dojem.

Vady masa

Vysoká užitkovost brojlerových kuřat jako výsledek intenzivní selekce na růst a podíl prsního svalstva v posledních desetiletích je však spojena i s výskytem morfologických abnormalit kosterních svalů. Zvýšená intenzita růstu kuřat se promítá do větší velikosti, zejména plochy svalových vláken v jednotlivých svalech. To souvisí s tím, že kuře, když se vylíhne, tak má ve svalech již konečný počet svalových vláken a se zvyšující se živou hmotností a objemem těla roste velikost svalových vláken. Kosterní svaly kuřat jsou tvořeny třemi druhy svalových vláken, typ I neboli β R jsou červená pomalá oxidativní vlákna. Vlákna typu IIA, α R jsou rychlá, oxidativně glykolytická. Tyto dva druhy vláken se vyskytují především ve stehenním svalstvu. Posledním druhem vláken jsou vlákna IIB, také označovaná jako α W, jsou bílá, rychlá, glykolytická, která se vyskytují v prsním svalstvu. Bílá svalová vlákna v prsním svalstvu jsou silnější a mají vyšší obsah glykogenu a bílkovin. Čím více se zvětšuje jejich velikost ve svalu, jsou tato vlákna vnímavější k degenerativním změnám a mohou tak vést ke vzniku nějaké vady masa. To je jeden z hlavních důvodů proč vady masa postihují prsní svaly drůbeže a téměř se nevyskytují ve stehenním svalstvu.

Svaly po porážce se přeměňují na maso v důsledku procesu zrání, během kterého se rozkládají zásobní látky, zejména glykogen a adenosintrifosfát, na rozkladné produkty jako je kyselina mléčná a kyselina inosinová. Kyseliny pak snižují pH masa, které je u živých zvířat kolem 7 a

během procesu zrání se sníží na hodnoty kolem 6. Pokles pH je podstatně menší než například u skotu nebo prasat, protože ve svalech kuřat je podstatně méně zásobních látek. Pokud jsou kuřata při odchytávání, transportu a před porážkou stresována, způsobuje to rychlejší rozklad zásobních látek a vede to k vyššímu poklesu pH, což současně indikuje nějakou vadu masa. Jednou z nejčastějších vad masa kuřat je PSE (pale, soft, exudative=bledé měkké, vodnaté) a postihuje 20–30 % vykrmených brojlerových. Významnější změny v pH a barvě masa jsou zjišťovány při měření 24 h *post mortem*. PSE maso má nižší vaznost vody a zhoršenou texturu masa, což je nepříznivé především při zpracování masa do výrobků. PSE maso může být problematické i při mražení a následném rozmražení, protože má větší ztráty vody po rozmražení a při tepelném zpracování. Ztráta vody následně snižuje křehkost masa.

Další vady masa kuřat jsou spojené s degenerativními změnami svalových vláken. Tyto abnormality jsou známé pod anglickým názvem wooden breasts (dřevnaté maso), bílá pruhovitost, v angličtině white striping nebo onemocnění hlubokého prsního svalu označované také jako zelené maso nebo degenerativní myopatie. Tyto vady postihují nejrychleji rostoucí kuřata a bývají spojené abnormální velikostí svalu.

Vada masa wooden breasts postihuje mohutný sval prsní a je spojena s nadměrnou akumulací vazivové tkáně mezi svalovými vlákny, narušuje integritu svalu a vede k fragmentaci svalu. Vyskytuje se u nejtěžších kuřat, která mají vysoký podíl prsního svalstva. Její výskyt je významně ovlivněný věkem kuřat a vyskytuje se při delším výkrmu. Vada je detekována především vyšším pH masa přes 6, dochází i ke změnám v barvě masa, svaly jsou žlutější. Prsní svalstvo s touto vadou masa je tužší, má vyšší ztrátu vody při kuchyňské úpravě a při rozmrazování.

