

Wybrane gatunki owadów jako źródło składników odżywczych w paszach

Anna Weiner, Ilona Paprocka, Krzysztof Kwiatek

z Zakładu Higieny Pasz Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach

Potrzeba pozyskiwania nowych źródeł białka dla wciąż rosnącej populacji ludzi oraz jednocześnie zmniejszenie dostępnych obszarów upraw rolnych stanowią poważne wyzwanie dla gospodarki żywnościowej. Produkcja pasz może także negatywnie oddziaływać na środowisko. Poprzez nieprawidłowe stosowanie w produkcji roślinnej nawozów sztucznych oraz środków ochrony może prowadzić do zmian w naturalnej florze i faunie, zaburzać gospodarkę wodną oraz mikroklimat. Potrzeby żywieniowe zwierząt gospodarskich wymagają stosowania materiałów paszowych charakteryzujących się wysoką zawartością białka o odpowiednim profilu aminokwasowym, wysokim współczynniku strawności, wysokiej smakowitości oraz powinny być wolne od czynników antyżywieniowych (1). Przez wiele lat przetworzone białko zwierzęce w postaci m.in. mączek mięsno-kostnych stanowiło podstawowe źródło

Selected insects species as a source of nutrients for farm animals

Weiner A., Paprocka I., Kwiatek K., Department of Hygiene of Animal Feedingstuffs, National Veterinary Research Institute, Puławy

In the available literature there is an information regarding the use of insects in feeding farm animals. All developmental stages of insects are characterized by a high content of total protein, including exogenous amino acids and fat. The concentration of nutrients in the meal supplemented with insects depends on their developmental stage, production conditions and composition of feed and substrates on which they are grown. Insects can play the essential role in animal nutrition, therefore studies on their nutritional value are required.

Keywords: insects, feed, farm animals, nutrition.

wysokowartościowego białka w paszy dla zwierząt hodowlanych. Jednak wybuch epidemii gąbczastej encefalopatii bydła (BSE) spowodował wprowadzenie szeregu aktów prawnych mających na celu ograniczenie stosowania tego rodzaju białka w żywieniu zwierząt gospodarskich. Głównym źródłem białka zwierzęcego pozostała mączka rybna. Jednak stały spadek połowów ryb oraz zwiększone zapotrzebowanie na paszę dla zwierząt gospodarskich i akwakultury spowodowały gwałtowne zmniejszenie dostępności mączki rybnej i oleju rybnego przy jednoczesnym wzroście cen tych materiałów (2). Z tego względu podejmowane są działania na rzecz poszukiwania nowych źródeł białek. Obecnie wzrasta zainteresowanie owadami jako alternatywnym źródłem białka w żywieniu zwierząt. W dostępnej literaturze można znaleźć informacje odnośnie do wykorzystania owadów w żywieniu zwierząt gospodarskich. Owady mogą stanowić uzupełnienie materiałów paszowych, takich jak: soja, kukurydza, zboża czy mączka rybna. Spożywanie owadów jest praktykowane w 113 krajach na całym świecie (3), a ponad 2000 gatunków owadów uważanych jest za jadalne (4). Na niewielką skalę (dodatek na poziomie 2–15%) stosowanie owadów w przypadku drobiu miało miejsce już przed 1990 r. We wschodniej prowincji Syczuan hodowcy zbierali larwy muchy domowej dla kaczek (5). Producenci w Chinach, południowej Afryce, Hiszpanii oraz Stanach Zjednoczonych hodują duże ilości much wykorzystywanych do pasz dla akwakultury i drobiu poprzez biokonwersję odpadów organicznych (6, 7, 8).

Owady (*Insecta*) są bardzo zróżnicowaną grupą zwierząt należącą do gromady stawonogów (*Arthropoda*). Podzielone są na podgromady: owady bezskrzydłe (*Apterygota*) oraz uskrzydłone (*Pterygota*). Do owadów uskrzydłonych należy szereg gatunków, np.: błonkoskrzydłe (*Hymenoptera*), chrząszcze (*Coleoptera*), karaczany (*Blattodea*), prostoskrzydłe (*Othoptera*), motyle (*Lepidoptera*), pchły (*Siphonaptera*), termyty (*Isoptera*).

Pod względem cyklu rozwojowego owady dzielimy na dwa typy przeobrażenia: niepełne (np. karaczany, prostoskrzydłe, modliszki, pluskwiaki) oraz pełne (np. motyle, chrząszcze, muchówki, błonkówki). W przeobrażeniu niepełnym występują trzy stadia rozwojowe: jajo, następnie postać larwalna przypominająca wyglądem postać dorosłą oraz imago (postać dorosła). Natomiast w przeobrażeniu pełnym występują cztery stadia rozwojowe: jajo, larwa, poczwarka i postać dorosła (9).

