



MÚČIAR OBYČAJNÝ (*TENEBRIOS MOLITOR*) A JEHO POTENCIÁLNE VYUŽITIE V POTRAVINÁRSKOM PRIEMYSEL

Barbara MANGOVÁ^{1,2}, Peter TAKÁČ^{1,2}, Milan KOZÁNEK²

¹ Ústav zoologie SAV, Dúbravská cesta 9, SK-841 04, Bratislava,
e-mail: barbara.mangova@savba.sk, peter.takac@savba.sk

² Scientica, s.r.o., Hybešova 33, SK-831 06, Bratislava, e-mail: milan@scientica.sk

MANGOVÁ, B., TAKÁČ, P. & KOZÁNEK, M. 2020. The Yellow Mealworm beetle (*Tenebrio molitor*) and its potential use in the food industry. *Entomofauna carpathica*, 32(2): 129-137.

Abstract: Edible insects have been part of the human diet for a long time and are commonly used as a food source in many parts of the world. From an economic and environmental point of view, industrial insect farming seems to be a very promising way to provide complete food for humans and feed for animal, compared to industrial livestock farming. It is important simple and efficient farming and processing in investment / profit relationship as well as a suitable representation of nutrients in the final product when selecting insect species suitable for production in large volume. The yellow mealworm beetle seems to be one of the insect species suitable for farming to produce food for human society. Its biology is well known. It has a short life cycle and the method of its mass breeding is thoroughly elaborated. Its breeding requires a minimum of technical knowledge and capital investment and is available to the poorest and most vulnerable members of society.

ÚVOD

Hmyz je využívaný človekom na rôzne účely po tisíce rokov. Medzi najstaršie domestifikované druhy patria včely (*Apis mellifera*), červce (*Dactylopius coccus*) či priadky (*Bombyx mori*) (JANSSON a BERGGREN 2015). Chov hmyzu, v potravinárskom i poľnohospodárskom priemysle, predstavuje dlhodobo udržateľný zdroj živín, či už z ekonomickeho alebo environmentálneho hľadiska. Hmyz sa pre potreby ľudskej konzumácie začal chovať len nedávno a je typický najmä pre ázijské krajiny ako Thajsko, Laos, Vietnam, Kambodža a ďalšie. Hmyzie farmy zamerané na chov svrčkov banánových (*Gryllus assimilis*) však možno nájsť aj v Holandsku a USA, kde predstavujú dynamicky sa rozvíjajúce odvetvie (JANSSON a BERGGREN 2015). Pri výbere druhu hmyzu vhodného na produkciu vo väčších objemoch, je potrebné na problém nazerať z viacerých aspektov. Dôležitý je jednoduchý a efektívny chov a spracovanie vo vzťahu vklad/zisk ako i vhodné zastúpenie výživných látok vo výslednom produkte.

Veľký význam má samozrejme i prijatie „novej potraviny“ konzumentmi (BENÁŘOVÁ a kol. 2013). Tu hrá dôležitú úlohu najmä chut' a vzhľad výsledného produktu. Práve múčiar obyčajný (*Tenebrio molitor*) sa javí ako jeden z druhov hmyzu vhodných na chov za účelom produkcie potravy pre ľudskú spoločnosť. Biológia je podrobne známa, má krátke životný cyklus a spôsob jeho masového chovu je dôkladne prepracovaný. Často sa chová ako krmivo pre domáčich miláčikov a zvieratá v zoologických záhradách (MAKKAR a kol. 2014). Múčiar obyčajný spolu s múčiarom brazílskym (*Zophobas morio*), svrčkami (*Gryllodes sigillatus*, *G. assimilis*, *Gryllus bimaculatus*, *Acheta domestica*), koníkom stáhovavým (*Locusta migratoria*), zlatoňmi (*Pachnoda marginata peregrina*, *P. marginata marginata*), viačkou voštinovou (*Galleria mellonella*), švábom argentínskym (*Blaptica dubia*) a muchou domácou (*Musca domestica*) patria medzi najčastejšie chované druhy hmyzu. Farmy, ktoré sa venujú chovu múčiara, majú zväčša charakter rodinných podnikov (JANSSON a BERGGREN 2015). Nutričné parametre jeho tela boli predmetom viacerých detailných štúdií (Su a kol. 2001, GHALY a ALAOIK 2009, Li a kol. 2012, RAVZANAADII a kol. 2012). Aby sa hmyz mohol stať bežnou súčasťou jedálneho lístka, je potrebné zabezpečiť jeho produkciu na kontinuálnej báze. To spočíva vo vývoji efektívneho, bezpečného a plne automatizovaného chovného zariadenia (JANSSON a BERGGREN 2015).