Podobně jako předchozí vada i bílé pruhy, tady white striping postihuje kuřata s vyšší intenzitou růstu a vyšším podílem prsního svalstva. Vyskytuje se především u mohutného prsního svalu a vypadá jako bílé proužky, které vedou stejným směrem jako svalová vlákna. Bílé pruhy jsou tvořené kolagenem, a proto také kuřata s touto vadou mají vyšší obsah dusíkatých látek v mase. Kolagen není schopen vázat vodu a při kuchyňské úpravě vykazuje větší ztráty vody, stejně jako při rozmrazování. Je tužší než maso kuřat bez vad. Maso má vyšší pH, je červenější než maso kuřat bez vady. Postihuje rovnoměrně kohoutky i kuřičky.

Poslední vadou je degenerativní myopatie, která se také označuje jako onemocnění hlubokého prsního svalu nebo zelené maso. Postihuje nejrychleji rostoucí kuřata, zejména hybridy selektované na vysoký podíl prsního svalstva. Degenerativní myopatie je způsobena nekrotickými změnami svalových vláken hlubokého prsního svalu. Postižený sval je abnormálně zvětšený a má změněnou barvu na zelenou. Výskyt vad masa je možné snížit především volbou vhodného genotypu kuřat. Méně postižené jsou genotypy kuřat, které nejsou selektované na vysoký podíl prsního svalstva, protože nejvyšší výskyt vad masa je zejména u genotypů Ross 508 a 708, které se však v České republice nevykrmují. Další možností je porážet kuřata v nižším věku, protože s věkem, zejména nad 35 dnů věku se tyto vady v mase zvyšují. *Vzhledem k tomu, že se v ČR nepoužívají genotypy s vysokým podílem prsního svalstva, výskyt výše uvedených vad je nedosahuje ani 1 % poražených kuřat.* Určitou prevencí je i aplikace rané restriktce kuřat, doplněk antioxidantů apod.

Způsoby výkrmu kuřat

V posledních letech se rozšířily způsoby výkrmu kuřat a s tím i nabídka genotypů kuřat. Nejrozšířenějším typem výkrmu kuřat je brojlerový výkrm do 33–35 dnů věku. Vysoké užitkovosti kuřat v tomto typu výkrmu je dosahováno použitím rychle rostoucích genotypů a optimalizací podmínek prostředí a výživy. Ve výživě kuřat se nepoužívají hormony ani antibiotika jak je stále často popisováno ve sdělovacích prostředcích.

Dalším typem výkrmu je prodloužený výkrm do 49–56 dnů věku a v tomto typu výkrmu se využívají středně rychle rostoucí genotypy. Výkrm pomalu rostoucích kuřat trvá do 70–77 dnů věku. Posledním typem výkrmu je ekologický, za přesně definovaných podmínek a trvá minimálně 81 dnů. Jsou k němu vhodné pouze pomalu rostoucí genotypy. Do pomalu rostoucích genotypů jsou zařazováni hybridy s kombinovanou užitkovostí, u kterých se slepice používají ke snášce a kohouti k výkrmu. Kohouti nosného typu slepic mají velmi pomalý růst a nízkou jatečnou hodnotu a pro výkrm se nehodí. Ve všech typech výkrmu se kuřata vykrmují přibližně do hmotnosti 2 kg, kdy mají nejvyšší podíl cenných partií, prsou a stehen.

Genotypy kuřat pro výkrm (hybridi vzniklé dlouhodobým křížením plemen a linií) se rozdělují podle rychlosti růstu (průměrného denního přírůstku) do třech skupin, rychle rostoucí s přírůstkem nad 35 g, středně rychle rostoucí, které mají přírůstek mezi 20–35 g a pomalu rostoucí s přírůstkem do 20 g. Z porovnání genotypů těchto skupin vyplynulo, že ukazatele výkrmnosti byly nejlepší u rychle rostoucích kuřat a nejhorší u pomalu rostoucích. Problémem výkrmu pomalu rostoucích kuřat jsou velmi vysoké náklady a tím i případná spotřebitelská cena. Z hlediska jatečné hodnoty byly průkazné rozdíly v jatečné výtěžnosti, kdy pomalu rostoucí kuřata měla nižší jatečnou výtěžnost. Pomalu rostoucí kuřata také měla průkazně nejnižší podíl prsního svalstva, ale nejvyšší podíl stehenního svalstva. U pomalu rostoucích kuřat je předpokladem prodej celých jatečných trupů, protože nejsou vhodné pro technologické zpracování. Fyzikální vlastnosti masa jako pH, barva, ztráta vody varem a textura však genotypem průkazně ovlivněny nebyly. Také senzorické hodnocení masa se mezi genotypy statisticky průkazně nelišilo.