Stosując owady jako paszę dla zwierząt, należy wziąć pod uwagę kilka czynników, m.in. nawyki żywieniowe różnych gatunków zwierząt, takich jak drób, trzoda chlewna czy ryby. W przypadku drobiu, utrzymywanego w systemie wolnowybiegowym, owady stanowią integralną część diety. Kurczęta z dostępem do terenów zewnętrznych zbierają owady na wszystkich etapach życia dobrowolnie, co wskazuje, że są ewolucyjnie przystosowane do nich jako naturalnej części diety (10, 11).

Owady mają wielorakie wymagania żywieniowe. Można je hodować, wykorzystując organiczne uboczne produkty, przez co następuje redukcja zanieczyszczeń i przekształcanie odpadów w wysokobiałkową paszę, która może zastąpić drogie materiały paszowe, np. mączkę rybną. Ponadto owady nie oddziałują negatywnie na środowisko. Najczęściej są hodowane

w magazynach, bez konieczności zapewnienia dużej ilości miejsca ani wody, szczególnie w porównaniu z uprawami roślinnymi (12). Z drugiej strony owady wykazują względnie niski poziom emisji dwutlenku węgla do środowiska. Ponadto powodują niższe emisje gazów cieplarnianych i amoniaku niż hodowla konwencjonalnych zwierząt produkcyjnych (13). Inną korzyścią dla środowiska jest wysoka sprawność konwersji paszy (ilość paszy potrzebna do wytworzenia jednego kilograma masy ciała jadalnego), prawdopodobnie z powodu ich fizjologii poikilotermicznej (14, 15).

Z doniesień literaturowych nie wynika jednoznacznie, czy możliwe jest przenoszenie chorób prionowych, np. gąbczastej encefalopatii bydła (BSE). Lupi (16, 17) badał możliwość przenoszenia prionów spożytych przez owady i stwierdził, że rozprzestrzenianie się zarówno trzęsawki, jak i przewlekłej choroby wyniszczającej (CWD) wydaje się możliwe. Prawdopodobieństwo występowania owadów jako wektorów prionów zależy wyłącznie od prionów, które mogłyby znajdować się w ich podłożu hodowlanym. Z tego względu konieczna wydaje się kontrola podłoża oraz produktów paszowych dla owadów hodowlanych w kierunku wykluczenia obecności materiałów pochodzących od przeżuwaczy (18). Dodatkowo zakazano żywienia owadów materiałami pochodzenia ludzkiego.

Zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) 2017/893 z 24 maja 2017 r. zmieniającym załączniki I i IV do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 999/2001 oraz załączniki X, XIV, XV do rozporządzenia Komisji (UE) nr 142/2011 w odniesieniu do przepisów dotyczących przetworzonego białka zwierzęcego (19) warunki bezpieczeństwa w zakresie produkcji owadów do celów paszowych spełniają następujące gatunki:

- czarna mucha (*Hermetia illucens*),
- mucha domowa (*Musca domestica*),
- mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*),
- pleśniakowiec złocisty (*Aphitobius diaperinus*),
- świerszcz domowy (*Acheta domestica*),
- świerszcz bananowy (*Grylloides sigillatus*),
- świerszcz kubański (*Gryllus assimilis*).

Gatunki te zostały wybrane po uwzględnieniu krajowych ocen ryzyka oraz opinii EFSA z 8 października 2015 r. Nie powinny być to gatunki chorobotwórcze, nie powinny mieć niepożądanych skutków dla zdrowia roślin, ludzi i zwierząt, nie powinny być wektorami patogenów ludzkich, zwierzęcych ani roślinnych, nie powinny być chronione ani określone jako inwazyjne gatunki obce.

Wartość odżywcza owadów oraz skład mączek owadzych różnią się w zależności od gatunku owada, stadium rozwojowego, warunków produkcji, składu paszy, komponentów podłoża, na którym został wyhodowany owad. Wszystkie stadia rozwojowe charakteryzują się wysoką zawartością białka ogólnego, w tym aminokwasów egzogennych oraz tłuszczu.