Reprodukčná schopnosť múčiara obyčajného

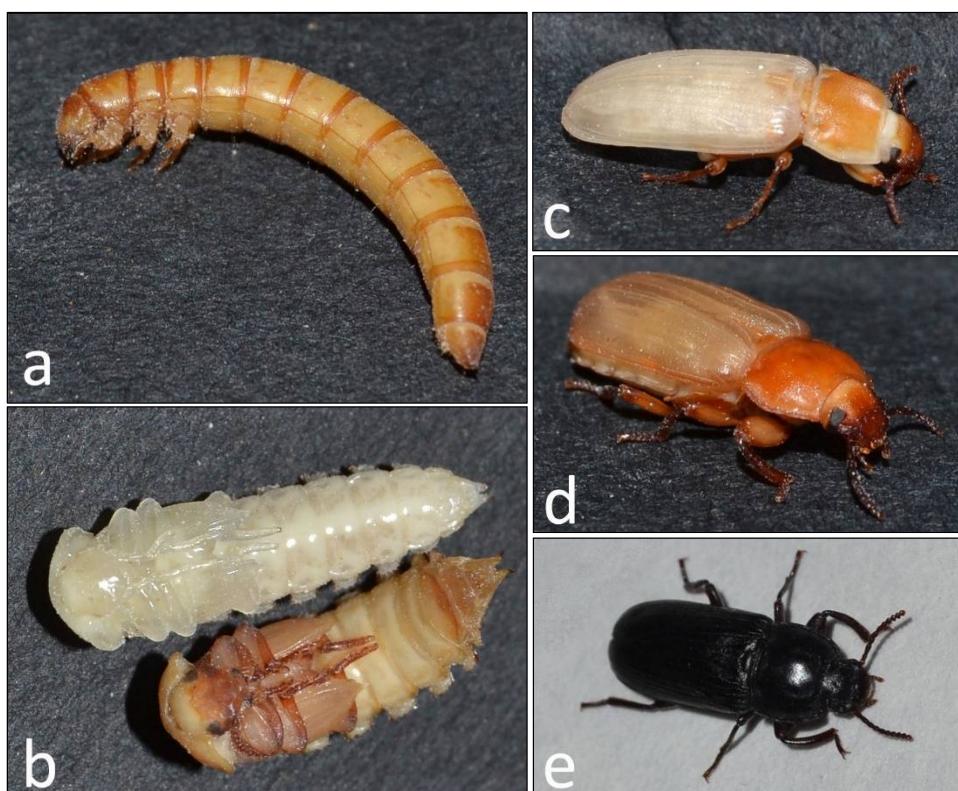
Múčiar obyčajný je kozmopolitne rozšírený druh chrobáka (Coleoptera) z čeľade múčiarovitých (Tenebrionidae). Pochádza z Eurázie a jeho súčasné rozšírenie má na svedomí ľudská činnosť. Voľne žijúce jedince možno nájsť v listovej opadanke, pod kameňmi a spadnutým drevom. Má prevažne nočnú aktivitu a preferuje tmavé habitaty (HOWARD 1955). Múčiar obyčajný je synantropný druh, je významný skladový škodca poľnohospodárskych plodín, najmä obilní a výrobkov z nich (GHALY a ALKOAIK 2009). Zatiaľ čo environmentálne faktory, najmä teplota, limitujú jeho vývin a produkčné schopnosti, v priaznivých podmienkach krytých priestorov s dostatkom potravy, ako sú sklady a sýpky, sa rýchlosť vývinu a produkcie zvyšuje exponenciálne. GHALY a ALKOAIK (2009) uvádzajú produkciu 250-1000 (s priemerom 400-500) vajíčok na samicu. MANGOVÁ a KOZÁNEK (2017) pri 28°C uvádzajú $854,68 \pm 207,45$ vajíčok na samicu, pričom znáška sa vplyvom veku samice znižuje. Tento pokles je signifikantný už po dvoch týždňoch veku samice. Najvyššia priemerná znáška $11,02 \pm 1,58$ na samicu za deň bola zaznamenaná počas prvých 10 dní. Za limit efektívnej znášky možno považovať vek samice okolo 80 dní, kedy znáška klesá pod úroveň $6,56 \pm 2,19$ vajíčok za deň a pokles v celkovej znáške predstavuje 40 %. Pre liahnutie lariev je dôležitá teplota. Pri 25°C trvá inkubácia podľa GHALY a ALKOAIK (2009) približne dva týždne, podľa PARK a kol. (2014) $7,47 \pm 0,74$ dňa. Takmer rovnaký čas inkubácie zaznamenali MANGOVÁ a KOZÁNEK (2017) pri 28°C,