Chemické složení prsního svalstva kuřat (Testy ČZU v Praze)

Ukazatel	Rychle rostoucí Ross 308	Středně rychle rostoucí Hubbard	Pomalu rostoucí ISA Dual	Průkaznost
Sušina (%)	24,9 ^b	25,0 ^b	26,4 ^a	0,001
Bílkoviny (%)	21,4 ^a	23,4 ^a	23,9 ^a	0,001
Tuk (%)	1,15 ^a	0,49 ^b	0,30 ^c	0,001
Cholesterol (mg/kg)	663 ^a	399 ^b	397 ^b	0,001
Hydroxyprolin (g/kg, stanovuje kolagen)	0,51 ^b	0,45 ^c	0,60 ^a	0,001

Závěr

Při porovnání kvality masa kuřat s různou intenzitou růstu vyplívají výhody i nevýhody jednotlivých genotypů. V kvalitě masa nejsou výrazné rozdíly, což je zřejmé zejména ze sensorického hodnocení masa. Rychle rostoucí genotypy kuřat nejsou vhodné pro prodloužený výkrm nebo pastevní výkrm, protože se mohou u těchto kuřat objevit vady masa. Využití různě rychle rostoucích genotypů rozšiřuje nabídku drůbežího masa a záleží na spotřebiteli co bude preferovat.

Příspěvek byl zpracován za podpory projektu NAZV QK1910387.

HODNOCENÍ VYUŽITELNOSTI FOSFORU Z ROSTLINNÝCH KRMIV PRO BROJLEROVÁ KUŘATA

doc. Ing. Martina Lichovnicková, Ph.D., Ing. Lucie Kupčíková

Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Snahou výzkumníků věnujících se problematice fosforu u drůbeže je zpřesnit hodnocení využitelnosti fosforu z rostlinných krmiv, využít tato upřesněna data v optimalizaci krmných směsí a zároveň snížit používání anorganických zdrojů fosforu a to jak z důvodu jejich neobnovitelnosti, tak ve vztahu k zátěži životního prostředí, kdy při nadměrném používání fosforu dochází také k jeho zvýšenému vylučování trusem.

Při hodnocení kvality krmiv z pohledu obsahu fosforu, nebo při hodnocení jeho potřeby, se používá mnoho termínů. Jejich různé používání a zaměňování někdy způsobuje nedorozumění mezi výživáři. Níže jsou uvedeny jeho nejčastější používané termíny.

Celkový fosfor

Celkový fosfor je označován jako tP (total P) a je definován jako chemicky analyzovaný fosfor obsažený v krmivu, bez ohledu na vazbu fosforu. Tato frakce zahrnuje všechny formy P.

Fytátový fosfor

Fytátový fosfor PP (phytate P), neboli fytát označuje organický vázaný fosfor v kyselině fytové, se kterou tvoří nerozpustný komplex (*myo*-inositol-1,2,3,4,5,6-hexakisdihydrogenfosfátu IP₆).

Nefytátový fosfor

Nefytátový fosfor nPP (non-phytate P) je dán rozdílem mezi analyzovaným celkovým fosforem a fytátovým fosforem. Chemicky se jedná o část fosforu, která není vázána v molekule kyseliny fytové. Nefytátový fosfor je obsažen v různých organických a anorganických sloučeninách, avšak složení je odlišné v různých krmivech, což znamená, že využitelnost nefytátového fosforu není pro kuřata konstantní.

Využitelný fosfor

Využitelný fosfor aP (available P) vyjadřuje množství fosforu v krmivu, které je využitelné zvířaty. Touto formou se vyjadřuje také potřeba fosforu. Využitelný fosfor lze definovat jako množství fosforu v krmivu, které je biologicky využitelné a může být absorbováno a metabolicky využito dle požadavků zvířet (Sands et al., 2003).