Białka

Białka stanowią główny komponent spośród składników odżywczych owadów. Na podstawie danych

zawartych w dostępnej literaturze można stwierdzić, że zawartość białka w mączkach pełnotłustych we wszystkich stadiach rozwojowych owadów dopuszczonych do stosowania w żywieniu zwierząt akwakultury waha się od 40 do 60%. Po odtłuszczeniu mączki z owadów odpowiednio wzrasta poziom białka i jest wyższy niż np. w mączce sojowej powszechnie stosowanej w żywieniu zwierząt gospodarskich. Jak przedstawiono w tabeli 1, biorąc pod uwagę średnią zawartość białka w owadach jadalnych, mieści się ona w przedziale od 42,35% (larwa czarna mucha) do 70,95% (poczwarka muchy domowej). Należy podkreślić, że niemal wszystkie gatunki owadów dozwolone do żywienia akwakultury zawierają ponad 50% białka, czyli podobnie jak mączka z soi (50%) oraz mniej niż mączka rybną (73%). Porównując maksymalną zawartość białka w przypadku gatunku prostoskrzydłych (77,13%) z maksymalną zawartością białka w roślinach (35,8% ziarno soi), owady, a szczególnie koniki polne, mogą stanowić potencjalne alternatywne źródło białka (20).

Aminokowasy

Jakość białek uzyskiwanych z owadów oszacowano na podstawie składu aminokwasowego. Wszystkie owady dopuszczone do żywienia akwakultury charakteryzują się odpowiednim poziomem niezbędnych aminokwasów. Zawartość aminokwasów w mączkach z owadów jest zróżnicowana. Owady należące do rzędu Diptera, np. mucha czarna (*Black soldier fly*), charakteryzują się profilem aminokwasowym zbliżonym do mączki rybnej, natomiast owady należące do rzędu Coleoptera czy Orthoptera mają profil aminokwasowy zbliżony do soi z możliwym niedoborem lizyny lub metioniny (27). Porównania profili aminokwasowych białek owadów z wymaganiami żywieniowymi ryb wskazują na dobre korelacje. Zazwyczaj możliwe jest pokrycie zapotrzebowania na poszczególne aminokwasy, a w niektórych przypadkach, np. mącznika młynarka, te zawartości nawet przewyższają zapotrzebowanie.

W tabeli 2 porównano zawartości wybranych aminokwasów na podstawie dostępnej literatury.

Tabela 1. Zawartość składników odżywczych w wybranych postaciach owadów (21, 22, 23, 24, 25, 26)

Gatunek owada	Postać	Energia brutto (MJ)	Popiół surowy (%SM)	Włókno surowe (%SM)	Tłuszcz surowy (%SM)	Białko surowe (%SM)
Czarna mucha (<i>Hermetia illucens</i>)	Larwa	22,10	21,50	7,00	24,90	42,35
Mucha domowa (<i>Musca domestica</i>)	Poczwarka	24,30	7,65	15,70	15,25	70,95
	Larwa	22,25	11,75	5,10	17,50	51,50
Mącznik młynarek (<i>Tenebrio molitor</i>)	Larwa	26,85	2,75	–	37,10	53,75
	Imago	1,60	3,30	20,20	14,88	65,30
Pleśniakowiec złocisty (<i>Aphitobitus diaperinus</i>)	Larwa	–	4,10	–	22,20	64,80
Świerszcz domowy (<i>Acheta domestica</i>)	Poczwarka	17,32	4,80	15,72	14,41	67,25
	Imago	19,10	4,33	–	20,68	67,57
Świerszcz bananowy (<i>Grylodes sigillatus</i>)	Imago	1,90	4,74	3,65	18,23	70,00
Świerszcz kubański (<i>Gryllus assimilis</i>)	Imago	21,50	6,40	7,00	23,80	56,40

Tabela 2. Zawartość wybranych aminokwasów w owadach (mg/g białka, *mg/g SM) (22, 25, 28, 29, 30, 31, 31, 32, 33)

	Czarna mucha (<i>Hermetia illucens</i>)	Mucha domowa (<i>Musca domestica</i>)		Mącznik młynarek (<i>Tenebrio molitor</i>)		Pleśniakowiec złocisty (<i>Aphitobitus diaperinus</i>)	Świerszcz domowy (<i>Acheta domestica</i>)			Świerszcz bananowy (<i>Grylodes sigillatus</i>)	Świerszcz kubański (<i>Gryllus assimilis</i>)*
	Larwa	Poczwarka	Larwa	Larwa	Imago	Larwa	Imago	Poczwarka	Imago	Imago	Imago
Alanina	62,3	42,0	75,8	74,5	76,4	65,8	76,9	101,1	58,0	40,2	
Arginina	50,6	42,0	56,7	56,0	43,0	53,5	57,3	70,9	46,6	30,2	
Cysteina	9,7	4,0	6,6	8,2	6,8	9,6	9,8	9,1	11,1	7,4	
Glicyna	49,2	39,0	51,1	53,8	84,4	42,0	45,3	60,6	40,7	36,4	
Histydyna	38,5	26,0	30,9	35,3	28,7	39,7	22,7	25,7	17,2	13,2	
Lizyna	69,1	52,0	81,6	60,9	44,3	70,5	51,1	62,3	38,4	79,0	
Izoleucyna	45,9	35,0	22,8	46,7	43,5	46,1	36,4	40,6	26,6	21,2	
Leucyna	74,5	53,0	45,3	77,7	82,7	73,2	66,7	72,6	57,8	49,0	
Metionina	20,0	26,0	36,6	14,1	12,7	15,9	19,6	15,4	15,9	6,3	
Tryptofan	18,7	–	49,5	9,2	11,0	14,7	7,6	6,3	–	9,5	
Walina	61,0	34,0	45,6	66,3	63,3	57,6	48,4	60,0	47,0	46,2	
Tyrozyna	65,4	48,0	71,1	77,7	33,3	84,9	44,0	62,9	31,8	54,4	

