

Vědecký výbor výživy zvířat

Zkrmování hmyzích mouček u drůbeže

Martina Lichovníková

Praha, listopad 2021



Obsah

1	Úvod	3
2	Perspektivy použití hmyzích mouček	4
3	Druhy pro produkci hmyzích mouček a jejich kvalita	5
4	Vliv zkrmování hmyzích mouček na užitkovost brojlerových kuřat	10
5	Vliv zkrmování hmyzích mouček na užitkovost nosnic	11
6	Vliv zkrmování hmyzích mouček na senzorickou kvalitu masa a vajec	12
7	Bezpečnost použití hmyzích mouček	12
8	Diskuse	14
9	Shrnutí	15
10	Seznam literatury	16

1. Úvod

Členské země EU schválily *Nařízení Komise (EU) 2021/1372 ze dne 17. srpna 2021, kterým se mění příloha IV nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 999/2001, pokud jde o zákaz krmení nepřežvýkavých hospodářských zvířat jiných než kozeštinových zvířat živočišnými bílkovinami*, které vstoupilo v platnost 7. září 2021. Tímto schválením se zároveň otevřela cesta ke zkrmování zpracovaných živočišných bílkovin získaných z hmyzu pro drůbež a prasata, s odůvodněním, že drůbež jsou hmyzožravci, prasata jsou všežravci a tyto krmné suroviny nevzbuzují žádné obavy. V důsledku toho jsou zpracované živočišné bílkoviny získané z hmyzu povoleny ke krmení drůbeže a prasat za stejných podmínek, jaké jsou vyžadovány pro krmení akvakultury.

Jedná se o v každém případě vždy o zpracované živočišné bílkoviny získané z farmově chovaného hmyzu a o krmné směsi obsahující tyto zpracované živočišné bílkoviny, které jsou vyráběny, uváděny na trh a používány v souladu s platnou legislativou. Producenti hmyzu využívaného mj. pro výživu hospodářských zvířat musí být registrovaní a dodržovat platnou legislativu, která se týká také bezpečnostních a hygienických standardů pro produkci krmiv, *Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 183/2005*. Hmyz a produkty z něj získané, s výjimkou živého hmyzu, které jsou určeny ke krmným účelům, jsou označovány jako vedlejší produkty živočišného původu a podléhají *Nařízení Komise (EU) č. 142/2011 ze dne 25. února 2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009*.

Pro faremně chovaný hmyz platí téměř stejné požadavky, jako pro chov hospodářských zvířat; hmyz může být krměn pouze materiály rostlinného původu s drobnými výjimkami. Krmení hmyzu kafilerními produkty, hnojem, kuchyňským odpadem, neprodaných potravinami ze supermarketů nebo potravinářského průmyslu je však zakázáno. Producenti hmyzu se musí řídit také *Nařízením (EU) č. 1143/2014*, které omezuje druhy hmyzu, které jsou způsobilé pro zemědělské účely vytvořením seznamu invazních nepůvodních druhů. Cílem tohoto nařízení je zabránit zavlečení druhů, které mohou ohrozit biodiverzitu nebo narušit ekosystémy při jejich případném úniku.

Obecně je produkce a zpracování hmyzu považováno za šetrné k životnímu prostředí (environmentally friendly), především pro potenciál transformace odpadů a vedlejších produktů ze zemědělství, lesnictví a zahradnictví na kvalitní krmivo. Zároveň odpad z produkce hmyzu lze využít jako hnojivo. Navíc při výrobě hmyzích mouček vzniká méně skleníkových plynů v porovnání s jinými produkčními systémy.

Cílem této studie je představení vlivu hmyzích mouček na parametry užítkovosti brojlerových kuřat a nosnic včetně sensorické kvality finálních produktů a to při použití hmyzích mouček z perspektivních druhů hmyzu pro EU.

2. Perspektivy použití hmyzích mouček

Spotřeba vajec a kuřecího masa neustále roste; v České republice se jedná o pozvolný nárůst, ovšem v celosvětovém měřítku jde o růst exponenciální. Alexandratos a Bruinsma (2012) odhadují, že celosvětová produkce drůbežního masa vzroste na 181 mil tun v roce 2050, což představuje každoroční nárůst o 1,82 %. Z pohledu udržitelnosti produkce brojlerová kuřata nejefektivněji transformují rostlinný protein na živočišný. Brojlerová kuřata a prasata využijí 30 až 40 % z přijatého hrubého proteinu na tvorbu živočišného proteinu (MacRae et al., 2005). Na druhou stranu živočišná výroba využívá většinu zemědělské půdy pro produkci krmiva včetně 40 % orné půdy (Mottet, et al., 2017). Tato orná půda se využívá pro produkci vysoce kvalitních surovin, které mohou sloužit také pro lidskou výživu, což vede ke konkurenci mezi produkcí krmiv a potravin nejen na úrovni orné půdy, ale také na úrovni dalších přírodních zdrojů. Předpokládá se, že dostupnost rostlinných bílkovinných krmiv bude klesat se vzrůstající potřebou vysoce kvalitních potravin pro lidskou výživu. Krmivářský průmysl v EU je daleko největším spotřebitelem zdrojů rostlinných proteinů, především sójového extrahovaného šrotu (SEŠ). Na druhou stranu soběstačnost v produkci SEŠ se v EU pohybovala v období 2018/2019 na úrovni 4 % (FEFAC, 2021). Z těchto důvodů pracuje EU na strategiích, jak snížit koncentraci SEŠ v krmných směsích pro brojlerová kuřata a následně snížit požadavky na toto krmivo.

Obnovení použití živočišných mouček (PAP – processed animal protein), včetně hmyzích, je jedna z těchto strategií. Zkrmování hmyzích mouček může přispět také k naplňování cílů Zelené dohody pro Evropu díky svému environmentálnímu rozměru a je plně v souladu se strategií Od zemědělce ke spotřebiteli a to i ekonomického a bezpečnostního hlediska. Hmyz dokáže velice efektivně transformovat biomasu o nízké kvalitě na nutričně hodnotný protein. Předpokladů pro úspěšné zařazení tohoto krmiva do krmných směsí pro drůbež je několik: stabilní a certifikovaná kvalita, pozitivní/neutrální vliv na užitkovost zvířat, pozitivní/neutrální vliv na sensorickou kvalitu masa a vajec, pozitivní/neutrální vliv na welfare zvířat, bezpečnost, dostupnost a příznivá cena.

Zájem o produkci hmyzích mouček a oleje pro krmné účely v EU roste a díky výše zmíněné legislativě ještě poroste. Pokud postupně dojde i k legislativní změně a možnosti využít pro produkci hmyzích mouček také vedlejší produkty z potravinářského průmyslu či nespotřebované potraviny z obchodních sítí může být produkce tohoto krmiva významným článkem i v cirkulární ekonomice, která výrazně zlepšuje konkurenceschopnost producentů potravin živočišného původu.