v priemere $7,42 \pm 0,07$ dňa, kde sa v priebehu 7.-8. dňa od nakladenia vyliaholo vyše 90 % lariev. Štadium larvy (obr. 1a) môže mať 14 až 20 časovo variabilných instarov (PARK a kol. 2014) a predstavuje najdlhší časový úsek vývinu. V prírodných podmienkach trvá 6-8 mesiacov, v nevhodných podmienkach až dva roky (GHALY a ALKOAIK 2009). PARK a kol. (2014) uvádzajú 133,37-241,9 dní, pričom v priebehu 15.-18. instaru, t.j. 145,15-192,57 deň, sa kuklí vyše 84 % lariev pri konštantnej teplote 25°C. Ako potrava alebo na ďalšie spracovanie sú najčastejšie využívané larválne štádiá s dĺžkou nad 25 mm. Kukla (obr. 1b) predstavuje ďalšie štadium vhodné na konzumáciu. Má o 7 % vyšší celkový obsah proteínov ako larva a približne o 4 % nižší obsah tuku (MORALES-RAMOS a kol. 2015). Tesne pred kuklením larvy vyprázdnujú obsah tráviacej sústavy a pred konzumáciou alebo spracovaním nie je potrebné ich vyhladovanie. Problémom je zložitejšia separácia kukiela v porovnaní s larvami. Dĺžka štátia kukly je signifikantne ovplyvnená teplotou. GHALY a ALKOAIK (2009) uvádzajú 6 dní pri teplote 28°C a 18 dní pri 18°C, MANGOVÁ a KOZÁNEK (2016) priemerne 7,56 dní pri 28°C, 12,96 dní pri 22°C a 30,23 dní pri 15°C, pričom so znižujúcou sa teplotou dochádza k desynchronizácii liahnutia. Teploty v rozmedzí 15-30°C nemajú negatívny vplyv na úspešnosť liahnutia dospelcov (FRAENKEL 1950, MANGOVÁ a KOZÁNEK 2016), ktorá presahuje 95 %. Dospelé jedince sa bežne nekonzumujú. Dôvodom je ich silná sklerotizácia a pachové žľazy, ktoré pri ohrození produkujú odpudzujúcu tekutinu. Telo čerstvo dospelého jedinca je mäkké a depigmentované, plná pigmentácia a spevnenie kutikuly nastáva približne po dvoch dňoch od vyliahnutia (obr. 1c,d,e). Napriek tomu, pri správnom spracovaní, majú potenciál byť plnohodnotným zdrojom proteínu napríklad v chovoch hydiny či rýb, keďže jeho hodnota v sušine sa u dospelcov pohybuje až vo výške 63,34 % (RAVZANAADII a kol. 2012). Dospelé múčiare žijú 37 až 96 dní (GHALY a ALKOAIK 2009), v laboratórnych podmienkach pri stálej teplote až vyše 200 dní, pričom priemer predstavuje $139,87 \pm 12,64$ pre samce a $134,16 \pm 17,43$ pre samice. Medzi 81.-90. dňom veku však klesá produkcia vajíčok u samíc o 50 % a vo veku nad 141 dní o 90% (MANGOVÁ a KOZÁNEK 2016), čo predstavuje v masovom chove potenciálny limit na vyradenie dospelých jedincov z chovu a ich ďalšie spracovanie za účelom extrakcie požadovaných látok.