W odniesieniu do lizyny najwyższe zawartości, nawet wyższe niż w mączce rybnej, stwierdzono w przypadku larwy muchy domowej (81,6 mg/g), postaci dorosłej świerszcza kubańskiego (79,0 mg/g). Natomiast w przypadku postaci dorosłej świerszcza bananowego poziom lizyny jest niski i wynosi ok. 38 mg/g. W odniesieniu do metioniny w mączce rybnej zawartość wynosi 2,75 mg/g. W przypadku larwy muchy domowej zawartość jest znacznie wyższa i wynosi 63,6 mg/g. Zbliżony poziom metioniny stwierdzono w larwach muchy czarnej, poczwarki muchy domowej – odpowiednio 20,0 i 26,0 mg/g. Najniższy poziom zaobserwowano w postaci dorosłej świerszcza kubańskiego – 6,3 mg/g. Walina i histydyna są aminokwasami, których wymagany poziom może być całkowicie zapewniony przez większość owadów. Najniższy poziom waliny stwierdzono w przypadku poczwarki muchy domowej – 34,0 mg/g, natomiast najwyższy – 66,3 mg/g stwierdzono w przypadku larwy mącznika młynarka.

Szacowana zawartość niezbędnych aminokwasów np. pleśniakowca lśniącego i mącznika młynarka w odniesieniu do soi była nieco wyższa, ale niższa niż w kazeinie.

Tłuszcze

Tłuszcz stanowi drugi co do wielkości składnik odżywczy w opisywanych owadach. Średnia zawartość tłuszczu w mączce z owadów mieści się w przedziale 14,41% (imago mącznika młynarka, larwa świerszcza domowego) do 37,1% (larwa mącznika młynarka). W zależności od diety owadów występują różnice w ilości tłuszczu oraz składzie kwasów tłuszczowych (27). Dla porównania, świerszcze zawierają mniej białek, ale więcej tłuszczu. Zawartość tłuszczu surowego waha się w przedziale 14–37% i zazwyczaj jest wyższa w przypadku larw i poczwerek niż dorosłych postaci. Mączki owadów zawierają więcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (polyunsaturated fatty acids – PUFA) w porównaniu z mączką rybną czy drobiową. Poza tym owady są stosunkowo bogate w kwasy nienasycone, w tym kwas oleinowy (40,86% mącznik młynarek), linolowy (około 30% świerszcz bananowy, mącznik młynarek), α -linolenowy (34). Ponadto zawierają kwasy nasycone, wśród których najwyższe stężenie odnotowano dla kwasu palmitynowego (23% świerszcz bananowy, 18% mącznik młynarek) i stearynowego (7,35% świerszcz bananowy, 3,84% mącznik młynarek; 25). W badaniach owadów stwierdzano również niewielkie ilości kwasów: kaprynowego, laurynowego, tetradekanowego, pentadekanowego, arachidowego, behenowego, tetradecenowego, margaroleinowego, eikozanowego (25, 35). Średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe (medium chain fatty acids – MCFA), czyli zawierające od 6 do 12 atomów węgla w łańcuchu, np.: kwas kapronowy (C10), laurynowy (C12), charakteryzują się łatwą przyswajalnością i działaniem bakteriostatycznym. W przypadku prosiąt zaobserwowano, że w dalszych odcinkach przewodu pokarmowego pobudzają rozwój nabłonka i regenerację kosmków jelita cienkiego (36). Natomiast w doświadczeniach żywienia kurcząt rzeźnych z dodatkiem kwasów kapronowego i kaprynowego stwierdzono obniżenie współczynnika

wykorzystania paszy i przyczyniło się to w znaczący sposób do pogorszenia wyników odchowu (37, 38).