3. Druhy pro produkci hmyzích mouček a jejich kvalita

V literatuře je popsáno více než 2 000 druhů hmyzu, který je označován jako požitelný, většina z těchto druhů žije v tropických zemích. EFSA (2015) výtipovala 12 druhů, které mají největší potenciál pro využití jak ve výživě humánní tak hospodářských zvířat:

Musca domestica: moucha domácí

Hermetia illucens: bráněnka (black soldier fly)

Tenebrio molitor: potěmník moučný

Zophobas atratus: potěmník brazilský

Alphitobus diaperinus: potěmník stájový

Bombyx mori: bourec morušový

Acheta domesticus: cvrček domácí

Grylloides sigillatus: cvrček krátkokřídlý

Locusta migratoria: saranče stěhovavá

Schistocerca Americana: saranče americká

Všechny tyto druhy jsou chovány a produkovány na komerční bázi a to jak v Evropské unii, tak mimo ni pro výživu zvířat. Největší význam z pohledu produkce hmyzí moučky pro krmení hospodářských zvířat ve světě, ale i v Evropě mají druhy, *Tenebrio molitor* (potěmník moučný ve stádiu larvy), *Musca domestica* (moucha domácí ve stádiu larvy), *Hermetia illucens* (bráněnka ve stádiu larvy nebo kukly) a *Bombyx mori* (bourec morušový).

Substrátem pro produkci hmyzu mohou být pouze bezpečná krmiva a vztahuje se na ně stejná legislativa jako na krmiva pro výživu hospodářských zvířat. Hlavním substrátem v EU jsou v současné době fakticky komerční krmiva pro zvířata a vedlejší produkty vznikající při výrobě potravin rostlinného původu, např. vedlejší produkty při zpracování ovoce a zeleniny, pšeničné otruby, plevy, vedlejší produkty z pivovarského průmyslu, trávy nebo travní moučky. Kromě druhu a vývojového stádia (larva, kukla, dospělec) má na nutriční kvalitu vliv právě substrát (Makkar et al., 2014, Mlcek et al., 2014, Sanchez-Muros, 2014). Obsah hrubého proteinu se pohybuje v hmyzích moučkách od 13 do 77 % v sušině (Xiaoming et al., 2010).

Porovnání nutriční hodnoty hmyzích mouček *Musca domestica*, *Bombyx mori* a *Tenebrio molitor* uvádí tabulka 1 v porovnání se SEŠ, ŘEŠ, lupinou a hrachem, grafy 1 a 2 znázorňují porovnání obsahu esenciálních a neesenciálních aminokyselin na 100 g proteinu.

Tabulka 1

Nutriční složení hmyzích mouček

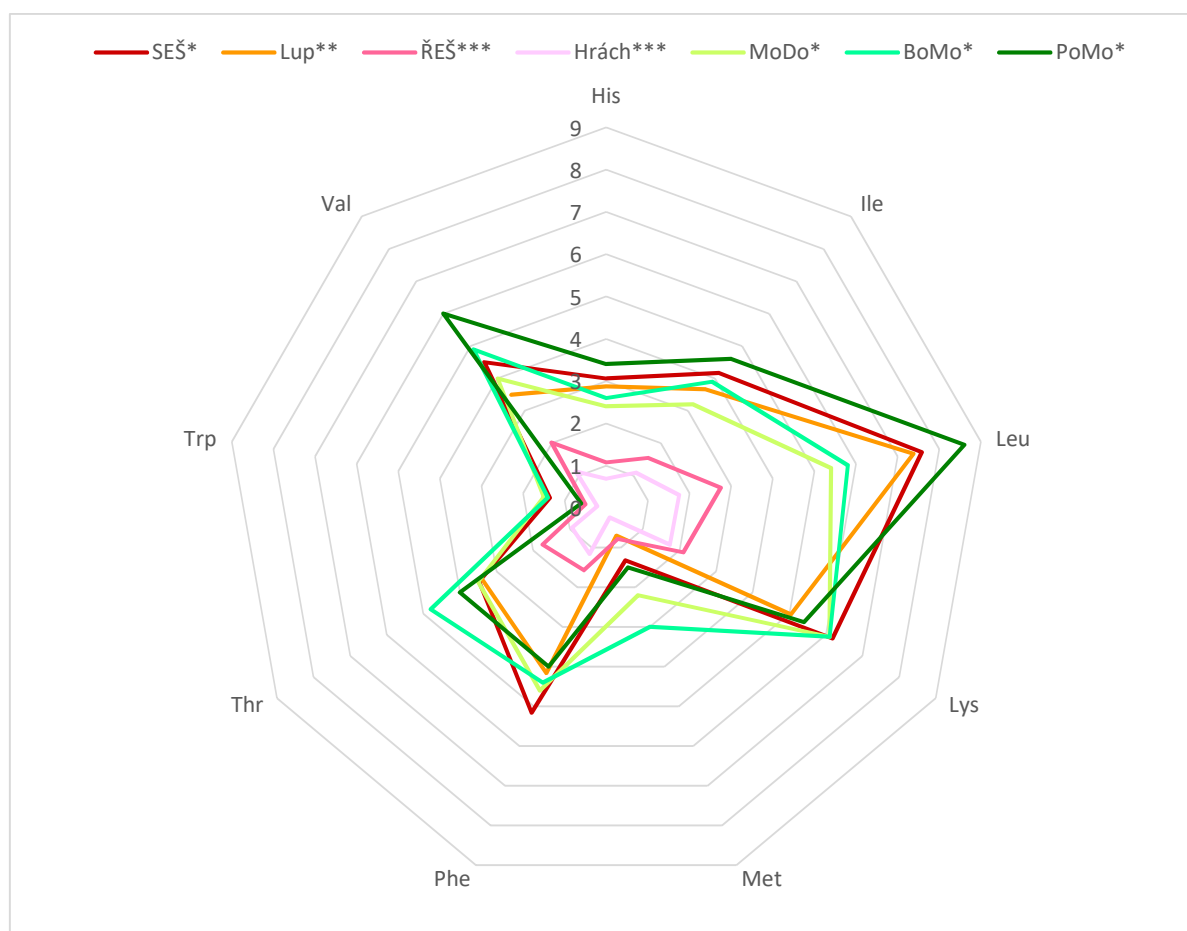
Živina	jednotky	SEŠ*	Lupina**	ŘEŠ***	Hrách***	MoDo*	BoMo*	PoMo*
Hrubý protein	%	46,4	38,1	39,4	24,6	50,0	54,0	53,0
Hrubý tuk	%	27,2	4,3	2,6	1,8	2,7	2,5	3,6
Hrubá vláknina	%	6,8	14,7	13,0	6,5	18,9	3,9	3,1
Popel	%	6,7	4,5	7,7	3,6	10,1	5,8	26,8
Ca	g/kg	3,1	-	7,5	1,1	4,4	3,8	2,7
P	g/kg	6,4	-	11,6	4,6	1,5	6,0	7,8
Mg	g/kg	2,7	-	5,0	1,5	3,3	3,7	2,3

SEŠ: sójový extrahovaný šrot, ŘEŠ: řepkový extrahovaný šrot, MoDo: moucha domácí (*Musca domestica*, kukla), BoMo: bourec morušový (*Bombyx mori*, kukla), PoMo: potemník moučný (*Tenebrio molitor*, larva)