Ekonomicko-environmentálny aspekt chovu múčiara obyčajného

Ekonomika a environmentálne zaťaženie priemyselného chovu hmyzu, v porovnaní s chovom hovädzieho dobytka, ošípaných alebo hydiny, sa produkcia hmyzu javí ako veľmi perspektívny spôsob zabezpečenia plnohodnotnej potravy ľudí a krmiva pre zvieratá. Múčiar obyčajný je omnivorný, čo umožňuje jeho lacný a bezproblémový odchov i na produktoch, ktoré nie sú využívané (alebo len v malej miere) ako potravina pre ľudí. Často sú používané otruby, zvyšková múka, suché pečivo, výlisky ovocia a zeleniny.

Týmto sa sekundárne znižujú i nároky chovu na pôdu. Na chov hospodárskych zvierat sa v dnešnej dobe využíva viac ako 70 % poľnohospodárskej pôdy, ktorá má potenciál využitia na pestovanie plodín pre priamu konzumáciu. Pri produkcií kilogramu proteínu z larev múčiara obyčajného je využitých len 43 % pôdy v porovnaní s produkciou rovnakého množstva mliečneho proteínu a 10 % pôdy v porovnaní s hovädzím proteínom (OONINX a DE BOER 2012). Čo sa týka potravného substrátu, múčiar obyčajný vyžaduje vysoký obsah uhľovodíkov, vyše 80 % (FRAENKEL a kol. 1950). Tuk v potrave nezohráva významnejšiu úlohu. Pridávanie rôznych typov proteínov a vitamínových doplnkov do potravy bolo predmetom viacerých štúdií. Ako optimálna potrava sa však ukázal jednoduchý substrát zložený z celozrnnej pšeničnej múky s prídavkom 5% kvasníc (FRAENKEL poprípade potravou ktorej produkcia je environmentálnou záťažou, je



Obr. 1. Vývinové štádiá múčiara obyčajného. **a** – larva krátko pred premenou; **b** – čerstvo zvlečená kukla (svetlá) a kukla krátko pred premenou na dospelého jedinca (s pigmentovanými základmi končatín a ústnych orgánov), **c** – čerstvo vykuklené imágó s mäkkým telom a slabou pigmentáciou; **d** – imágó niekoľko hodín po vykuklení, čiastočne pigmentované; **e** – staršie imágó, plne pigmentované a sklerotizované.

ekonomicky nevýhodné (obohacovanie o sušené mlieko, sójový proteín a pod.).

