

MOGUĆNOST KORIŠTENJA ALTERNATIVNIH IZVORA BJELANČEVINA U HRANIDBI ŽIVOTINJA

THE POSSIBILITY OF ALTERNATIVE PROTEIN SOURCES USE IN ANIMAL FEEDING

Ana Matin, T. Majdak, Z. Janječić, Mateja Grubor

Pregledni znanstveni članak – Review scientific paper
Primijeno – Received: 14. kolovoz – August 2019

SAŽETAK

Porastom broja stanovnika u svijetu povećava se i potrošnja mesa peradi i jaja, što rezultira i povećanjem peradarske proizvodnje. Za takvu je proizvodnju potrebno osigurati i velike količine hranjivih tvari, među ostalim i bjelančevina, dobrog aminokiselinskog sastava što će podmiriti potrebe brzorastućih hibrida peradi te modernih hibridnih nesilica konzumnih jaja. Uobičajeno se pri tome koristi soja, cijelo zrno odnosno neki od oblika dobivenih njenom preradom. No njena cijena, problemi s transportom, GMO i sl. sve više vode ka istraživanjima o mogućnosti uvođenja alternativnih izvora bjelančevina u hranidbi peradi. Ovdje svakako pripadaju i insekti. Hranidbena vrijednost insekata je vrlo raznolika i to uglavnom zbog velikog broja i varijabilnosti vrsta. Insekti također imaju dobar sastav masnih kiselina te vitamina i pokazalo se da mogu parirati ribljem brašnu, koje je također nekad bilo jedan od glavnih izvora životinjskih bjelančevina u hranidbi životinja, posebice peradi. Ovim se radom daje pregled mogućnosti korištenja alternativnih izvora bjelančevina, odnosno insekata, u hranidbi životinja te istražuje potencijalna upotreba posliježetvene biomase kao novog i inovativnog supstrata za uzgoj jestivih insekata. Posliježetveni ostaci sadrže ogromnu količinu potencijalnog supstrata za hranidbu raznih insekata. Pojedini insekti imaju sposobnost transformirati nutritivno siromašnu posliježetvenu biomasu s niskim udjelom proteina i visokim udjelom antioksidanata i tvrdokornih ugljikohidrata (celuloze i hemiceluloze) u esencijalne hranjive tvari potrebne za njihov rast modulacijom njihove probavne i bazalne diferencijalne ekspresije gena. Konverzija posliježetvene biomase u biomasu insekata za hranu za životinje mogla bi značajno pridonijeti zadovoljavanju budućih potreba na bjelančevinama za hranidbu peradi čiji će se proizvodi koristiti za prehranu sve bržerastuće svjetske populacije.

Ključne riječi: insekti, bjelančevine, hranidba, supstrat, poslije žetvena biomasa

UVOD

Procjenjuje se da će do 2050. godine porast broja stanovnika dosegnuti najmanje 9 milijardi, što će rezultirati dodatnom potražnjom za hranom (Akhtar i Isman, 2018.). Na globalnoj razini, 35% proizvodnje usjeva namijenjeno je za hranu za životinje, a 65% je namijenjeno za ljudsku konzuma-

ciju, dok je u razvijenim zemljama taj omjer 60:40 u korist hrane za životinje (Stiles, 2016.). Očekuje se da će se potrošnja mesa posebice mesa peradi i jaja, znatno povećati u bliskoj budućnosti, što stvara potrebu za novim sastojcima hrane za perad kako bi se održala održiva intenzivna proizvodnja (Józefiak i sur., 2016.).

doc. dr. sc. Ana Matin, prof. dr. sc. Zlatko Janječić, e-mail: zjanjecic@agr.hr, Mateja Grubor mag. ing. agr., Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb; Tugomir Majdak mag. ing. agr., Ministarstvo poljoprivrede, Ulica grada Vukovara 78, 10000 Zagreb