*Khan et al., 2018, ** Pietras et al., 2021, *** Zeman et al., 1995

Graf 1

Obsah esenciálních aminokyselin (g/100 g proteinu)

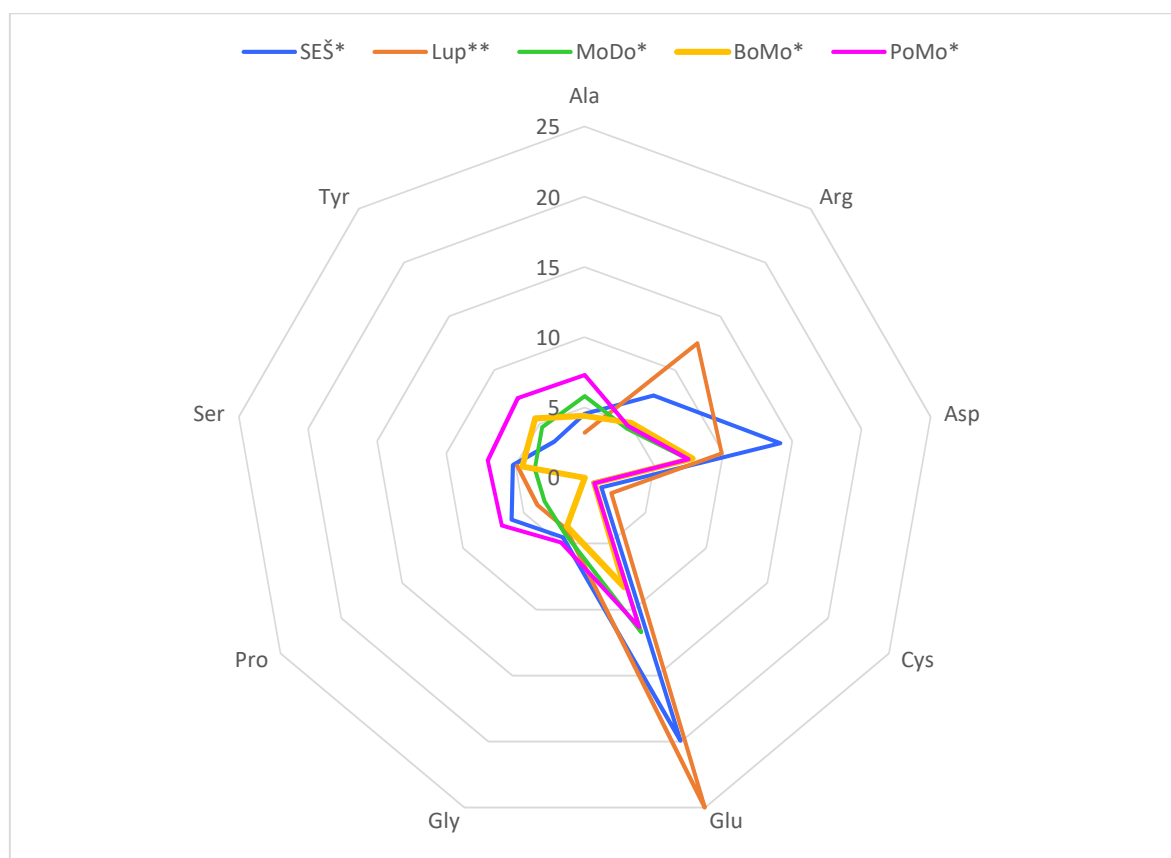


SEŠ: sójový extrahovaný šrot, Lup: lupina, ŘEŠ: řepkový extrahovaný šrot, MoDo: moucha domácí (*Musca domestica*, kukla), BoMo: bourec morušový (*Bombyx mori*, kukla), PoMo: potemník moučný (*Tenebrio molitor*, larva)

*Khan et al., 2018, ** Pietras et al., 2021, *** Zeman et al., 1995

Graf 2

Obsah neesenciálních aminokyselin (g/100 g proteinu)



SEŠ: sójový extrahovaný šrot, Lup: lupina, MoDo: moucha domácí (*Musca domestica*, kukla), BoMo: bourec morušový (*Bombyx mori*, kukla), PoMo: potemník moučný (*Tenebrio molitor*, larva)

*Khan et al., 2018, ** Pietras et al., 2021

Všechny výše uvedené hmyzí moučky obsahovaly výrazně vyšší koncentraci hrubého proteinu v porovnání se SEŠ. Za limitující aminokyseliny hmyzích mouček bývá považován Trp, Lys případně Met. Tabulka 2 uvádí obsah hrubého proteinu a hrubého tuku u dalších hmyzích mouček využívaných ve výživě drůbeže a perspektivních pro produkci v EU. Z tabulky jsou patrné i výrazné rozdíly v obsahu hrubého proteinu i v rámci jednoho druhu ve stejné vývojové fázi. Řada dosavadních experimentů s hmyzími moučkami byla provedena v rozvojových

zemích bez přísné legislativy na kvalitu substrátu, tedy v některých případech byl substrátem hnůj nebo odpady z domácností či odpady vznikající při porážení zvířat. Řada autorů na druhou stranu ani neuvádí substrát, na kterém daný hmyz rostl s odkazem na komerční produkt. Rozdíly jsou také v obsahu hrubého tuku, což je dáno odtučňováním některých mouček a opět druhem substrátu.

Tabulka 2

Obsah hrubého proteinu a hrubého tuku v hmyzích moučkách (% v sušině)

Druh	Autoři	Hrubý protein	Hrubý tuk
<i>Tenebrio molitor</i>	Nascimento Filho et al., 2021 (larvy)	51,5	30,6
	Pietras et al., 2021 (larvy)	63,7	24,0
	Kovitvadhi et al., 2020 (larvy)	40,6	31,4
	Dourado et al., 2020 (larvy)	52,2	32,2
	Ko et al., 2020 (larvy)	71,4	-
<i>Bombyx mori</i>	Kovitvadhi et al., 2020 (larvy)	50,0	21,0
	Kovitvadhi et al., 2020 (kukly)	38,5	35,2
	Pietras et al., 2021 (kukly)	58,0	20,2
<i>Musca domestica</i>	Radulovic et al., 2018 (larvy)	54,4	16,9
	Hall et al., 2018 (larvy)	57,9	-
	Elahi et al., 2019 (larvy)	63,0	5,6
	Kovitvadhi et al., 2020 (larvy)	43,6	29,9
<i>Hermetia illucens</i>	Kovitvadhi et al., 2020 (prepupa)*	29,2	30,3
	Kovitvadhi et al., 2020 (odt. prepupa)	42,6	4,11
	Al-Qazzaz et al., 2016 (larvy)	56,0	1,86
	Ruhnke et al., 2018 (larvy)	46,7	42,2
	Liu et al., 2021 (larvy)	36,9	42,3
	Heuel et al., 2021 (larvy podnik A)	46,0	13,3
	Heuel et al., 2021 (larvy podnik B)	38,0	29,9
	De Souza Vilela et al., 2021 (larvy)	40,1	32,5
<i>Locusta migratoria</i>	Kovitvadhi et al., 2020 (dospělec)	44,9	3,87

*prepupa – konec larválního stádia

Tabulka 3 pak uvádí obsah vybraných esenciálních aminokyselin v g/100 g proteinu ve vztahu k obsahu hrubého proteinu. Vyšší obsah hrubého proteinu automaticky neznamená vyšší obsah esenciálních aminokyselin, viz Pietras et al. (2021); při obsahu 63 % hrubého proteinu uvádí obsah Lys 5,1 g/100 g NL, naproti tomu Nascimento Filho et al. (2020) u moučky z larev stejného druhu při obsahu 51,5 % NL uvádí obsah Lys 6,3 g/100 g NL.