Príjem vody, ktorý možno v chovoch zabezpečiť potravou s vyšším obsahom vody, je kritický, pretože vplýva na tvorbu a obsah tuku v tele (MAKKAR a kol. 2014) ako i na rýchlosť vývoja. Pokles vlhkosti vzduchu pod 30 % signifikantne spomaľuje vývoj a pri 13 % sa vývoj zastaví (FRAENKEL a kol. 1950). Celkové nároky na vodu sú však nízke (MAKKAR a kol. 2014, DOBERMANN a kol. 2017). Pri produkcií jednej tony lariev múčiara sa spotrebuje 4 341 litrov vody, čo je porovnatelné so spotrebou pri produkcií kuracieho mäsa a 3,5 krát nižšie množstvo ako pri produkcií hovädzieho mäsa (OONINX a DE BOER 2012). DOBERMANN a kol. (2017) potvrdzuje nižšie nároky chovu múčiara na pôdu, potravu i vodu v porovnaní s bežne chovanými hospodárskymi zvieratami, navyše uvádza podiel materiálu využitého na konzumáciu. Ten v prípade hovädzieho dobytka predstavuje len 40 % a v prípade ošípaných a hydin 55 %. Pre larvy múčiara obyčajného uvádza využitie 80 %. Ako zdroj vody postačuje pri chove múčiara surové ovocie a zelenina alebo ich zvyšky z výroby štiav či drení (obr. 2a,b). Navyše chov možno využiť ako recyklátor ovocia, zeleniny a ostatného rastlinného materiálu, ktorý nespĺňa estetické normy alebo vysoké nároky na kvalitu pre ľudskú konzumáciu (RAMOS-ELORDUY a kol. 2002, MAKKAR a kol. 2014, JANSSON a BERGGREN 2015). Dôležitou podmienkou je, aby takéto suroviny neobsahovali pesticídy, neboli napadnuté hnilobou alebo plesňami, ktoré môžu mať negatívny dopad na chov.



Obr. 2. Kŕmenie lariev múčiara obyčajného. **a** – kŕmenie čerstvou zeleninou; **b** – kŕmenie výliskami z ovocia.

Chov hospodárskych zvierat je zodpovedný za 15 % celkovej produkcie skleníkových plynov (OONINX a DE BOER 2012). Produkcia amoniaku a skleníkových plynov je v chove múčiara signifikantne nižšia v porovnaní s chovom hospodárskych zvierat (GRAU a kol. 2017, DOBERMANN a kol. 2017). Z toho vyplývajúci index potenciálneho globálneho otepľovania GWP (global warming potential) je nižší pri produkcií lariev múčiara v porovnaní (produkcia na 1 kg jedlého proteínu) s mliekom (1,77 – 2,80 krát vyšší), kuracím (1,32 –

2,67 krát vyšší), bravčovým (1,51 – 3,87 krát vyšší) alebo hovädzím (5,52 – 12.51 krát vyšší) mäsom (OONINX a DE BOER 2012). DOBERMANN a kol. (2017) však uvádzia nižšiu hodnotu GWP pre produkciu mlieka pri prepočte na kilogram živej hmotnosti.