Sukladno tome predviđa se da uobičajenih izvora bjelančevina za perad, soje i uljane repice, više neće biti u dovoljnim količinama te da će im cijena, sukladno s time, sve više rasti (Iliji i sur., 2017.). Povećanje intenziteta proizvodnje peradi zahtijeva veće količine proteina za pokrivanje aminokiselinskih zahtjeva za razvoj peradi, rast i proizvodnju jaja (Hossain i Blair, 2007.). Manjak esencijalnih aminokiselina uzrokuje usporen rast, smanjenje veličine i količine jaja te dolazi do abnormalnog ponašanja. Zbog toga je važno da je unos aminokiselina uravnotežen kako bi se osigurala produktivnost, dobrobit i održivost životinja (Crawley i sur., 2015.). Međutim, treba obratiti pozornost na unos bjelančevina, odnosno aminokiselina animalnog podrijetla koje imaju uravnoteženiji aminokiselinski sastav od proteina biljnog podrijetla. U hranidbi životinja, a posebice peradi najčešće se koristi riblje brašno kao izvor animalnog proteina, a jedan od glavnih problema njegovog korištenja je visoka cijena (Steenfeldt i sur., 2018.).

Adekvatna alternativna zamjeni ribljeg brašna mora biti dostupna, imati dobar nutritivni sastav i biti pristupačna. No za pripremu obroka sastavljenog od animalnih proteina postoje brojna ograničenja, odnosno obrok mora biti mikrobiološki ispravan te zahtijeva određeni stupanj prerade, zbog čega su i troškovi veći (Chisoro, 2015.). Usporedba nutritivnih svojstava soje, kukuruza i riže, u odnosu na riblje brašno prikazana je u tablici 1. (Men i sur., 2005.).

ALTERNATIVNI IZVORI PROTEINA

Alternativni izvori proteina moraju se proizvesti na održiv način da budu komercijalno pogodni. Kao jedan od potencijalno „novih“ izvora proteina posljednjih godina istražuju se jestivi insekti. Glavni

razlog tome je što se insekti mogu uzgajati uz relativno niske ekonomske i ekološke troškove, imaju kratki razvojni ciklus te brojne kolonije koje omogućuju dobivanje velikog broja ličinki i imaga. Vrlo su prilagodljivi i nalazimo ih doslovno svagdje gdje su uvjeti povoljni za njihov rast i razvoj. Prema Ramos-Elorduy i sur. (1997.), insekti ne zahtijevaju složenu infrastrukturu jer se hrane sami i mogu koristiti biljne ili životinjske organske nusproizvode, dok je briga oko njihova uzgoja dosta jednostavna.

Kako bi uzgoj insekata bio ekonomičan, troškovi bi trebali biti niski ili jednaki cijeni konvencionalnih krmnih smjesa za životinje. Prehrana insekata je jedan od najvažnijih čimbenika za njihov rast i reprodukciju (Morales-Ramos i sur., 2014.). Glavni makronutrijenti potrebni za njihov razvoj su ugljikohidrati, lipidi i proteini, a neophodni mikronutrijenti uključuju sterole, vitamine i minerale. Ugljikohidrati, uglavnom monosaharidi i disaharidi, potrebni su kao izvor energije, ali su također potrebni za konfiguraciju hitina, aminopolisaharida koji je odgovoran za stvaranje egzo skeleta člankonožaca (Morales-Ramos i sur., 2013.).

Jednako tako, insekti značajno doprinose sigurnosti hrane jer pomažu u oprašivanju biljaka, degradaciji biološkog otpada i kontroli štetočina, a istovremeno služe i kao hrana za životinje (Rumpold i sur., 2016.; van Huis, 2015.). Jednako tako, prema Akhtar and Isman (2018.) konzumacija kukaca pozitivno doprinosi okolišu, sigurnosti hrane i prehrane te zdravom životu sadašnjih i budućih generacija.

Osim prehrambenih dobrobiti, prednosti insekata uključuju i njihovu nižu emisiju stakleničkih plinova i amonijaka po kilogramu masenog udjela u usporedbi s običnom stokom kao što su svinje i goveda (Oonincx i sur., 2010.).

Tablica 1. Nutritivna svojstva konvencionalnih komponentata

Table 1 Nutritional properties of conventional components

Izvor Source	Sirovi protein Crude protein, %	Sirova vlakna Crude fibre %	Pepeo Ash, %	ME/MJ/kg
Soja	43,1	4,1	4,8	16,3
Kukuruz	8,2	2,2	1,9	16,0
Riža	13,5	7,6	7,7	12,6
Riblje brašno	29,7	6,0	41,7	8,5

ME= metabolička energija; Metabolic energy

ZAŠTO INSEKTI KAO HRANA?