Tabulka 3

Obsah aminokyselin v hmyzích moučkách (g/100g hrubého proteinu)

	<i>Tenebrio molitor</i>			<i>Bombyx mori</i>		<i>Musca domestica</i>		<i>Hermetia illucens</i>
	Khan et al., 2018	Nascimento Filho et al., 2020	Pietras et al., 2021	Pietras et al., 2021	Hall et al., 2018	Khan et al., 2016	de Souza Vilela et al., 2021	
Hrubý protein (%)	53,0	51,5	63,7	58,0	57,9	55,6	40,1	
His	3,4	3,5	2,4	2,1	3,4	3,1	2,8	
Ile	4,6	4,3	4,1	3,4	4,2	5,3	4,3	
Leu	8,6	7,3	6,7	5,4	7,2	7,7	6,8	
Lys	5,4	6,3	5,1	5,2	8,4	6,5	5,6	
Met	1,5	1,5	1,5	3,5	3,0	2,2	1,8	
Phe	4,0	4,6	3,1	4,1	7,1	6,4	4,2	
Thr	4,0	4,1	3,8	3,9	6,2	3,8	3,9	
Val	6,0	6,3	5,8	4,4	5,1	8,1	5,8	

4. Vliv zkrmování hmyzích mouček na užítkovost brojlerových kuřat

Autoři ve svých studiích využívají různé hladiny hmyzích mouček z různých druhů hmyzu. Níže jsou vedeny studie v posledních 3 až 5 let, které v experimentech využily perspektivní druhy hmyzu pro EU. Radulovic et al. (2018) použili v krmných směsích 5 % (BR1) a 4 % (BR2, BR3) hmyzí moučky z larev *Musca domestica*, přičemž 21. a 42. den věku brojlerových kuřat zaznamenali vyšší živou hmotnost u kuřat krmených hmyzí moučkou ($P < 0,001$) a to při stejném obsahu živin ve směsích kontrolní a pokusné. Také konverze krmiva byla nižší při zkrmování hmyzí moučky ($P < 0,05$). Moučku z larev *Musca domestica* ve výkrmu kuřat do věku 28 dnů v množství 1 až 3 % testovali i Khan et al., (2016) a zjistili vyšší přírůstek, nižší příjem krmiva, nižší konverzi krmiva a vyšší jatečnou výtěžnost při zkrmování 3 % hmyzí moučky v porovnání s kuřaty, která moučku nepřijímala ($P < 0,05$). Ještě vyšší dávku 8 % až do věku 42 dnů testovali Elahi et al. (2019). V první fázi výkrmu do 21. dne věku měla hmyzí moučka negativní lineární vliv na živou hmotnost, denní přírůstek a konverzi krmiva ($P < 0,001$), ale ve druhé fázi do 42. dne se už negativní lineární vliv neprojevil, za celé období pak došlo pouze ke zvýšení konverze krmiva ($P < 0,01$).

Khan et al. (2018) nahradili od druhého týdne v krmných směsích pro brojlerová kuřata SEŠ hmyzími moučkami v množství od 7,8 do 8,1 % při zachování stejného obsahu metabolizovatelné energie, hrubého proteinu a celkového Lys. Od 4. týdne až do konce pokusu v 35. dni pozorovali nejnižší živou hmotnost u kuřat krmených SEŠ ($P < 0,05$). Výrazně vyšší spotřebu krmiva na kg přírůstku zaznamenali u skupiny krmené SEŠ už od druhého týdne ($P < 0,05$). Nejlepších výsledků dosahovala kuřata krmena larvami *Tenebrio molitor*. Na jatečnou výtěžnost nemělo složení krmné směsi vliv.

Larvy *Hermetia illucens* ve všech krmných směsích v dávce od 2,5 do 20 % použili autoři de Souza Vilela et al. (2021). V období od 21. do 42. dne zaznamenali pozitivní vztah mezi živou hmotností kuřat a hladinu hmyzí moučky a to především u jejich vyšších hladin. Se zvyšující se dávkou hmyzí moučky klesala spotřeba krmiva na kilogram přírůstku. Larvy stejného druhu ve své studii použili také Schiavone et al., (2019), které zařadili do všech směsí během výkrmu brojlerových kuřat do věku 35 dnů a to v množství 5 až 15 %. Nejvyšší živou hmotnost na konci výkrmu a nejvyšší podíl prsní svaloviny zaznamenali při zkrmování 10 % hmyzí moučky.

Autoři Pietras et al. (2021) použili hmyzí moučky z larev *Tenebrio molitor* a *Bombyx mori* v kombinaci s lupinou jako úplnou náhradu SEŠ v období od 21. do 42. dne věku kuřat a to v množství 20 % lupiny + 17 % hmyzí moučky. Na konci pokusu nebyl mezi skupinami průkazný rozdíl v živé hmotnosti, přestože kuřata krmena lupinou a hmyzí moučkou měla nižší denní příjem krmiva ($P < 0,001$), což vedlo k tomu, že u skupiny krmené lupinou a moučkou

z larev *Tenebrio molitor* byla i nižší konverze krmiva, než u skupiny krmené SEŠ ($P < 0,001$). Je potřeba ale upozornit na to, že krmné směsi byly optimalizovány na celkový obsah ME, Lys, Met a Thr, ale lišily se v obsahu hrubého proteinu (směs se SEŠ 20,9 %, lupina + moučka *Bombyx mori* 21,9 % a směs lupina + moučka *Tenebrio molitor* 22,5 %). Tabulka 4 shrnuje základní výsledky výše uvedených studií.