Według Finke i wsp. (31) zapotrzebowanie ryb na energię jest niższe niż w przypadku ssaków. Łososiowate mogą przystosować się do diety o zawartości tłuszczów na poziomie 35%, natomiast wysoka zawartość lipidów w diecie może przyczynić się do zmniejszenia wzrostu ryb lub odkładania się tłuszczu (39). Dodatkowo w przypadku niektórych gatunków ryb morskich wszytkożernych zbyt wysoka zawartość tłuszczu w diecie może powodować obniżenie odporności (44).

Chityna

Chityna jest to polisacharyd glukozy (β -glukozy), z którego zbudowane są szkielety zewnętrzne stawonogów. Chemicznie chityna ma strukturę zbliżoną do celulozy. Posiada mery acetyloglukozaminowe (N-acetylo-D-glukoza-2-aminowe). Tworzą one długie łańcuchy polimerowe przez wiązania β -1,4-glikozydowe. Na podstawie badań naukowych stwierdzono, że chityna nie wykazuje efektu cytotoksycznego *in vitro*, jest fizjologicznie obojętna, biodegradowalna, ma właściwości antybakteryjne oraz wykazuje powinowactwo do białek (45). Powszechnie przyjmuje się, że chityna nie jest trawiona przez zwierzęta monogastryczne, również ryby (46). Zawartość chityny w mączkach z owadów zależy od gatunku oraz fazy rozwoju. W przypadku świerszczy polnych zawartość procentowa chityny wynosi 8,7%.

Chitynę można usunąć z mączki owadziej poprzez ekstrakcję alkaliczną (34, 47, 48). Ponadto na podstawie żywienia tilapii paszą zawierającą skorupki skorupiaków stwierdzono, że dodatek chitynazy i/lub bakterii chitynolitycznych do owadów żywieniowych poprawia strawność kompleksów chityna-białko (50, 51). Alternatywnie chityna może być degradowana za pomocą metod chemicznych lub enzymatycznych przed dodaniem do diet rybnych, takich jak chito-oligosacharydy (COS), acetyloglukozamina (GlcNAc) lub chitozan (51, 52, 53). Niskie poziomy dodatku chityny oraz jej metabolitów wykazują działanie immunostymulujące u ryb. Jednak proces ten znacznie zwiększa koszty produkcji mączek z owadów.

Stwierdzono również, że dodatek chityny wpływał na wzrost aktywności układu odpornościowego leszcza morskiego (54), stymulację aktywności makrofagów u pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*) (55), przyspieszenie wzrostu oraz wydajność wchłaniania składników odżywczych u akwakultury (56). Opisywano także korzystny wpływ dodatku chityny na funkcjonowanie systemu immunologicznego w przypadku drobiu. Wykorzystanie owadów w żywieniu kur może przyczynić się do zmniejszenia stosowania antybiotyków w przemyśle drobiarskim, które mogą prowadzić do zakażenia ludzi lekoopornymi szczepami bakterijnymi (57).

Jak dotąd wykorzystanie owadów w paszach zwierzęcych nie było przedmiotem szczególnej uwagi. Pierwsze publikacje prezentowały wyniki badań opracowane w krajach słabo rozwiniętych, w których tradycyjnie wykorzystuje się owady jako żywność.

Zwróciły one jednak uwagę społeczności międzynarodowej i wykazały potencjał pokarmowy owadów. Z uwagi na rozwój systemów chowu masowego owadów, obecny kryzys gospodarczy i wzrost cen żywności stanowią interesującą perspektywę wykorzystania owadów do różnych celów, takich jak żywienie zwierząt, rolnictwo, uzyskiwanie olejków eterycznych lub biodiesla. Ponadto hodowle owadów nie konkurują z zasobami żywności ani użytkowaniem gruntów, a także maksymalizują korzyści z gospodarowania odpadami poprzez wykorzystanie ich jako paszy. Takie podejście przyczynia się do naturalnego recyklingu składników odżywczych. Z tego względu najprawdopodobniej w nadchodzących latach nastąpi znaczny wzrost badań naukowych związanych z wykorzystaniem mączki owadziej w paszach dla zwierząt lub w innych celach. Aby wykorzystać owady jako składnik paszy na dużą skalę, ważne jest dalsze zwiększanie skali produkcji owadów. Obecny system produkcji akwakultury bazujący na stosowaniu mączki rybnej nie jest zrównoważony. Jak donosi FAO/WHO (59), połowy w niektórych krajach są raczej w stagnacji, a nawet maleją, w szczególności w odniesieniu do połowów stad dziko żyjących; 3% jest zaniedbanych, 12% jest umiarkowanie wykorzystywanych, 53% jest w pełni wykorzystanych, 28% jest nadmiernie eksploatowanych, 3% jest zubożonych, a 1% odzyskuje utracone zasoby. Ta sytuacja, wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na ryby, wskazuje, że zasoby mączki rybnej oraz jej cena staną się najbardziej ograniczającym elementem produkcji. Z tego względu ważne jest, aby uzyskać potencjalne alternatywy.