Termín využitelný fosfor je často zaměňován s nPP. Hlavní rozdíl mezi aP a nPP je v tom, že využitelný fosfor zahrnuje všechny absorbované formy fosforu, anorganický i organický, včetně

fyátového. Naproti tomu nPP vylučuje všechny formy PP, které jsou zvířetem využitelné (Angel et al., 2002).

Retenovaný fosfor

Retenovaný fosfor rP (retainable P) je rozdíl mezi množstvím přijatého a vyloučeného fosforu. Pro stanovení obsahu retenovaného fosforu je třeba kvantitativně vyhodnotit množství přijatého fosforu a množství fosforu vyloučeného trusem. **Precekálně stravitelný fosfor**

Termínem precekálně stravitelný fosfor pcdP (pre-ceecal digestible Phosphorus) je označován podíl fosforu, který je skutečně absorbovaný v *ileu*. Stanovení precekální stravitelnosti fosforu (pcdP), tedy metoda stanovení jeho obsahu před slepými střevy, vyjadřuje podíl celkového fosforu v krmné směsi, který již není obsažen v kaudální polovině části *ilea* (WPSA, 2013).

Potřeba fosforu pro brojlerová kuřata

Nejvyšší potřeba fosforu je u rostoucích kuřat, což je spojeno s intenzivním růstem kostry a její osifikací. Následně potřeba fosforu vlivem věku, vzhledem ke zpomalení a dokončování růstu, klesá.

V současnosti se doporučují hladiny využitelného fosforu na konci výkrmu mezi 3,8 a 4,2 g/kg, dle jednotlivých technologických návodů daného hybridu, viz tabulka 1., v porovnání s doporučením NRC (1994), kde je tato hladina 3 g/kg.

Tab 1. Potřeba využitelného fosforu v krmných směsích pro brojlerová kuřata (g/kg)

Potřeba využitelného fosforu				
Starter	Grower	Finisher	Finisher 2	Reference
0.–8. den	9.–18. den	19.–28. den	> 29. den	Cobb-Vantres, (2018)
4,5	4,2	3,8	3,8	
0.–10. den	11.–24. den	>25. den		Aviagen, (2019)
4,8	4,35	4,05		
0.–10. den	11.–28. den	25.–29. den	> 43. den	Zelenka, (2007)
5,0	4,5	4,2	4,2	

Na experimentální úrovni pro stanovení potřeby fosforu využívají různí autoři odlišné metody analyzování potřeby využitelného fosforu, viz tabulka 2.

Tab 2. Potřeba využitelného fosforu pro brojlerová kuřata dle různých metod odhadu (g/kg) (Li et al., 2016)

Odhad potřeby využitelného fosforu			
Kritéria hodnocení	1.–21. den	21.–42. den	Reference
Obsah fosforu v JUT	3,7 (do 10. dne), 3,0 (10.–30. den)	2,4 (30.–40. den)	Van der Klis a Versteegh, (1999)
Pevnost kostí	3,9	3,0	Leske a Coon, (2002)
Konverze krmiva		1,6	Yan et al., (2001)
	3,3–3,9		Persia a Saylor, (2006)
Růst a popel z <i>tibie</i>	3,2–2,8 (18.–32. den)	2,4–1,9 (32.–42. den), 1,1 (43.–49. den)	Angel et al., (2000); Angel et al., (2000b)
Růst, popel a ztráty při zpracování	4,5	4,0	Moran a Todd, (1994)
Přírůstek hmotnosti	3,5 (do 14. dne)	3,0 (15.–49. den)	Li et al., (2013); Zhang et al., (2013)
	3,2–3,4		Waldroup et al., (2000)
		1,9	Yan et al., (2001)
	3,3–3,5		Persia a Saylor, (2006)
	2,8–2,9		Yan a Waldroup, 2006
Popel z <i>tibie</i> a prstu běháku	4,5	3,5	NRC, (1994)
Popel z <i>tibie</i>		3,3	Yan et al., (2001)
	3,5–3,9		Persia a Saylor, (2006)
	3,7–3,9	3,1 (49. den)	Yan et al., (2003)

Při porovnání hodnot z tabulek 1 a 2 je patrné, že komerční doporučení na obsah P v krmných směsích je vyšší, než uvádí experimentální data. Zároveň s vyšším obsahem P v krmné směsi souvisí jeho nadměrné vylučování trusem do životního prostředí, což způsobuje jeho značnou zátěž.