Tabulka 4

Vliv zkrmování hmyzích mouček na užítkovost brojlerových kuřat

Autor	Hmyzí moučka	Věk	Ukazatel	Kontrola	Pokus
Khan et al., 2016	<i>Musca domestica</i> 3 %	do 28d	Přírůstek (g)	1151 ^b	1271 ^a
			Příjem krmiva (g)	2646 ^a	2422 ^b
			Konverze krmiva	2,24 ^a	1,86 ^b
			Jatečná výtěžnost (%)	56,2 ^b	60,8 ^a
Elahi et al., 2019	<i>Musca domestica</i> 8 %	do 21d	Živá hmotnost (g)	886	839
			Denní přírůstek (g)	40	37
			Konverze krmiva	1,42	1,53
		do 42d	Živá hmotnost (g)	2771	2806
			Denní přírůstek (g)	88	93
			Konverze krmiva	1,68	1,67
Radulovic et al., 2018	<i>Musca domestica</i> 5 % BR1 4 % BR2, BR3	do 21d	Živá hmotnost (g)	608 ^b	754 ^a
			Konverze krmiva	2,12	2,05
		do 42d	Živá hmotnost (g)	2045 ^b	2339 ^a
			Konverze krmiva	1,98 ^a	1,87 ^b
Schiavone et al., 2019	<i>Hermetia illucens</i> 10 %	do 35d	Živá hmotnost (g)	2261	2267
			Podíl prsní svaloviny (%)	14,5	14,8

5. Vliv zkrmování hmyzích mouček na užitkovost nosnic

Nosnice mají nižší potřebu hrubého proteinu v krmných směsích, tedy i dávkování hmyzích mouček u této kategorie bývá nižší. Ruhnke et al. (2018) sledovali ochotu nosnic přijímat sušené larvy *Hermetia illucens*, které jim byly předkládány ve volném výběru a zjistili denní spotřebu larev 15 g na nosnici, což představovalo 16 % z celkového příjmu krmiva. Díky velké variabilitě ve získaných výsledcích nezjistili průkazný vliv příjmu larev na intenzitu snášky, hmotnost vajec, příjem krmiva, konverzi krmiva, či živou hmotnost nosnic po 6ti týdenním experimentu. Ovšem po 12ti týdnech zaznamenali u skupiny krmené larvami nižší hmotnost vajec, nižší hmotnost a tloušťku skořápky a světlejší žloutky ($P < 0,05$). Liu et al. (2021) při zkrmování stejné moučky zaznamenali pozitivní vliv 3% zařazení ($P < 0,05$) na hmotnost vajec, kdy test prováděli na národním plemeni s intenzitou snášky +/- 50 % a při hmotnosti vajec +/- 49 g. Po 56 dnech zkrmování moučky v množství 1 až 5 % v krmné směsi nezaznamenali negativní vliv na kvalitu vajec. Národní arabské plemeno po dobu 9 měsíců ve svém experimentu s moučkou larev *Hermetia illucens* v množství 1 a 5 % použili také Al-Qazzaz et al. (2016). Při zkrmování 5 % hmyzí moučky zaznamenali nejvyšší intenzitu snášky a to na úrovni 58,8 %, ale zároveň nejnižší hmotnost vajec (46,4 g), což vedlo k tomu, že v denní produkci vaječné hmoty mezi skupinami bez moučky a s 5 % moučky nebyl průkazný rozdíl. I tento tým zaznamenal negativní vliv zkrmování hmyzu na hmotnost a tloušťku skořápky a na barvu žloutku ($P < 0,05$). Hmyzí moučku z larev stejného druhu testovali na špičkových hybridech Lohmann Brown Classic během 49 denního testu také Heuel et al. (2021) s cílem kompletně nahradit SEŠ v krmné směsi. Při zařazení 15 % hmyzích mouček nezaznamenali rozdíly v intenzitě snášky, hmotnosti vajec, produkci vaječné hmoty nebo v konverzi krmiva v porovnání se užitkovostí nosnic krmených sójovými pokrutinami.

Ko et al. (2020) testovali zkrmování 1 až 3 % hmyzí moučky z larev *Tenebrio molitor* po dobu 8 týdnů u nosnic Hy-Line Brown a také nezaznamenali žádný vliv na počet a hmotnost snesených vajec, na příjem či konverzi krmiva ani na kvalitu skořápky nebo Haughovy jednotky. Jediné, co bylo pozitivně ovlivněno zkrmováním 3 % moučky, byla barva žloutku ($P < 0,05$). Užitkovost nosnic z výše uvedených studií je obsažena v tabulce 5.

Tabulka 5

Vliv zkrmování hmyzích mouček na užítkovost nosnic

Autor	Hmyzí moučka	Délka pokusu	Ukazatel	Kontrola	Pokus
Ruhnke et al., 2018	<i>Hermetia illucens</i> 15 g/ks/d	12t	Hmotnost vajec (g)	71,7 ^a	67,3 ^b
			Hmotnost skořápky (g)	6,99 ^a	6,55 ^b
			Tloušťka skořápky (mm)	0,457 ^a	0,446 ^b
			Barva žloutku	11,7 ⁴	10,3 ^b
Liu et al., 2021	<i>Hermetia illucens</i> 3 %	28d	Hmotnost vajec (g)	48,7 ^b	49,6 ^a
			Intenzita snášky (%)	54,3	57,0
			Konverze krmiva	3,29	3,27
		56d	Hmotnost vajec (g)	48,9 ^b	49,8 ^a
			Intenzita snášky (%)	52,1	53,5
			Konverze krmiva	3,40	3,43
Huel et al., 2021	<i>Hermetia illucens</i> 15 %	49d	Hmotnost vajec (g)	65,0	69,2
			Intenzita snášky (%)	98,6	99,2
			Vaječná hmota (g/d)	64,1	68,6
			Konverze krmiva	1,91	1,79
Al-Q2azzaz et al., 2016	<i>Hermetia illucens</i> 5 %		Hmotnost vajec (g)	47,7 ^a	46,4 ^b
			Intenzita snášky (%)	54,3 ^b	58,8 ^a

6. Vliv zkrmování hmyzích mouček na sensorickou kvalitu masa a vajec

Nedílnou součástí testování vlivu nových či alternativních krmiv u potravinových zvířat je sledování vlivu na sensorickou kvalitu finálních produktů. Pieterse et al. (2019) ve svém experimentu krmili brojlerovým kuřatům 5 až 15 % moučky z *Hermetia illucens* ve stádiu prepupy do věku 35 dnů a nezaznamenali žádný vliv na sensorickou kvalitu (aroma, chuť, šťavnatost, křehkost) prsní svaloviny. Zkrmování hmyzích mouček v množství od 7,8 do 8,1 % nemělo vliv na chuť a vůni prsní svaloviny kuřat také ve studii Khan et al. (2018), ovšem šťavnatost a jemnost této svaloviny hodnotili panelisté jako výrazně příjemnější u kuřat krmených larvami *Tenebrio molitor* v porovnání s kuřaty krmenými SEŠ, kuklami *Bombyx mori* nebo *Musca domestica*. Přestože Khan et al. (2018) nezaznamenal vliv zkrmování moučky z *Musca domestica* na sensorickou kvalitu prsní svaloviny, Raulovic et al. (2018) uvádí po zkrmování hmyzí moučky ze stejného druhu v množství 4 až 5 % pozitivní vliv na chuť, aroma a celkovou přijatelnost jak prsní tak stehenní svaloviny brojlerových kuřat vykrmovaných do 42 dnů věku. Khan et al. (2018) ale vykrmovali kuřata kratší dobu, do věku 35 dnů. Ani zkrmování hmyzí moučky z larev *Tenebrio molitor* a *Bombyx mori* v množství 17 % od 21 do 42 dne nemělo vliv na sensorickou kvalitu prsní a stehenní svaloviny brojlerových kuřat (Pietras et al., 2021).