Nutričné hodnoty múčiara obyčajného

Výsledky štúdií zameraných na hodnotenie správneho pomeru bielkovín a tuku v larvách múčiara obyčajného sa sice líšia, ale v konečnom porovnaní s inými živočíšnymi produktmi všetky poukazujú na vhodnosť využitia lariev na ľudskú konzumáciu. Li a kol. (2012) uvádzajú pre sušinu z lariev múčiara obsah $68,14 \pm 0,66$ % proteínu a $17,43 \pm 0,05$ % tuku pri kŕmení konvenčnou diétou, pri obohatení stravy o odpad z rastlín $76,14 \pm 0,74$ % bielkovín a $6,44 \pm 0,56$ % tuku. GHALY a ALAOIK (2009) zistili obsah $63,31 - 68,87$ % proteínu a $29,83 - 31,17$ % tuku. Všeobecné výživové hodnoty uvádzané pre zástupcov zo skupiny Coleoptera sa v prípade bielkovín pohybujú v rozmedzí 21 – 54 % a v prípade tuku 18 – 52 % (RAMOS-ELDORUY 1997, VERKERK a kol. 2007). Pre porovnanie s inými bežnými zdrojmi, Li a kol. (2012) uvádzajú pre sušinu z kozieho mäsa 20% proteínu a 56% tuku, z hovädzieho 56,7 % proteínu a 42,2 % tuku, z kuracieho 62,3 % proteínu a 30,3 % tuku a pre sušinu z rybieho mäsa 39 % proteínu a 48 % tuku. Kvalita proteínov a z toho vyplývajúca nutričná hodnota je daná najmä zastúpením aminokyselín. Najdôležitejšie a v potravinách najviac žiaduce sú predovšetkým esenciálne (izoleucín, leucín, lizin, metionín, fenylalanín, treonín, tryptofán a valín) a semiesenciálne (arginín, histidín, metionín+cystein, fenylalanín+tyrozín a tyrozín) aminokyseliny, ktoré si organizmus nedokáže, alebo len čiastočne syntetizovať sám. Tie v telách lariev múčiara vo väčšine prípadov prekračujú hodnoty navrhované FAO/WHO/UHU s výnimkou lizínu a tryptofánu, ktoré dosahujú 91 % a 63 % odporúčaných hodnôt (Li a kol. 2013, GHALY a ALAOIK 2009, Su a kol. 2001).

Akceptabilita múčiara obyčajného

OONINX a DEBOER 2012 považujú chov múčiara obyčajného za základ pre rozvíjajúcu sa entomofágii v západných krajinách práve pre nízky environmentálny dopad a jednoduchosť chovu. BEDNÁŘOVÁ a kol. (2013) dospela k rovnakému záveru pri štúdií zameranej na potenciál entomofágie v Českej republike. Podľa jej zistení až 30 % respondentov má skúsenosť s jeho chovom a pri porovnaní s inými druhmi hmyzu využívaných ako potrava pre človeka sa larvy múčiara obyčajného javili akceptovanejšie ako larvy viačky voštínovej, múčiara brazílskeho, nymfy koníka stáhovavého, larvy a kukly včely medonosnej vo včelom chlebe a niektorými ďalšími druhmi hmyzu (zoradené podľa stupňa akceptácie). Hodnotený bol vzhľad, ochota konzumácie, chuť, konzistencia či jednoduchosť chovu, manipulácie, spracovania a prípravy pokrmu. Je však potrebné podotknúť, že spoločnosť je ochotnejšia konzumovať

produkty z hmyzu než hmyz samotný (VERBEKE 2014, TAN a kol. 2015), i keď pri larvách múčiara obyčajného respondenti prejavovali ochotu k ich priamej konzumácii, čím sa potenciálne znižujú náklady na spracovanie formou fragmentácie alebo extrakcie živín (BEDNÁŘOVÁ a kol. 2013).

Bezpečnosť konzumácie múčiara obyčajného

Jedným zo závažných rizík, s ktorým treba rátať pri konzumácii výrobkov s obsahom hmyzieho proteínu (nehľadiac na druh hmyzu) je potravinová alergia. Proteíny múčnych červov skrižene reagujú s protilátkami IgE produkovanými pacientmi alergickými na roztoče a kôrovce (v reakcii na tropomyozín). Alergia na múčne červy s potenciálne závažným následkom je najpravdepodobnejšia u pacientov alergických na krevety (GRAU a kol. 2017).

Nemenej dôležitá je bezpečnosť konzumácie s hygienického hľadiska. Larvy múčiara obyčajného sú konzumované i spracúvané celé bez odstránenia tráviacej sústavy, ktorá predstavuje vhodné prostredie pre bohatú mikrobiálnu flóru a faunu. Tato mikrobiota však neobsahuje typické potravinové patogény akými sú *Salmonella* spp. alebo *Listeria monocytogenes*. Navýše už i minimálna úprava pred konzumáciou, akú predstavuje krátke vystavenie vysokým teplotám (blanšírovanie alebo prevarenie) signifikantne redukuje celkové bakteriálne zaťaženie, ako aj počet enterobaktérií (KLUNDER a kol. 2012, STOOPS a kol. 2016, VANDEWEYER a kol. 2017).