Opublikowane wyniki dotyczące stosowania mączki owadziej wskazują, że owady mają duży potencjał w żywieniu zwierząt. Jako źródło białka owady mają odpowiedni profil aminokwasów. Aminokwasami ograniczającymi są histydyna, lizyna i tryptofan, które można włączyć do diety. Ponadto konieczne jest dokonanie oceny profili aminokwasów innych gatunków owadów, aby wybrać gatunki o najlepszym profilu aminokwasowym lub poprawić profil za pomocą metod genetycznych. Aby wprowadzić owady jako składnik paszy w łańcuchu pokarmowym, niezbędne są dodatkowe badania dotyczące ich wartości odżywczej, poziomów włączenia w dietach i właściwości funkcjonalnych tego rodzaju składnika paszowego.

Piśmiennictwo

1. Barrows F.T., Bellis D., Kroghdahl A., Silverstein J.T., Herman E.M., Sealey W.M., Rust M.B., Gatlin III D.M.: Report of plant products in aquafeeds strategic planning workshop: an integrated interdisciplinary roadmap for increasing utilization of plant feedstuffs in diets for carnivorous fish. *Rev. Fish. Sci.* 2008, **16**, 449–455.
2. FAO 2014 red. de Silva J.G. The state of World Fisheries and Aquaculture, Opportunities and Challenges. FAO Rome p. <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5926e/x5926e01.htm>.
3. MacEvilly C.: Bugs in the system. *Nutrition Bulletin* 2000, **25**, 267–268.
4. Jongema Y.: List of edible insects of the world (April 4, 2012). <http://www.ent.wur.nl?UK/Edible+insects/Worldwide+species+list/>.
5. Yi C. He Q., Wang L., Kuang R.: The utilization of insect-resources in Chinese rural area. *Online J. Agric. Sci.* 2010 **2** (3) <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/5460/5648>.
6. FAO 2013 *Edible insects. Future prospects for food and feed security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 171.
7. Oonincx D.G.A.B., van Broekhoven S., van Huis A., van Loon J.J.A.: Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *Plos ONE* 2015 **10**:e0144601.

APLIKATORY DO ZDALNEJ INIEKCJI ZWIERZĄT



- do podawania środka usypiającego,
- do podawania leków,
- do pobierania tkanek do badań.

Ponadto w sprzedaży dmuchawki do zdalnej iniekcji małych zwierząt.

Bez zezwolenia i konieczności rejestracji.

Strzałki-strzykawki jednorazowe o pojemnościach od 0,5 ml do 10 ml.

Kontakt:

Sklep Myśliwski „Darz Bór”, ul. Poznańska 30, 66-500 Strzelce Krajeńskie

<https://darzbor.com.pl>

tel. 515 990 255, 95 763 20 82

Na hasło: Życie Weterynaryjne – 5% rabatu*

* Kod rabatowy do wykorzystania podczas składania zamówienia przez stronę <https://darzbor.com.pl> – ważny do 30.09.2018 r.