Rostlinná krmiva tvoří hlavní podíl krmných směsí pro brojlerová kuřata. Fosfor je v semenech rostlinných krmiv uložen primárně zásobní ve formě fytátu (50–85 %).

V obilovinách je fytát ukládán především v obalové a aleuronové vrstvě obilky, stejně tak, jako většina minerálních látek, proto je i celkově vyšší obsah fytátu ve vedlejších produktech obilovin v porovnání se zrnem (Kornegay, 2001).

Obsah celkového fosforu (tP), fytátového fosforu (PP) a jejich vzájemný podíl u vybraných rostlinných krmiv znázorňuje tabulka 3.

Tab 3. Obsah fosforu v rostlinných krmivech (g/kg) (Selle and Ravindran, 2007)

	tP	PP	Podíl PP (%)
Obiloviny			
Kukuřice	2,62 (2,30–2,90)*	1,88 (1,70–2,20)	71,6 (66–85)
Pšenice	3,07 (2,90–4,09)	2,19 (1,80–2,89)	71,6 (55–79)
Ječmen	3,21 (2,73–3,70)	1,96 (1,86–2,20)	61,0 (59–68)
Vedlejší produkty obilnin			
Pšeničné otruby	10,96 (8,02–13,71)	8,36 (7,00–9,60)	76,3 (50–87)
Šroty olejnin			
Řepkový extrahovaný šrot	9,72 (8,79–11,50)	6,45 (4,00–7,78)	66,4 (36–76)
Sójový extrahovaný šrot	6,49 (5,70–6,94)	3,88 (3,54–4,53)	59,9 (53–68)

*Rozsah hodnot

Precekální stravitelnost fosforu

Stanovení stravitelnosti fosforu z krmných komponent je založeno na využití testovací krmné komponenty, jakožto jediného zdroje fosforu. Výpočet koeficientu precekální (pcdP, zdánlivé ileální stravitelnosti) vychází z obsahu fosforu pocházejícího z testovaného krmiva pomocí regresní analýzy. Dle nového protokolu pracovní skupiny (WPSA, 2013) je doporučeno používat metodu pcdP, jako metodu vhodnou pro budoucí stanovení využitelnosti fosforu u brojlerových kuřat, vzhledem k tomu, že výsledné hodnoty nejsou ovlivněny mikrobiální činností ve slepých střevech. Této problematice se věnujeme také na našem pracovišti. V posledních letech byly stanovovány koeficienty pcdP pro pšenici, kukuřici, SEŠ a ŘEŠ. Přestože byla tato metodika velice precizně připravována, mezi výsledky různých pracovišť při hodnocení daných krmiv jsou velké rozdíly. Při kruhovém testu zjišťování pcdP u sójového extrahovaného šrotu, do kterého se zapojilo 17 laboratoří, se koeficient pohyboval v rozmezí 19–51 % (Rodehutsord et al., 2017). Tyto rozdíly mohly být způsobené nejen krmivem, ale také použitou technologií chovu kuřat a jejich vzájemnou interakcí a to také již před zařazením kuřat do experimentu, (chov na podestýlce vs. chov v bilančních klecích). Například příjem podestýlky může ovlivnit kolonizaci mikrobioty GIT u kuřat. Tedy i metodika WPSA z roku 2013 dozná řady změn. Rodehutsord et al. (2017) doporučují rozšířit standardizovanou metodiku odhadu koeficientů pcdP dle WPSA (2013) už i na fázi předexperimentální. Mezi jednotlivými výzkumnými pracovišti byl rozdíl v koncentraci tP 0,5 – 0,7 % i Ca (0,7 – 1,1 %), obsažených v krmných směsích preexperimentálního období, některé z nich obsahovaly exogenní fytázu a jiné nikoli. V nedávné studii Rousseau et al. (2016) autoři uvádějí, že nízká hladina fosforu mezi 10. a 21. dnem věku kuřat může ovlivnit hladiny mRNA několika genů kódujících transportéry P a Ca ve 35. dni věku, v závislosti na obsahu fosforu a vápníku v krmné směsi mezi 22. a 35. dnem věku kuřat. Autoři dospěli k závěru, že změny v obsahu fosforu a vápníku v raném věku kuřat, vedou k adaptaci a zefektivnění trávicího systému v pozdějším věku. Což jen dokládá potřebu sjednocení protokolu fakticky od vylíhnutí