Jestivi insekti, tradicionalna su hrana različitih kultura diljem svijeta i redoviti su dio njihove prehrane (van Huis i sur., 2013.; Yen, 2015.; Yi i sur., 2010.). Vrlo su hranjivi s visokim udjelom masti, bjelančevina i minerala ovisno o vrsti i stoga predstavljaju vrijedan alternativni izvor hrane kako za ljude tako i za životinje te ujedno mogu poslužiti i kao zamjena npr. za riblje brašno u hrani za životinje (Rumpold i Schlüter, 2013.).

Kultivirane vrste insekata koje se mogu koristiti uključuju leptire i moljce (Lepidoptera, više od 300 vrsta), kornjaše (Coleoptera, više od 200 vrsta), muhe i komarce (Diptera, oko 200 vrsta), stjenice (Heteroptera, manje od 100 vrsta), pčele i ose (Hymenoptera manje od 100 vrsta), te u manjoj mjeri termite (Isoptera), zrikavce i skakavce (Orthoptera) (oko 10-20 vrsta) (Leppla, 2002.). Ramos-Elorduy (2005.) smatra da se otprilike oko 2000 vrsta insekata može upotrebljavati u prehrani ljudi ili životinja.

U hranidbi životinja, posebice peradi najčešće se koristi samo sedam vrsta insekata i to crna vojnička muha (*Hermetica illucens*), kućna muha (*Musca domestica* L.), veliki žuti brašnar (*Tenebrio molitor* L.), mali brašnar (*Alphitobius diaperinus* Penzer), kućni štrk (*Acheta domesticus* L.), tropski kućni zrikavac (*Grylodes sigillatus* Walker) i livadski zrikavac (*Gryllus assimilis* Fabricius).

Hranidbena vrijednost jestivih insekata je vrlo raznolika uglavnom zbog velikog broja i varijabilnosti vrsta (Kouřimská i Adámková, 2016.). Nutritivne vrijednosti mogu značajno varirati čak i unutar skupine insekata ovisno o stadiju metamorfoze, porijeklu kukca i njegovoj prehrani (Finke i Oonincx, 2014.). Prema Payneu i sur. (2016.) hranjivi sastav kukaca pokazao je veliku raznolikost među vrstama.

Insekti su usporedivi st konvencionalnim mesom stoke u smislu nutritivnog sadržaja. Općenito, sadržaj sirovih bjelančevina varira od 40% do 75% u odnosu na suhu tvar i u velikoj mjeri ovisi o vrstama i stadijima životnog ciklusa (Verkerk i sur., 2007.). Bogati su mono i polinezasićenim masnim kiselinama, elementima u tragovima kao što su bakar, željezo, magnezij, mangan, fosfor, selen i cink, vitaminima kao što su riboflavin, pantotenska kiselina, biotin i folna kiselina u nekim slučajevima (Rumpold i Schlüter, 2013.).

Međutim, ograničavajući čimbenik hranidbe peradi obrocima koji sadrže insekte je sadržaj hiti-

na koji se u njima nalazi. Hitin dovodi do smanjenja tjelesne mase kod brojlera i moguće tanjeg mesa zbog smanjene probavljivosti hranjivih tvari (Bovera i sur., 2016.), no dodatkom enzima hitinaze može se riješiti navedeni problem.

Energetska vrijednost kukaca ovisi o njihovom sastavu, a najviše o sadržaju masti. Ličinke su obično nutritivno bogatije u odnosu na odrasle. Ramos-Elorduy i sur. (1997.) analizirali su 78 vrsta insekata i izračunali njihovu energetska vrijednost u rasponu od 293 do 762 kcal na 100 g suhe tvari.

Makkar i sur. (2014.) u svome su radu uspoređivali više vrsta kako bi procijenili njihova svojstva za hranidbu životinja (tablica 2). Nakon istraživanja utvrdili su da su dobra zamjena za sojino i riblje brašno i da ih mogu zamijeniti u obroku od 25% do 100%, ovisno o vrsti. Osim toga navode da obrok koji sadrži kukce sadrži manjak kalcija, no da se to može poboljšati manipulacijom supstrata na kojem se insekti uzgajaju.