ZÁVER

Jedlý hmyz je už dlho súčasťou ľudskej stravy a podľa Organizácie OSN pre výživu a poľnohospodárstvo (FAO) sa bežne využíva ako zdroj potravy v mnohých regiónoch sveta. Odhaduje sa, že v súčasnosti konzumujú hmyz ako súčasť stravy dve miliardy ľudí. Vzdelávanie je vo všeobecnosti klúčovým nástrojom na zvyšovanie povedomia verejnosti o potenciálnych možnostiah hmyzu a na ovplyvňovanie spotrebiteľských rozhodnutí smerom k vyváženejšiemu a priaznivejšiemu pohľadu na hmyz ako potravinu a krmivo. Posledný vývoj vo výskume a vývoji ukazuje, že jedlý hmyz je sľubnou alternatívou pre konvenčnú výrobu mäsa, či už na priamu ľudskú spotrebu alebo na nepriame použitie ako východisková surovina. Zainteresované strany však musia ešte vykonať veľké množstvo práce, aby spresnili potenciál, ktorý ponúka hmyz ako bezpečná potravina a krmovina. Chov hmyzu si vyžaduje minimálne technické znalosti a kapitálové investície, a pretože nevyžaduje prístup k pôde ani jej vlastníctvo, je dostupný aj pre tých najchudobnejších a najzraniteľnejších členov spoločnosti. V budúcnosti, keď sa zvýšia ceny konvenčných živočíšnych bielkovín, sa hmyz môže stať lacnejším zdrojom bielkovín ako bežne vyrábané mäso a ryby ulovené v oceáne. Aby k tomu mohlo dôjsť, budú potrebné významné technologické inovácie, zmeny v preferenciach

spotrebiteľov ako aj zmeny v právnych predpisoch týkajúcich sa potravín a krmív, ktoré budú zahŕňať hmyz ako udržateľný zdroj potravín

POĎAKOVANIE

Podporené projektmi SAMRS/2019/KE/1/6 „Vybudovanie pilotného zariadenia pre produkciu a výskum potravinársky využiteľného hmyzu v Keskej republike“ a APVV-17-0538 „Vybudovanie pilotného zariadenia a vývoj metód masového chovu hmyzu pre potravinárske účely“.

LITERATÚRA

- BEDNÁŘOVÁ, M., BORKOVCOVÁ, M., MLČEK, J., ROP, O., ZEMAN, L. 2013. Edible insects - species suitable for entomophagy under condition of Czech Republic, *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun.* 61: 587-593.
- DOBERMANN, D., SWIFT, J.A., FIELD, L.M. 2017. Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. *Nutrition Bulletin* 42: 293-308.
- FRAENKEL, G. 1950. The Nutrition of the Mealworm, *Tenebrio molitor* L. (Tenebrionidae, Coleoptera). *Physiological Zoology* 23: 92-108.
- GHALY, A.E., ALKOAIK, F.N. 2009. The Yellow Mealworm as a Novel Source of Protein. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 4(4): 319-331.
- GRAU, T., VILCINSKAS, A., JOOP, G. 2017. Sustainable farming of the mealworm *Tenebrio molitor* for the production of food and feed. *Zeitschrift fur Naturforschung C* 72(9): 1-13.
- HOWARD, R.S. 1955. The Biology of the Grain Beetle *Tenebrio Molitor* with Particular Reference to Its Behavior. *Ecology* 36(2): 262-269.
- JANSSON, A., BERGGREN, A. 2015. Insects as Food – Something for the Future? Future Agriculture. Swedish University of Agricultural Sciences, 35 pp.
- KLUNDER, H.C., WOLKERS-ROOIJACKERS, J., KORPELA, J.M., NOUT, M.J. 2012. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control* 26: 628-31.
- LI, L., ZHAO, Z.R., LIU, H. 2013. Feasibility of feeding yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) in bioregenerative life support system as a source of animal protein for humans. *Acta Astronautica* 92(1): 103-109.
- MAKKAR, H. P. S., TRAN, G., HEUZÉ, V., ANKERS, P. 2014. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Anim. Feed Sci. Technol.* 197: 1-33.
- MANGOVÁ, B., KOZÁNEK, M. 2016 „Vplyv teploty na štadium kukly *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera, Tenebrionidae) – čiastkové výsledky k využitiu kukiela ako zdroja bielkovín“. *Zoológia* 2016, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, pp. 142-144.