8. Veldkamp T., van Duinkerken G., van Huis A., Lakemond C.M.M., Ottevang E., Bosch G., van Boekel M.A.J.S.: Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets – a feasibility study. 2012, Wageningen UR Livestock Production, report 638, 1–48.
9. Capinera J.L.: *Encyclopedia of entomology*. 2008, Vols. 1–4.
10. Allegretti G., Schmidt V., Bogorni P.C., Talamini E., Ortega E.: 2017 Insect as feed: An energy assessment of insect meal as sustainable protein source for the Brazilian poultry industry. *J. Clean. Prod.* <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.244>.
11. Bovera F., Loponte R., Marono S., Piccolo G., Parisi G., Iaconisi V., Gaco L., Nizza A.: Use of *Tenebrio molitor* larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat traits. *J. Anim. Sci.* 2015, **94**, 639–647.
12. Sánchez-Muros M.-J., Barroso F. G., Manzano-Agugliaro F.: Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *J. Clean. Prod.* 2014, **65**, 16–27.
13. Oonincx D.G.1, van Itterbeeck J., Heetkamp M.J., van den Brand H., van Loon J.J., van Huis A.: An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *PLoS ONE* 2010, **5**(12):e14445.
14. Nakagaki B.J., Defoliart G.R.: Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera, Gryllidae) as novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *J. Econ. Entomol.* 1991, **84**, 891–896.
15. Nijdam D., Rood T., Westhoek H.: The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessment of animal food products and their substitutes. *Food Policy* 2012, **37**, 760–770.
16. Lupi O.: Risk analysis of ectoparasites acting as vectors for chronic wasting disease. *Med. Hypotheses*. 2005, **65**, 47–54.
17. Lupi O.: Myiasis as risk factor for prions diseases in humans. *J. Eur. Acad. Dermatol. Venerol.* 2006, **20**, 1037–1045.
18. EFSA 2015 European Food Safety Authority (EFSA). Scientific opinion on a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA J.* 2015, **13**, 4257–4317.
19. Rozporządzenie Komisji (UE) 2017/893 z dnia 24 maja 2017 r. zmieniające załączniki I i IV do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 999/2001 oraz załączniki X, XIV i XV do rozporządzenia Komisji (UE) nr 142/2011 w odniesieniu do przepisów dotyczących przetworzonego białka zwierzęcego (Dz.U. L 138/92 z dn. 25.5.2017).
20. Danish Food Composition Databank ed. 7.01 (11.09.2012), http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb_default.asp.
21. Makkar H.P.S., Tran G., Heuzé V., Ankers P. State-of-the-art. On use of insects as animal feed. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2014, **197**, 1–33.
22. Rumpold B.A., Schlüter O.K. Nutritional composition and safety aspects of edible insects *Mol. Nutr. Food Res.* 2013, **57**, 802–823.
23. Bosch G., Zhang S., Onincx D.G.A.B., Hendriks W.H.: Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. *J. Nutr. Sci.* 2014, **3**, 1–4.
24. Ramos-Elorduy, J., Pino-M, J.M., Correa, S.C.: Edible insects of the state of Mexico and determination of their nutritive values. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México Serie Zoológica* 1998, **69**, 65–104.
25. Zielińska E., Baraniak B., Karaś M., Rybczyńska K., Jakubczyk A.: Selected species of edible insects as source of nutrient composition. *Food Res. Intern.* 2015, **77**, 460–466.
26. Józefiak D., Józefiak A., Kierończyk B., Rawski M., Świątkiewicz S., Długosz J., Engberg R.M.: Insects – A Natural nutrient Source for poultry – A Review. *Ann. Anim. Sci.* 2016, **16**, 297–313.
27. Barosso F.G., de Haro C., Sanchez-Muros M.J., Venegas E., Martinez-Sanchez A., Perez-Bañón C.: The potential of various insect species for use as food for fish. *Aquaculture* 2014, **422–423**, 193–201.
28. Janssen R.H., Vincken J.P., van den Proeck L.A.M., Fogliano V., Lakemond C.M.M.: Nitrogen to protein conversion factors for three edible insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus* and *Hermetia illucens*. *J. Agric. Food Chem.* 2017, **65**, 2275–2278.
29. Calvert C.C.: Use of animal excreta for microbial and insect protein-synthesis. *J. Anim. Sci.* 1979, **48**, 178–192.
30. Hwangbo J., Hong E.C., Jang A., Kang H.K., Oh J.S., Kim B. W., Park B.S.: Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broilers chickens. *J. Environ. Biol.* 2009, **30**, 609–614.
31. Finke M.D.: Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biol.* 2002, **21**, 269–285.
32. Finke M.D.: Estimate of chitin in raw whole insects. *Zoo Biol.* 2007, **26**, 105–115.
33. Bednářová M., Borkovcová M., Komrda T.: Purine derivate content and amino-acid profile in larval stages of three edible insects. *J. Sci. Food Agric.* 2014, **94**, 71–76.
34. Yang L.F., Siriamornpun S., Li D.: Polyunsaturated fatty acid content of edible insects in Thailand. *J. Food Lipids* 2006, **13**, 277–285.