POSLIJEŽETVENI OSTACI KAO PODLOGA ZA UZGOJ INSEKATA

Svake godine poljoprivredna proizvodnja generira 140 milijardi tona biomase koja uključuje listove, stabljiku i korijenje te je poznata kao ostatak usjeva ili posliježetvena biomasa. Obično se njen višak spaljuje te tako postaje izvor stakleničkih plinova (CO₂, CO, CH₄, N₂O, SO₂), aerosola, čestica, dima, hlapivih organskih spojeva i radioaktivnih plinova i time se pogoršava zagađenje (Crutzen i Andreae 1990; Devi i sur., 2017.). S povećanim cijenama goriva, učestalošću vremenskih promjena (ili raspravom o klimatskim promjenama), onečišćenjem zraka i stakleničkim plinovima, postoji znatan interes među istraživačima za alternativnu uporabu ostataka na terenu za energetske primjene (Kumar i sur., 2015.). Pojedini insekti imaju sposobnost transformirati nutritivno siromašnu posliježetvenu biomasu s niskim sadržajem proteina i visokim sadržajem antioksidanata i tvrdokornih ugljikohidrata (celuloze i hemice-luloze) u esencijalne hranjive tvari potrebne za svoj rast modulacijom svoje probavne i bazalne diferencijalne ekspresije gena. Budući da upravo posliježetvena biomasa obuhvaća ogromne lignocelulozne i hranjive zalihe (Duff i Murray, 1996.) može se valorizirati za razne vrste jestivih insekata tijekom procesa biorazgradnje (Rumpold i sur., 2016.).

Tablica 2. Sadržaj sirovih proteina, masti i pepela u najvažnijim vrstama insekata

Table 2 The raw protein, fat and ashes content in the most important types of insects

Vrsta Species	Red ili podred Order or suborder	Stadij Stage	Sirovi protein Crude protein, %	Masti Lipids, %	Pepeo Ash, %	Literatura
<i>Hermetica illucens</i>	Diptera	Larve Larvae	37,8	31,5	13,5	Sheppard i sur., (2007.)
<i>Musca domestica</i>	Diptera	Larve Larvae	47,1	25,3	6,3	Aneibo i Owen (2010.)
		Jaje Eggs	37,5	19,8	23,1	Ogunji i sur., (2008.)
		Kukuljica Pupae	58,3	15,8	6,8	Bernard i sur., (1997.)
<i>Tenebrio molitor</i>	Coleoptera	Larve Larvae	47,2	43,1	3,1	Finke (2002.)
		Odrasli Adult	52,7	32,8	3,2	Bernard i sur., (1997.)
		Kukuljica Pupae	54,6	30,8	3,4	Bernard i sur., (1997.)
<i>Acheta domestica</i>	Orthoptera	Odrasli Adult	66,6	22,1	3,6	Finke (2002.)
		Nimfe Nymphs	67,2	14,4	4,8	Finke (2002.)

Posliježetvena biomasa sadrži različite kemijske skupine i elemente, ovisno o podrijetlu nusproizvoda, te se korištenje supstrata za rast jestivih kukaca može postići na tri načina: a) izravnim korištenjem sirovog organskog materijala, b) prethodnom obradom i/ili konverzijom i c) kombinacijom prethodna dva načina. Probavni trakt insekata djeluje kao spremnik za veliki broj mikroba (Dharme i sur. 2006.). Biorazgradnja biomase bogate lignocelulozom i hemicelulozom u insektima postiže se prolaskom materijala u crijevo, na koje djeluje mikroflora (Breznak, 1982.; Breznak i Brune, 1994.). Međutim, (Filipiak i Weiner 2014.) tvrde da ovaj proces biokonverzije nije u stanju pokriti sve hranidbene potrebe insekata, što uzrokuje ozbiljnu prehrambenu neravnotežu koja se može ispraviti djelovanjem gljiva koje inficiraju biomasu i obogaćuju je hranidbenim komponentama. One uglavnom sadrže dušik (N), fosfor (P), bakar (Cu), kalij (K) i natrij (Na), koji su najjači ograničavajući elementi koji omogućuju insektima da koriste gljivična tkiva za rast, razvoj i sazrijevanje (Filipiak i sur., 2016.).

ZAKLJUČAK

Temeljem gore iznesenog vidljivo je da insekti imaju dobar sastav hranjivih tvari te se mogu koristiti kao alternativan izvor bjelančevina u hranidbi peradi. Konverzija posliježetvene biomase u biomasu jestivih insekata za hranu za životinje mogla bi značajno pridonijeti zadovoljavanju budućih potreba rastuće svjetske populacije za novim alternativnim životinjskim izvorima bjelančevina. Ostaci probave posliježetvene biomase koju izlučuju insekti također se mogu koristiti kao organsko gnojivo za uzgoj usjeva.