Vliv hmyzí moučky na sensorickou kvalitu vajec sledovali Al-Qazzaz et al., (2016) a nejlépe hodnotili texturu, chuť a přijatelnost vajec nosnic krmených 5 % moučky z *Hermetia illucens* ($P < 0,05$), na vůni moučka neměla vliv.

7. Bezpečnost použití hmyzích mouček

Hodnocení rizika a posouzení bezpečnosti použití hmyzích mouček se dle EFSA (2015) v ČR zatím nevěnovala pozornost. V Belgii, Francii či Nizozemsku byla posuzována bezpečnost hmyzu pro humánní výživu především z pohledu biologických, chemických a mikrobiálních rizik. V každém případě se producenti v EU řídí zpracovanými HACCP s cílem eliminovat biologická a chemická rizika, případně je snížit na akceptovatelnou úroveň. Před uvedením produktu na trh musí producenti provést test na potencionální přítomnost patogenů, antibiotik, pesticidů případně dalších kontaminantů.

Mikrobiální a virová rizika

U hmyzu se setkáváme se dvěma typy mikrobiota, které mohou být zdrojem rizika a to jsou bakterie, viry a houby, které jsou přirozenou součástí života hmyzu a druhá skupina, se kterou se setkávají během jejich chovu, zpracování a dalších operací s hmyzími moučkami. Střevní

mikrobiota je závislá na způsobu života daného druhu včetně substrátu a to v přirozených i umělých podmínkách chovu a spolu s obsahem trávicího traktu jedince je součástí hmyzích mouček. Z mikroflóry byly u hmyzu zaznamenány rody *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Micrococcus*, *Lactobacillus* a *Acinetobacter* (Agabou and Alloui, 2010, Amadi et al., 2005, Braide et al., 2011, Giaccone, 2005). Patogenní bakterie hmyzu jsou považovány za neškodné pro člověka či zvířata (FAO, 2013). Rizika spojená s bakteriemi a jejich toxiny pro člověka a zvířata vznikají především v průběhu chovu, zpracování a uchovávání hmyzu a hmyzích mouček (ANSES, 2015).

Dle názoru EFSA (2015) u původců zoonóz, i když se vyskytují v substrátu, nedochází k jejich aktivnímu pomnožení v trávicím traktu hmyzu. Nicméně hmyz funguje jako mechanický přenašeč původců zoonóz a to jak *Salmonel* (Agabou and Alloui, 2010, Holt et al., 2007) včetně *Salmonella Enteritidis* (Leffer et al., 2010), tak *Campylobacteria* (Hazeleger et al., 2008, Strother et al., 2005). Některé výzkumy ale ukazují, že např. *Campylobacter* přežívá v hmyzu pouze krátkou dobu (Templeton et al., 2006).

Většina virů, které se vyskytují u hmyzu, je druhově specifická nebo je patogenní pouze pro bezobratlé. Na druhou stranu tyto viry představují vysoké riziko pro chovatele hmyzu, neboť mohou způsobovat vysoké produkční ztráty (Eilenberg et al., 2015). Hmyzí moučky mohou být kontaminovány také plísněmi i mykotoxinogenními druhy (Simpanya et al., 2000). Belgická agentura pro bezpečnost potravin (FASFC, 2014) uvádí, že hmyz může přenášet jak plísně, tak kvasinky s potencionálním rizikem pro člověka i zvířata. Kvasinky a houby tato agentura zaznamenala ve značném množství v čerstvém, zmrazeném i mrazem vysušeném hmyzu (*T. molitor* a *L. migratoria*).

Kontaminace chemickými a ostatními látkami

Pro kontaminaci hmyzí moučky chemickými látkami je kritický substrát, podmínky chovu a proces zpracování hmyzu. Může se jednat o kontaminaci těžkými kovy především kadmíem, dioxiny, selenem (kumulativní efekt), mykotoxiny, rostlinnými toxiny, biocidy nebo léčivy použitými během chovu. Ovšem studií v této oblasti je velmi málo a jsou nedostatečné pro stanovení rozsahu akumulace v porovnání s kumulací v potravinových zvířatech. Substrát a jeho kvalita hrají zásadní roli pro bezpečnost hmyzích mouček, při použití nepovolených substrátů hrozí také riziko mechanického přenosu prionů (Post et al., 1999).

8. Diskuse

Ve většině případů dosahují brojlerová kuřata při zkrmování hmyzích mouček vyšších parametrů užítkovosti. Za těmito lepšími parametry užítkovosti brojlerových kuřat při zkrmování hmyzích mouček při stejném obsahu živin v krmných směsích může být lepší využitelnost živin. De Souza Vilela et al. (2021) uvádí vyšší stravitelnost hrubého tuku ($P < 0,05$) u kuřat ve věku 21 dnů při zkrmování moučky z larev *Hermetia illucens*, ale snížení stravitelnosti sušiny ve věku 42 dnů ($P < 0,05$). Mwaniki a Kiarie (2019) stanovili pro brojlerová kuřata u larev *Hermetia illucens* zdánlivou retenci energie na 64,5 %. Studie s hmyzí moučkou *Musca domestica* uvádí vysokou stravitelnost aminokyselin > 90 % (Pretorius, 2011), zatímco stravitelnost hrubého proteinu byla v této studii nižší, což je přičítáno nestravitelnosti chitinu případně ligninu a celulóze (Makkar et al., 2014). Ovšem i v tomto parametru jsou výsledky studií i v rámci jednoho druhu značně variabilní, viz tabulka 6, která uvádí stravitelnost hrubého proteinu u brojlerových kuřat. V řadě případů je stravitelnost vyšší, než u SEŠ, ovšem u *Hermetia illucens* ve stádiu prepupa zaznamenali autoři Kovitvadhi et al., (2020) stravitelnost pouze 19 %. Stravitelnost hrubého proteinu se výrazně liší také dle druhu hmyzí moučky. Tabulka 7 pak uvádí odhad standardizované ileální stravitelnosti/skutečné stravitelnosti vybraných aminokyselin.

Tabulka 6

Stravitelnost hrubého proteinu (%)

Druh	Autoři	Hrubý protein
<i>Sójový extr. šrot</i>	Kovitvadhi et al., 2020 ⁺	31,7
<i>Tenebrio molitor</i>	Nascimento Filho et al., 2021 (larvy)	37,0
	Dourado et al., 2020 (larvy)	49,3
	Kovitvadhi et al., 2020 (larvy)	54,6
<i>Bombyx mori</i>	Kovitvadhi et al., 2020 (larvy)	28,1
	Kovitvadhi et al., 2020 (kukla)	34,6
<i>Musca domestica</i>	Kovitvadhi et al., 2020 (larvy)	54,3
<i>Hermetia illucens</i>	Kovitvadhi et al., 2020 (prepupa)*	19,0
	Kovitvadhi et al., 2020 (odt. prepupa)	34,6
	Mwaniki a Kiarie, 2019 (odt. larvy)**	84,6
<i>Loscuta migratoria</i>	Kovitvadhi et al., 2020 (dospělec)	36,1

⁺brojlerová kuřata, in vitro

*prepupa – konec larválního stádia

**standardizovaná ileální stravitelnost

Tabulka 7

Standardizovaná ileální stravitelnost aminokyselin hmyzích mouček u brojlerových kuřat (%)