kuřat, čímž by došlo také k cílenému využití stimulačního efektu sníženou dávkou fosforu v raném věku a k maximálnímu využití potenciálu brojlerových kuřat trávit fosfor z rostlinných krmiv.

Závěr

Z výše uvedeného vyplývá, že je nutné pracovat na zpřesnění metodiky pro stanovení obsahu precekálně stravitelného fosforu v krmivech, jako nástroje pro optimalizaci obsahu fosforu v krmných směsích ve vztahu k životnímu prostředí a neobnovitelnosti anorganických zdrojů.

Literatura

- Angel R., Tamim N. M., Applegate T. J., Dhandu A. S. a Ellestad L. E., 2002: Phytic acid chemistry: influence on phytin phosphorus availability and phytase efficacy. *Journal of Applied Poultry Research*, 11(4): 471–480.
- Aviagen, 2019: ROSS 308 Broiler: Nutrition Specifications [online]. Dostupné na: http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/RossBroilerHandbook2019-EN.pdf
- Cobb-Vantres, 2018: Cobb 500 Broiler: Performance and Nutrition Supplement. Dostupné na: <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/5a171aa0-6994-11e8-9f14-bdc382f8d47e>.
- Kornegay E. T., 2001: Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity. *Enzymes in farm animal nutrition*, 237: 272.
- Li X., Zhang D., Yang T. a Bryden W., 2016: Phosphorus bioavailability: a key aspect for conserving this critical animal feed resource with reference to broiler nutrition. *Agriculture*, 6(2): 25.
- NRC, 1994: Nutrient Requirement of Poultry: 1994, 9th ed. National Academy Press.
- Rodehutsord M., Adeola O., Angel R., Bikker P., Delezie E., Dozier W. A., Umar Faruk M., Francesch M., Kwakernaak C., Narcy A., Nyachoti C. M., Olukosi O. A., Preynat A., Renouf B., Saiz del Barrio A., Schedle K., Siegert W., Steinfeldt S., van Krimpen M. M., Waititu S. M. a Witzig M., 2017: Results of an international phosphorus digestibility ring test with broiler chickens. *Poultry Science*, 96(6): 1679–1687.
- Rousseau X., Valable A.S., L'etourneau-Montminy M. P., Mème N., Godet E., Magnin M., Nys Y., Duclos M. J. a Narcy A., 2016: Adaptive response of broilers to dietary phosphorus and calcium restrictions. *Poultry Science*, 95(12): 2849–2860.
- Sands J. S., Ragland D., Wilcox J. R. a Adeola O., 2003: Relative bioavailability of phosphorus in low-phytate soybean meal for broiler chicks. *Canadian journal of animal science*, 83(1): 95–100.
- Selle P. H. a Ravindran V., 2007: Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal feed science and technology*, 135(1–2): 1–41.
- WPSA, 2013: World's Poultry Science Association. Working Group Report. Working Group No 2 (Nutrition) of the European Federation of Branches of WPSA. Determination of phosphorus availability in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 69: 687–698.
- Zelenka J., Heger J. a Zeman L., 2007: Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež. *Ediční středisko MZLU v Brně, Brno*, 78 s.

Název: AKTUÁLNÍ POZNATKY VE VÝŽIVĚ A ZDRAVÍ ZVÍŘAT
A BEZPEČNOSTI PRODUKTŮ 2020

Vydal: **Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.**
Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves

ISBN 978-80-7403-237-0

Vydáno bez jazykové úpravy.