LITERATURA

1. Akhtar Y., Isman M.B. (2018.): Insects as an alternative protein source. *Proteins in Food Processing*, 263-288.
2. Bovaera F., Loponte R., Marono S., Piccolo G., Parisi G., Iaconisi V., Gasco L., Nizza A. (2016.): Use of *Tenebrio molitor* larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat trait. *Journal of Animal Science*, 94 (2), 639-647.

3. Breznak J.A. (1982.): Intestinal microbiota of termites and other xylophagous insects. *Annual Review of Microbiology*, 36 (1), 323-323.
4. Breznak J.A., Brune A. (1994.): Role of microorganisms in the digestion of lignocellulose by termites. *Annual Review of Entomology*, 39 (1), 453-487.
5. Chisoro P. (2015.): Alternative protein sources for poultry feeds. *All about feed*
6. Crutzen P.J., Andreae M.O. (1990.): Biomass Burning In the Tropics: Impact on Atmospheric Chemistry and Biogeochemical Cycles. *Science*, 250, 1669-1678.
7. Devi S., Gupta C., Jat S.L., Parmar M.S. (2017.): Crop residue recycling for economic and environmental sustainability: The case of India. *Open Agriculture*, 2 (1), 486-494.
8. Dharne M., Patole M., Shouche Y.S. (2006.): Microbiology of the insect gut: Tales from mosquitoes and bees. *Journal of Biosciences*, 31 (3), 293-295.
9. Dia M. (2005.): Plant Stand and Nitrogen Management for Maximisation of Yield and Quality of Baby Corn. Acharya N.G. Ranga Agricultural University, Rajendranagar, Hyderabad.
10. Dia M., Weindorf D., Thompson C., Cummings H., Cacovean H., Rusu T. (2009.): Spatial distribution of heavy metals in the soils of Erath county, Texas. *Studia Geographica*, 54 (2), 99-114.
11. Duff S.J., Murray W.D. (1996.): Bioconversion of forest products industry waste cellulose to fuel ethanol: a review. *Bioresource technology*, 55 (1), 1-33.
12. Filipiak M., Weiner J. (2014.): How to make a beetle out of wood: Multi-elemental stoichiometry of wood decay, xylophagy and fungivory. *PloS One*, 9 (12), e115104.
13. Finke M.D., Oonincx D. (2014.): Insects as food for insectivores. In *Mass Production of Beneficial Organisms*, 583-616.
14. Filipiak M., Weiner J. (2016.): Nutritional dynamics during the development of xylophagous beetles related to changes in the stoichiometry of 11 elements. *Physiological Entomology*, 42 (1), 73.
15. Ilji P.A., Toghyani M., Ahiwe E.U., Omede A.A. (2017.): Alternative sources of protein for poultry nutrition. Achieving sustainable production of poultry meat, 2, 237-269.
16. Józefiak D., Józefiak A., Kierończyk B., Rawski M., Świątkiewicz S., Długosz J., Engberg R.M. (2016.): Insects – a natural nutrient source for poultry. *Animal Science*, 16 (2), 297-313.
17. Godfray H.C.J., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Nisbett N., Pretty J., Robinson S., Toulmin C., Whiteley R. (2010.): The future of the global food system. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0180>.
18. Hossain S.M., Blair R. (2007.): Chitin utilisation by broilers and its effect on body composition and blood metabolites. *British Poultry Science*, 48 (1), 33-38.
19. Kouřimská, L., Adámková, A. (2016.): Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS Journal*, 4, 22-26.
20. Kumar P., Kumar S., Joshi L. (2015.): Socioeconomic and Environmental Implications of Agricultural Residue Burning A Case Study of Punjab India. Springer New Delhi
21. Leppla N.C. (2002.): Rearing of insects. *Encyclopedia of Insects*, 975-979.
22. Makkar H.P., Tran G., Heuzé V., Ankers P. (2014.): State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1-33.
23. Men B.X., Ogle B., Preston, T.R. (2005.) Production and evaluation of black soldier fly larvae and termites as protein supplements for chickens. In *Workshop-Seminar*, 23-25.
24. Morales-Ramos J.A., Rojas M.G., Shapiro-Ilan D.I., Tedders W.L. (2013): Use of nutrient self-selection as a diet refining tool in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of entomological science*, 48 (3), 206-221.
25. Morales-Ramos J.A., Rojas M.G., Coudron T.A. (2014): Artificial diet development for entomophagous arthropods. In *Mass production of beneficial organisms*, 203-240.
26. Oonincx D.G.A.B., van Itterbeeck J., Heetkamp M.J.W., van den Brand H., van Loon J.J.A., van Huis A. (2010.): An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *PloS one*, 5 (12), e14445.
27. Payne C.L.R., Scarborough P., Rayner M., Nonaka K. (2016.): Are edible insects more or less 'healthy' than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over- and undernutrition. *European journal of clinical nutrition*, 70 (3), 285.
28. Ramos-Elorduy J., Moreno J.M.P., Prado E.E., Perez M.A., Otero J.L., De Guevara O.L. (1997.): Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, Mexico. *Journal of food composition and analysis*, 10 (2), 142-157.
29. Ramos-Elorduy, J. (2005.): Insects: a hopeful food source. *Ecological implications of minilivestock*, 263, 291.