SID* (%)	<i>Hermetia illucens</i>	<i>Musca domestica</i>	<i>Tenebrio molitor</i>
	Mwaniki a Kiarie, 2019	Hall et al., 2018**	Nascimento Filho et al., 2020
His	61,0	89,0	81,0
Ile	89,6	85,0	86,0
Leu	88,9	88,0	88,0
Lys	86,3	90,0	89,0
Met	88,7	91,0	87,0
Phe	89,7	92,0	90,0
Thr	78,2	87,0	82,0
Val	85,0	87,0	86,0

*SID – standardized ileal digestibility, standardizovaná ileální stravitelnost

** skutečná stravitelnost

Rozdílné, až protichůdné výsledky v parametrech užítkovosti nosnic mohou být způsobeny rozdílnou nutriční hodnotou hmyzích mouček byť i jednoho druhu, která může být způsobena různým krmným substrátem použitým pro růst larev, ale také rozdílnými postupy zpracování larev/kukel na moučky (Heuel et al., 2021).

9. Shrnutí

Hmyzí moučky jsou perspektivním krmivem pro drůbež. S ohledem na legislativní změnu lze očekávat vyšší výzkumnou činnost v této oblasti v EU, která přinese řadu nových a aktuálních poznatků s využitím hmyzích mouček produkovaných v souladu s platnou legislativou. Substrát použitý pro chov hmyzu a prostředí chovu jsou totiž zásadní pro nutriční kvalitu hmyzích mouček, ale také pro jejich biologickou bezpečnost. Lze tedy očekávat i sladění efektu jejich použití na parametry užítkovosti brojlerových kuřat a nosnic. Z dosavadních vybraných studií, které byly provedeny z velké části v rozvojových zemích lze zatím shrnout následující:

U nosnic může být zkrmováním hmyzí moučky negativně ovlivněna kvalita skořápky a barva žloutku v závislosti na druhu hmyzu, ze kterého moučka pochází.

U brojlerových kuřat použití hmyzí moučky náhradou za SEŠ dochází ke zlepšení růstu a konverze krmiva, případně parametry užítkovosti nejsou ovlivněny.

Zkrmování hmyzích mouček z larev *Hermetia illucens*, *Tenebrio molitor*, *Bombyx mori* a *Musca domestica* nemá negativní vliv na senzoryckou kvalitu prsní a stehenní svaloviny kuřat bez ohledu na zkrmované množství, v některých případech naopak zvyšuje šťavnatost.

Před použitím jakékoliv hmyzí moučky v krmných směsích je nutné monitorovat jejich kvalitu. Úskalím pro zařazení hmyzích mouček do krmných směsí je velká variabilita v obsahu základních živin, hrubého proteinu, hrubého tuku a esenciálních aminokyselin.

10. Seznam literatury

Agabou, A., Alloui, N., 2010. Importance of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) as a reservoir for pathogenic bacteria in Algerian broiler houses. *Veterinary World*, 3, 71–73.

Aguilar-Miranda, E. D., López, M. G., Escamilla-Santana, C., Barba de la Rosa, A. P., 2002. Characteristics of maize flour tortilla supplemented with ground *Tenebrio molitor* larvae. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50, 192–195.

Alexandratos, N., Bruinsma, J., 2012. World agriculture towards 2030/2050: The 2012 Revision. ESA Working paper No. 12-03. <https://www.fao.org/3/ap106e/ap106e.pdf> (accessed 3 January 2021).

Al-Qazzaz, M. F. A., Ismail, D., Akit, H., Idris, L. H., 2016. Effect of using insect larvae meal as a complete protein source on quality and productivity characteristics of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45, 518-523.

Amadi, E.N., Ogbalu, O.K., Barimalaa, I.S., Pius, M., 2005. Microbiology and nutritional composition of an edible larva (*Bunaea alcinoe* Stoll) of the Niger Delta. *Journal of Food Safety*, 25, 193–197.

ANSES (French Agency for Food, Environmental and Occupational Health and Safety), 2015. Opinion on the use of insects as food and feed and the review of scientific knowledge on the health risks related to the consumption of insects. Available at: <https://www.anses.fr/en/documents/BIORISK2014sa0153EN.pdf>

Braide, W., Oranusi, S., Udegbumam, L.I., Oguoma, O., Akobondu, C., Nwaoguikpe, R.N., 2011. Microbiological quality of an edible caterpillar of an emperor moth, *Bunaea alcinoe*. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 3, 176–180.

De Souza Vilela, J., Andronicos, N. M., Kolakshyapati, M., Hilliar, M., Sibanda, T. Z., Andrew, N. R., Swick, R. A., Wilkinson, S., Ruhnke, I., 2021. Black soldier fly larvae in broiler diets improve broiler performance and modulate the immune system. *Animal Nutrition*, 7, 695-706.

EFSA, 2015. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, 13, 4257. Dostupné: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2015.4257>

Eilenberg, J., Vlak, J.M., Nielsen-LeRoux, C., Cappellozza, S., Jensen, A.B., 2015. Diseases in insects produced for food and feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1, 87–102.

Elahi, U., Ma, Y., Wu, S., Wang, J., Zhang, H., Qi, G., 2019. Growth performance, carcass characteristics, meat quality and serum profile of broiler chicks fed on housefly maggot meal as a replacement of soybean meal. *Journal of Animal Physiology and Nutrition*, 104, 1075-1084.

European Feed Manufacturers' Federation (FEFAC), 2021a. From farm to table 2019 statistics in charts. https://fefac.eu/wp-content/uploads/2020/10/Statistics_year_2019.pdf. (accessed June 2021).

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2013. Edible insects. Future prospects for food and feed security. van Huis, A., van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., Vantomme, P. Rome, 2013. Available at: <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e00.htm>

FASFC (Belgian Scientific Committee of the Federal Agency for the Safety of the Food Chain), 2014. Food safety aspects of insects intended for human consumption. Common advice of the Belgian Scientific Committee of the Federal Agency for the Safety of the Food Chain (FASFC) and of the Superior Health Council (SHC). Available at: http://www.favv-afsc.fgov.be/scientificcommittee/advices/_documents/ADVICE14-2014_ENG_DOSSIER2014-04.pdf

Giaccone, V., 2005. Hygiene and health features of mini livestock, in: Paoletti MG (ed.). *Ecological implications of minilivestock: role of rodents, frogs, snails and insects for sustainable development*. Science Publisher, 579–598.

Hall, H. N., Masey O'Neill, H. V., Scholey, D., Burton, E., Dickinson, M., Fitches, E. C., 2018. Amino acid digestibility of larval meal (*Musca domestica*) for broiler chickens. *Poultry Science*, 97, 1290-1297.

Hazeleger, W.C., Bolder, N.M., Beumer, R.R., Jacobs-Reitsma, W.F., 2008. Darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) and their larvae as potential vectors for the transfer of *Campylobacter jejuni* and *Salmonella enterica* serovar paratyphi B variant Java between successive broiler flocks. *Applied and Environmental Microbiology*, 74, 6887–6891.