- MANGOVÁ, B., KOZÁNEK, M. 2017. Vplyv rodičovského veku na znášku múčiara obyčajného *Tenebrio molitor* Linneaus 1758 (Coleoptera, Tenebrionidae). *Folia faunistica Slovaca* 22: 57-62.
- MORALES-RAMOS, J.A., GUADALUPE ROCHAS, M., SHELBY, K.S., COUDORN, T.A. 2015: Nutritional Value of Pupae Versus Larvae of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrioidea) as Food for Rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*, Advance Access 0: 1-8.
- OONINCX, D.G.A.B., DE BOER, I.J.M. 2012. Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment. *PLoS ONE* 7(12): e51145.
- PARK, J.B., CHOI, W.H., KIM, S.H., JIN, H.J., HAN, Y.S., LEE, Y.S., KIM, N.J. 2014. Developmental characteristics of *Tenebrio molitor* larvae (Coleoptera: Tenebrionidae) in different instars. *International Journal of Industrial Entomology* 28(1): 5-9.
- RAMOS-ELORDUY, J., GONZÁLEZ, E.A., HERNÁNDEZ, A.R., PINO, J.M. 2002. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *J. Econ. Entomol.* 95(1): 214-220.
- RAMOS-ELORDUY, J., PINO MORENO, J.M., ESCAMILLA PRADO, E., ALVARADO PEREZ, M., LAGUNEZ OTERO, J., LADRON DE GUEVARA, O. 1997. Nutritional value of edible insects from the State of Oaxaca, Mexico. *J. Food Compos. Anal.* 10: 142-157.
- RAVZANAADII, N., KIM, S.H., CHOI, W.H., HONG, S.J., KIM, N.M. 2012. Nutritional Value of Mealworm, *Tenebrio molitor* as Food Source. *Int. J. Indust. Entomol.* 25(1): 93-98.
- STOOPS, J., CRAUWELS, S., WAUD, M., CLAES, J., LIEVENS, B., VAN CAMPENHOUT, L. 2016. Microbial community assessment of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) and grasshoppers (*Locusta migratoria migratorioides*) sold for human consumption. *Food Microbiol.* 53(B): 122-7.
- SU, J., SU, N., WANG, L. 2001. Evaluation on the nutrient value of *Tenebrio molitor*. *Feed Res.* 12: 12-14.
- TAN, H.S.G., FISCHER, A., TINCHAN, P., STIEGER, M., STEENBEKKERS, B., HANS, T. 2015. Insects as food: Exploring cultural exposure and individual experience as determinants of acceptance. *Food Quality and Preference* 42: 78-89.
- VANDEWEYER, D., CRAUWELS, S., LIEVENS, B., VAN CAMPENHOUT, L. 2017. Microbial counts of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) and crickets (*Acheta domesticus* and *Gryllodes sigillatus*) from different rearing companies and different production batches. *Int. J. Food Microbiol.* 242: 13-8.
- VERBEKE, W. 2015. Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a Western society. *Food Quality and Preference* 39: 147-155.
- VERKERK, M.C., TRAMPER, J., VAN TRIJP, J.C.M., MARTENS, D.E. 2007. Insect cells for human food. *Biotechnology Advances* 25(2): 198-202.