30. Rumpold B.A., Schlüter O.K. (2013.): Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17, 1-11.
31. Rumpold B.A., Klocke M., Schlüter O. (2016.): Insect biodiversity: Underutilized bioresource for sustainable applications in life sciences. *Regional Environmental Change*, 1-10.
32. Steinfeldt S., Lübeck M., Engberg R.M. (2018.): Alternative protein sources for poultry nutrition. Croatian Branch of the World's Poultry Science Association under the auspices of the World's Poultry Conference. Dubrovnik.
33. Stiles W. (2016.): The case for alternative protein sources for animal feed. businesswales.gov.wales
34. Van Huis A., van Itterbeeck J., Klunder H., Mertens E., Halloran A., Muir G., Vantomme P. (2013.): Edible insects: Future prospects for food and feed security. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
35. Van Huis A. (2015.): Edible insects contributing to food security?. *Agriculture & Food Security*, 4 (1), 20.
36. Verkerk M.C., Trammer J., Van Trijp J.C.M., Martens D.E. (2007.): Insect cells for human food. *Biotechnology advances*, 25 (2), 198-202.
37. Weindorf D.C., Sarkar R., Dia M., Wang H., Chang Q., Haggard B., McWhirt A., Wooten A. (2008.): Correlation of X-ray fluorescence spectrometry and inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy for elemental determination in composted products. *Compost Science & Utilization*, 16 (2), 79-82.
38. Yen A.L. (2008.): Edible insects and other invertebrates in Australia: future prospects. In *Forest insects as food: humans bite back*, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development, 65-84.
39. Yi C., He Q., Wang L., Kuang R. (2010.): The utilization of insect-resources in Chinese rural area. *Journal of Agricultural Science*, 2 (3), 146-154.

SUMMARY

As the number of inhabitants in the world is increasing, the consumption of poultry meat and eggs is also increasing, resulting in an increase in poultry production. Such production requires the provision of large quantities of nutrients, including protein, with a good amino acid composition that will meet the needs of fast-growing poultry hybrids and modern laying hens hybrids. Usually, soybeans, whole grains or some of the forms obtained by their processing are used. However, its cost, transportation problems, GMOs, etc. are increasingly leading to research into the possibility of introducing alternative protein sources to poultry feeding. Insects certainly belong here. The nutritional value of insects is very diverse, mainly due to the large number and variability of species. Insects also have a high fatty acids and vitamins content and have proved that they can compete with fish meal, which also used to be the main source of animal protein in animal feed, especially poultry. This paper provides an overview of the possibilities of using alternative sources of protein, or insects, in animal nutrition, and explores the potential use of postharvest biomass as a novel and innovative substrate for the edible insects growing. Postharvest residues contain a huge amount of potential substrate for various insects feeding. Certain insects are capable of transforming nutritionally poor postharvest biomass with low protein content and a high antioxidants and dominant carbohydrates (cellulose and hemicellulose) content into essential nutrients necessary for their growth by modulating their digestive basal and differential gene expression. The conversion of postharvest biomass to insect biomass for animal feed could make a significant contribution to meeting future needs in proteins for the poultry feeding, whose products are used to feed rapidly growing world population.

Keywords: insects, proteins, feeding, substrate, postharvest biomass