Heuel, M., Sandrock, C., Leiber, F., Mathys, A., Gold, M., Zurbrugg, C., Gangnat, I. D. M., Kreuzer, M., Terranova, M., 2021. Black soldier fly larvae meal and fat can completely replace soybean cake and oil in diets for laying hens. *Poultry Science*, 100, 101034.

Holt, P.S., Geden, C.J., Moore, R.W., Gast, R.K., 2007. Isolation of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis from houseflies (*Musca domestica*) found in rooms containing *Salmonella* serovar Enteritidis-challenged hens. *Applied and Environmental Microbiology*, 73, 6030–5.

Khan, S., Khan, R. U., Sultan, A., Khan, M., Hayat, S. U., Shahid, M. S., 2016. Evaluating the suitability of maggot meal as a partial substitute soya bean on the productive traits, digestibility indices and organoleptic properties of broiler meat. *Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100, 649-656.

Khan, S., Khan, R.U., Alam, W., Sultan, A., 2017. Evaluating the nutritive profile of three insect meals and their effects to replace soya bean in broiler diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102, e662-e668.

Ko, H. S., Choi, Y. H., Khun, S., Cho, E. S., Kim, Y. Y., Pi, J. S., Park, K. H., Kim, J. D., Lee, S. H., Kim, J. S., 2020. Laying performance, egg quality, haematological traits, and faecal noxious gas emission of laying hens fed with *Tenebrio molitor* meal. *European Poultry Science*, 84, DOI: 10.1399/eps.2020.307.

Kovitvadi, A., Chundang, P., Pliantiangtam, N., Thongprajukaew, K., Tirawattanawanich, C., Suwanasopee, T., Koonawootrittriron, S., 2020. Screening of in vitro nutrient digestibility coefficients of selected insect meals in broiler chickens, black-meat chickens and quails. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105, 305-315.

Leffer, A.M., Kuttel, J., Martins, L.M., Pedroso, A.C., Astolfi-Ferreira, C.S., Ferreira, F., Ferreira, A.J., 2010. Vectorial competence of larvae and adults of *Alphitobius diaperinus* in the transmission of *Salmonella* Enteritidis in poultry. *Vector-borne and Zoonotic diseases* 10, 481–487.

Liu, X., Liu, X., Yao, Y., Qu, X., Chen, J., Xie, K., Wang, X., Qi, Y., Xiao, B., He, C., 2021. Effects of different levels of *Hermetia illucens* larvae meal on performance, egg quality, yolk fatty acid composition and oxidative status of laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, 20, 256-266.

Makkar, H.P.S., Tran, G., Heuze, V., Ankers, P., 2014. State-of-the art on use of insects in animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1–33.

MacRae, J., O'Reilly, L., Morgan, P., 2005. Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Livestock Production Science*, 94, 95-103.

Mlcek, J., Rop, O., Borkovcova, M., Bednarova, M., 2014. A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe - a review. *Polish Journal of Food Nutrition Science*, 64, 147–157.

Mottet, A., De Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., Gerber, P., 2017. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14, 1–8.

Mwaniki, Z. N., Kiarie, E., 2019. Standardized ileal digestible amino acids and apparent metabolizable energy content in defatted black soldier fly larvae meal fed to broiler chickens. *Canadian Journal of Animal Science*, 99, 211-217.

Nascimento Filho, M. A., Pereira, R. T., Oliveira, A. B. S., Suckeveris, D., Burin Junior, A. M., Soares, C. A. P., Menten J. F. M. 2020. Nutritional value of *Tenebrio molitor* larvae meal for broiler chickens: metabolizable energy and standardized ileal amino acid digestibility. *Journal of Applied Poultry Research*, 30, 100102.

Radulović, S., Pavlović, M., Šefer, D., Katoch, S., Hadži-Milić, M., Jovanović, D., Grdović, S., Marković, R., 2018. Effects of housefly larvae (*Musca domestica*) dehydrated meal on production performances and sensory properties of broiler meat. *Thai Journal of Veterinary Medicine*, 48, 63-70.

Pietras, M., Orczewska-Dudek, S., Szczurek, W., Pieszka, M. 2021. Effect of dietary lupine seeds (*Lupinus luteus* L.) and different insect larvae meals as protein sources in broiler chicken diet on growth performance, carcass, and meat quality. *Livestock Science*, 250, 104537.

Post, K., Riesner, D., Walldorf, V., Mehlhorn, H., 1999. Fly larvae and pupae as vectors for scrapie. *Lancet*, 354, 1969–1970.

Pretorius, Q., 2011. The evaluation of larvae of *Musca Domestica* (Common House Fly) as protein source for broiler production. MSc. Thesis, Department of Animal Sciences, Faculty of AgriSciences, University of Stellenbosch, South Africa.

Ruhnke, I., Normant, C., Campbell, D. L. M., Iqbal, Z., Lee, C., Hinch, G. N., Roberts, J., 2018. Impact of on-range choice feeding with black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) on flock performance, egg quality, and range use of free-range laying hens. *Animal Nutrition*, 4, 452-460.

Sanchez-Muros, M.J., Barroso, F.G., Manzano-Agugliaro, F., 2014. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 16–27.

Schiavone, A., Dabbou, S., Petracci, M., Zampiga, M., Sirri, F., Biasato, I., Gai, F., Gasco, L., 2019. Black soldier fly defatted meal as a dietary protein source for broiler chickens: effects on carcass traits, breast meat quality and safety. *Animal*, 13, 2397-2405.

Simpanya, M.F., Allotey, J., Mpuchane, S.F., 2000. A mycological investigation of phane, an edible caterpillar of an emperor moth, *Imbrasia belina*. *Journal of Food Protection*, 63, 137–40.

Strother, K.O., Steelman, C.D., Gbur, E.E., 2005. Reservoir competence of lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) for *Campylobacter jejuni* (Campylobacterales: Campylobacteraceae). *Journal of Medical Entomology*, 42, 42–7.

Templeton, J.M., De Jong, A.J., Blackall, P.J., Miflin, J.K., 2006. Survival of *Campylobacter* spp. in darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) and their larvae in Australia. *Applied and Environmental Microbiology*, 72, 7909–7911.

Xiaoming, C., Ying, F., Hong, Z., 2010. Review of the nutritive value of edible insects. In: *Forest insects as food: humans bite back*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development. 19–21 February 2008, Chiang Mai, Thailand, 93–98.

Zeman, L., Šimeček, K., Kársa, A., Šimek, M. et al., 1995. Katalog krmiv (tabulky výživné hodnoty krmiv). VÚZV, Pohořelice.

Abstract

Insect meal could to be very promising source of both crude protein and fat in broiler chicken diets. Among these insects *Tenebrio molitor*, *Musca domestica*, and *Hermetia illucens* are the most frequently tested in scientific papers. However, there is huge variability in crude protein content namely in larvae meals but not only among different species, but also among different insect meal origin. Crude protein level and content of standardized ileal digestible amino acids is affected by substrates for insect production. The most important for insect meal use in livestock nutrition in EU is legislation concerning substrate usage and insect processing followed by research with such insect meals.