35. Dierick N., Decuyper J., Molly K., Beek E. Van, Vanderbeke E.: The combined use of triacylglycerols containing medium-chain fatty acids (MCFAs) and exogenous lipolytic enzymes as an alternative for nutritional antibiotics in piglet nutrition: I. In vitro screening of the release of MCFAs from selected fat sources by selected exogenous lipolytic enzymes under simulated pig gastric conditions and their effects on the gut flora of piglets. *Livest. Prod. Sci.* 2002, **76**, 1–16.
36. Hejdys M., Wiaz M., Józefiak D., Kaczmarek S., Rutkowski A.; Wpływ średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych (MCHA) na wyniki odchovu kurcząt rzeźnych. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 2012, **8**, 3, 9–17.
37. Solis de los Santos F., Donoghue A.M., Venkitanarayanan K., Dirain M.L., Reyes-Herrera I., Blore P.J., Donoghue D.J.: Caprylic acid supplemented in feed reduces enteric campylobacter jejuni colonization in ten-day-old broiler chickens. *Poultry Sci.* 2008, **87**, 800–804.
38. New M.B., Wijkstroem U.N. Use of fishmeal and fish oil in aquafeeds: Further thoughts on the fishmeal trap FAO fisheries circular No. 975 (2002).
39. Cowey C.B., Sargent J.R., Nutrition W.S., Hoar D.J., Randall J.R., Brett (red.) *Fish Physiology*, Academic Press, New York, 1979, 1–69.
40. Boonyaratpalin M.: Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. *Aquaculture* 1997, **151**, 283–313.
41. Hasan M.R.: Nutrition and feeding for sustainable aquaculture development in the third millennium. W: Subasinghe R.P., Bueno P., Phillips M.J., Hough C., McGladdery S.E., Arthur J.R. (Eds.): *Aquaculture in third millennium*, NACA, Bangkok/FAO, Rome/Bangkok, 2001, Thailand, 193–219.
42. Sales J., Janssens G.P.J.: Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquat. Living Resour.* 2003, **16**, 533–540.
43. Henry M., Fountoulaki E.: Optimal dietary protein/lipid ratio for improved immune status of a newly cultivated Mediterranean fish species, the shi drum *Umbrina cirrosa*, L. *Fish Shellfish Immunol.* 2014, **37**, 215–219.
44. Rinaudo M.: 15. Chitin and chitosan: Properties and applications. *Progress in polymer science* 2006, **31**, 603–632.
45. Rust M.B.: Nutritional physiology. W: J.E. Halver, R.W. Hardy (Eds.): *Fish Nutrition*, The Academic Press, New York, USA, 2002, 368–446.
46. DeFoliart G.R.: Insect fatty acids: Similar to those of poultry and fish in their degree of unsaturation, but higher in the polyunsaturates. *Food Insects Newsletters* 1991, **4**, 1–4.
47. Belluco S., Losasso C., Maggioletti M., Alonzi C.C., Paoletti M.G. Ricci A.: Edible insects in food safety and nutritional perspective: a critical review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2013, **12**, 296–313.
48. Sánchez-Muros M.J., Barroso F.G., Manzano-Agugliaro F.: Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *J. Cleaner Prod.* 2014, **65**, 16–27.
49. Zhang Y., Zhou Z., Liu J.O., Cao Y., He S., Huo F., Qin C., Yao B., Ringo E.: High-yield production of chitinase from *Aeromonas veronii* B565 as a potential feed supplement for warm-water aquaculture. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2014, **98**, 1–12.
50. Kroeckel S., Harjes A.G.E., Roth I., Katz H., Wuertz S., Susenbeth A., Schulz C.: When a turbot catches a fly: evaluation of a pre-pupae meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute – growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture* 2012, **364/365**, 345–352.
51. Se-Kwon K., Niranjan R.: Enzymatic production and biological activities of chitosan oligosaccharides (COS): a review. *Carbohydr. Polym.* 2005, **62**, 357–368.
52. Lin S., Mao S., Guan Y., Lin X., Luo L.: Dietary administration of chitoooligosaccharides to enhance growth, innate immune response and disease resistance of *Trachinotus ovatus*. *Fish Shellfish Immunol.* 2012, **32**, 909–913.
53. Lin S., Mao S., Guan Y., Luo L., Pan Y.: Effects of dietary chitosan oligosaccharides and *Bacillus coagulans* on the growth, innate immunity and resistance of koi (*Cyprinus carpio koi*). *Aquaculture* 2012, **342**, 36–41.
54. Esteban M.A., Cuesta A.J., Ortuna J. Mesegue J.: Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune system. *Fish Shellfish Immunol.* 2001, **11**, 303–315.
55. Sakai M., Kamiya R., Ishii S., Atsuta S., Kobayashi M.: The immunostimulating effects of chitin in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. W: Shaiff M., Subasinghe R.P., Arthur J.P. (Eds.): *Diseases in Asian Aquaculture*. Asian Fisheries Society, 1992. Manila, Philippines, 413–417.
56. Kono M., Matsui T., Shimizu C.: Effect of chitin, chitosan, and cellulose as diet supplements on the growth of cultured fish. *Nippon Suisan Gakkai Shi* 1987, **53**, 125–129.
57. Huis A.V., Itterbeeck J.V., Klunder H., Mertens E., Halloran A., Muir G., Vantomme P.: *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. FAO. FAO Forestry Paper 2013.
58. FAO/WHO: Report of the Joint FAO/WHO expert consultation on the risks and benefits of fish consumption, Rome, 25–29 January 2010. FAO Fisheries and Aquaculture report No. 978. Rome, FAO. 50.

Dr Anna Weiner, e-mail: anna.weiner@piwet.pulawy.pl